

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

**ANÁLISE ESTATÍSTICA DA QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE FARELO E
ÓLEO DEGOMADO DE SOJA, ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DE
MÉDIO PORTE EM RIO VERDE - GO**

CÁSSIA DA SILVA CASTRO ARANTES

MARÇO
2016

**ANÁLISE ESTATÍSTICA DA QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE FARELO E
ÓLEO DEGOMADO DE SOJA, ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DE
MÉDIO PORTE EM RIO VERDE - GO**

CÁSSIA DA SILVA CASTRO ARANTES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. José Elmo de Menezes

GOIÂNIA
MARÇO 2016

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)
(Sistema de Bibliotecas PUC Goiás)

A662a Arantes, Cássia da Silva Castro.
Análise estatística da qualidade na produção de farelo e óleo degomado de soja, estudo de caso em empresa de médio porte em Rio Verde - GO [manuscrito] / Cássia da Silva Castro Arantes – Goiânia, 2016.
153 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção e Sistemas, 2016.

“Orientador: Prof. Dr. José Elmo de Menezes”.

Bibliografia.

1. Engenharia de produção - Métodos estatísticos. 2. Controle de qualidade. I. Título.

CDU 658.5:519.2(043)

**ANÁLISE ESTATÍSTICA DA QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE FARELO E
ÓLEO DEGOMADO DE SOJA, ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DE
MÉDIO PORTE EM RIO VERDE - GO**

CÁSSIA DA SILVA CASTRO ARANTES

Esta Dissertação julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás em MARÇO DE 2016.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ricardo Luiz Machado
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção e Sistemas

Prof. Dr. José Elmo de Menezes,
Orientador – PUC - GO

Prof. Dr. Ricardo Luiz Machado
PUC -GO

Prof. Dr. Iran Martins do Carmo
IFG - Goiânia

GOIÂNIA – GOIÁS
MARÇO DE 2016

A meu esposo Alcimar Arantes
Barbosa e minha filha Maria Cecília
Castro Arantes que com seu amor
incondicional me deram coragem e
muito apoio para realização desta
enorme conquista.

Agradecimentos

A Deus, que me tem dado vida e saúde para completar esta jornada. Em sua imensa grandeza, protegeu-me e guiou-me guardando-me de todos os perigos pelos aproximadamente 16.000 quilômetros percorridos em viagens semanais de Rio Verde à Goiânia, 2.400 quilômetros de Paraúna à Goiânia, e aproximadamente 8.000 quilômetros de Posse à Goiânia, quase 30.000 quilômetros de idas e vindas, muitos deles percorridos durante minha gestação. A ele toda honra e toda Glória, pois suas obras são grandiosas, e sua bondade infinita. Agradeço também a minha mãe Maria Santíssima na pessoa de Nossa Senhora Desatadora dos Nós, a quem recorri sempre e pedi intercessão nos momentos mais difíceis, em que só por sua misericórdia consegui vencer.

À Pontifícia Universidade Católica pela oportunidade de cursar esta pós-graduação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG que viabilizou financeiramente este mestrado.

A todos os professores do Programa de Mestrado pelo apoio e contribuições à minha formação. Especialmente ao meu orientador, Professor Doutor José Elmo de Menezes, pela paciência, atenção e todas as contribuições.

Ao meu esposo, Alcimar Arantes Barbosa, com quem compartilho sonhos e que em nenhum momento poupou esforços para me ajudar a alcançá-los, me apoiando incondicionalmente, entendendo minhas ausências e me incentivando mesmo quando eu mesma já acreditava não ser capaz de ir adiante.

À minha filhinha Maria Cecília Castro Arantes que me acompanha bravamente. A ela, meu amor, meus agradecimentos e promessas de que retribuirei toda alegria e companheirismo que ofereceu durante este período.

Aos meus pais, Carlos e Sandra, que incutiram em mim a permanente vontade de estudar, fazendo-me acreditar plenamente no poder transformador da educação e me tornaram quem sou, uma professora idealista e sonhadora.

E a todos os demais amigos, colegas e companheiros que de algum modo e em algum momento contribuíram para que eu conseguisse chegar até aqui.

“... Por isso, eu rogarei a Deus, apresentarei minha súplica ao Senhor. Ele faz coisas grandes e insondáveis, maravilhas incalculáveis...”. Jó, 5, 8-9.

RESUMO

Este estudo aborda a aplicação de métodos estatísticos para análise da qualidade da produção de farelo e óleo degomado de soja. Como objeto do estudo de caso tem-se a Indústria Guará, a qual forneceu os dados necessários. Estes foram analisados aplicando-se métodos estatísticos, tais como Anova e Teste de Tukey, análise da estabilidade através de cartas de controle e análise da capacidade do processo. Com as análises, chegou-se à conclusão de que os armazéns realmente influenciam na qualidade da soja, principal matéria prima da empresa. Verificou-se também que grande parte das características de qualidade dos produtos produzidos demonstram que os processos não estão estáveis e não são capazes. Durante o estudo, foram levantados ainda os principais problemas de qualidade que a empresa possui, bem como as causas destes. Por fim, este trabalho demonstra importantes informações sobre a empresa e sugere melhorias para garantir ganhos efetivos na qualidade dos produtos finais e, conseqüentemente, melhores resultados para a organização, evitando e eliminando custos de qualidade desnecessários.

Palavras chave: Qualidade. Métodos estatísticos. Controle Estatístico de Processo. Teste de Tukey. Custo da Qualidade.

ABSTRACT

This study deals with the application of statistical methods for analysis of the quality production of the Meal and Degummed soybean Oil. As Case Study object has Guará Industry, which provided the necessary data. These were analyzed by applying statistical methods such as ANOVA and Tukey Test, stability analysis using control charts and process capability analysis. With the analysis came to the conclusion that the warehouse actually influence the quality of soybeans, the main feedstock of the company. It was also found that much of the quality characteristics of the products produced show that the processes are not stable and are unable. During the study, also rose at the main quality problems the company owned, as well as the causes of these. Finally, this work shows important information about the enterprise and suggests improvements to ensure effective gains in the quality of final products and consequently better results for the organization, preventing and eliminating unnecessary quality costs.

Keywords: Quality. Statistical methods. Statistical Control of Process. Tukey Test. Quality Costs.

Lista de figuras

Figura 1- Exemplo de Fluxograma - Processo de embarque aéreo	22
Figura 2 - Diagrama de causa e efeito	23
Figura 3 – Diagrama de Pareto	24
Figura 4 – Histograma	25
Figura 5 – Gráfico de Dispersão.....	26
Figura 6 - Classificação dos custos da qualidade	33
Figura 7 - Gráfico de Controle	39
Figura 8 - Fluxograma do processo de armazenagem de grãos	56
Figura 9 - Gráfico capacidade de armazenamento	57
Figura 10 - Exemplo de resíduos de processo de limpeza dos grãos	58
Figura 11 - Gráfico Resíduos de Limpeza de Grãos	59
Figura 12 - Armazém Geral unidade de Acreúna	59
Figura 13 - Moegas	60
Figura 14 - Armazém graneleiro	61
Figura 15 - Fornalha	61
Figura 16 - Vista interna do armazém graneleiro e cabos do sistema de termometria	62
Figura 17 - Armazém Geral Unidade de Palmeiras de Goiás- GO.....	62
Figura 18 - Secadores Palmeiras	63
Figura 19 - Fornalhas Unidade Palmeiras.....	63
Figura 20 - Armazém graneleiro – Santa Helena	64
Figura 21 - Secadores, elevadores e Silo – Santa Helena	64
Figura 22 - Armazém de Montividiu.....	66
Figura 23 – Armazém Rio Verde	67
Figura 24 – Teste de Tukey – Análise da umidade da soja recebida nos armazéns.....	70
Figura 25 – Teste de Tukey – Análise da umidade da soja enviada dos armazéns para a Indústria.....	72
Figura 26 – Teste de Tukey – Análise da impureza da soja recebida nos armazéns.....	73
Figura 27 – Teste de Tukey – Análise da impureza da soja enviada dos armazéns para a Indústria.....	76

Figura 28 – Teste de Tukey – Análise da Avariados da soja recebida nos armazéns.....	78
Figura 29 – Teste de Tukey – Análise de avariados de soja enviada dos armazéns para a Indústria.....	80
Figura 30 – Teste de Tukey – Análise de grãos esverdeados da soja recebida nos armazéns.....	81
Figura 31 – Teste de Tukey – Análise de esverdeados de soja enviada dos armazéns para a Indústria.....	82
Figura 32 – Diagrama de Pareto Farelo de Soja.....	87
Figura 33 – Diagrama de Pareto Óleo de Soja.....	87
Figura 34 – Diagrama de causa e efeito problema de Qualidade Farelo de Soja – Umidade Alta.....	88
Figura 35 – Diagrama de causa e efeito problema de Qualidade Farelo de Soja – Proteína Baixa.....	89
Figura 36 – Diagrama de causa e efeito problema de Qualidade Óleo de Soja – Acidez Alta.....	90
Figura 37 – Diagrama de causa e efeito problema de Qualidade Óleo de Soja - Alto Teor de Clorofila.....	91
Figura 38 – Gráfico de valores individuais - Rendimento de Óleo de Soja com adição de quirera.....	94
Figura 39 – Gráfico de Valores Individuais – Rendimento de Óleo de soja sem adição de quirera.....	95
Figura 40 – Gráfico de Valores Individuais - processo estável – Rendimento de Óleo de soja sem adição de quirera.....	96
Figura 41 – Gráfico de Valores Individuais – Umidade Farelo de soja.....	98
Figura 42 – Gráfico de Valores Individuais – processo estável – Umidade Farelo de soja.....	99
Figura 43 – Análise de capacidade – Umidade Farelo de soja.....	100
Figura 44 – Gráfico de Valores Individuais – Extrato Etéreo Farelo de soja.....	101
Figura 45 – Gráfico de Valores Individuais – processo estável – Extrato Etéreo Farelo de soja.....	102
Figura 46 – Análise de capacidade – Extrato Etéreo Farelo de soja.....	103
Figura 47 – Gráfico de Valores Individuais – Proteína Farelo de soja.....	104

Figura 48 – Gráfico de Valores Individuais – processo estável - Proteína Farelo de soja.....	105
Figura 49 – Análise da capacidade – Proteína Farelo de soja	106
Figura 50 – Gráfico de Valores Individuais – Umidade Óleo degomado	107
Figura 51 – Gráfico de Valores Individuais – Processo estável - Umidade Óleo degomado	108
Figura 52 – Análise da capacidade – Umidade Óleo degomado.....	109
Figura 53 – Gráfico de Valores Individuais - Acidez Óleo degomado	110
Figura 54 – Gráfico de Valores Individuais – processo estável - Acidez Óleo degomado	111
Figura 55 – Análise de capacidade – Acidez Óleo de degomado	112
Figura 56 – Gráfico de Valores Individuais – Sabões.....	113
Figura 57 – Gráfico de Valores Individuais – processo estável – Sabões.....	114
Figura 58 – Análise de capacidade – Sabões	115
Figura 59 - Fluxograma do processo de produção de óleo degomado e farelo de soja.....	138

Lista de tabelas

Tabela 1 - Análise de Variância (Balanced ANOVA no Minitab) para o estudo R & R do exemplo.....	43
Tabela 2 – Modelo conceitual Análise características de qualidade Farelo de soja.....	52
Tabela 3 – Modelo conceitual Análises características de qualidade Óleo degomado	52
Tabela 4 – Dados armazéns gerais da Indústria Guará	57
Tabela 5 – Teste de Tukey – Umidade – Análise de entrada nos armazéns	69
Tabela 6 – Teste de Tukey – Umidade – Análise de saída dos armazéns.....	71
Tabela 7 – Teste de Tukey – Impureza – Análise de entrada nos armazéns.....	72
Tabela 8 – Teste de Tukey – Impureza – Análise de saída dos armazéns	74
Tabela 9 – Teste de Tukey – Avariados – Análise de entrada nos armazéns.....	77
Tabela 10 – Teste de Tukey –Avariados – Análise de saída dos armazéns	78
Tabela 11 – Teste de Tukey – Esverdeados – Análise de entrada dos armazéns....	80
Tabela 12 – Teste de Tukey – Esverdeados – Análise de saída dos armazéns	81
Tabela 13 – Teste de Tukey – Umidade – Comparativo Entrada e Saída por armazém	84
Tabela 14 – Teste de Tukey – Impureza – Comparativo Entrada e Saída por armazém	84
Tabela 15 – Teste de Tukey – Avariados – Comparativo Entrada e Saída por armazém	84
Tabela 16 – Teste de Tukey – Esverdeados – Comparativo Entrada e Saída por armazém	85
Tabela 17 – Medidas resumo para Gráfico de valores individuais - Rendimento de Óleo de Soja com adição de quirera	94
Tabela 18 - Medidas resumo para Gráfico de valores individuais - Rendimento de Óleo de Soja sem adição de quirera	96
Tabela 19 – Medidas resumo para os Gráficos de Valores Individuais apresentados.....	116
Tabela 20 – Análise PPM – Partes por milhão fora dos limites de especificações.....	117
Tabela 21 – Controle de produção da indústria.....	130
Tabela 22 – Análise laboratorial característica dos produtos finais.....	134

Tabela 23 - Limites de especificações para classificação de Soja	141
Tabela 24 – Relatórios de classificação de grãos recebidos nas Unidades Armazenadoras	150
Tabela 25 – Relatórios de classificação de grãos enviados das Unidades Armazenadoras para a Indústria Guará	152

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	13
1.1 Problemática	14
1.2 Justificativa	14
1.3 Objetivos.....	15
1.4 Delimitações	16
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1. Qualidade	18
2.1.1 Definições de qualidade	18
2.1.2 Sistemas de gestão da qualidade	19
2.1.3 Ferramentas da Qualidade.....	21
2.2 Custo da qualidade	27
2.2.1 Classificação dos custos da qualidade.....	31
2.2.2 Custos da não qualidade.....	34
2.2.3 Origem do conceito do custo da qualidade	36
2.3 Métodos estatísticos	38
2.3.1. Controle Estatístico de Processo	38
2.3.2. Capacidade do Processo	40
2.3.3 Anova – Análise de variância	42
2.4 Trabalhos correlatos	45
CAPÍTULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	48
3.1 Abordagem de pesquisa	48
3.2 Delimitações da pesquisa	50
3.3 Análises Estatísticas	50
3.4 Descrição do objeto de Estudo	52
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
4.1 Descrição dos Armazéns Gerais da empresa estudada	55

4.1.1 Armazém Geral – Unidade localizada em Acreúna – GO	59
4.1.2 Armazém Geral – Unidade localizada em Palmeiras de Goiás – GO	62
4.1.3 Armazém Geral – Unidade localizada em Santa Helena de Goiás - GO	64
4.1.4 Armazém Geral – Unidade localizada em Montividiu - GO	65
4.1.5 Armazém Geral – Unidade localizada em Rio Verde - GO	67
4.2 Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey - classificações e características de qualidade	68
4.3 Diagnósticos dos problemas observados	85
4.3.1 Problemas de qualidade do Farelo e Óleo degomado de soja e respectivas causas.....	86
4.3.2 Adição de quirera ao processo.....	92
4.3.3 Análise de estabilidade e capacidade baseada em resultados de análises dos produtos finais	97
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES	118
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122
Apêndice 1 – Roteiro Entrevista estruturada	129
Apêndice 2 - Base de dados análise de produção.....	130
Apêndice 3 – Análises Laboratoriais produto final	134
Apêndice 4 – Descrição dos processos industriais analisados.....	137
Apêndice 5 - Base de dados - Análise Anova e Teste de Tukey	150

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

A partir da década de 1950 as empresas passaram por um momento de forte concorrência global e focaram seus trabalhos em produzir produtos com alto nível de qualidade, o que era considerado, nesse período, como um grande diferencial competitivo (GUILHERMET; MATIELLO, 2013).

Durante um tempo, empresas que possuíssem cuidado quanto à qualidade do seu produto criavam para si um diferencial competitivo que as tornava superiores às demais, mas com o passar dos anos tal questão deixou de ser um diferencial tornando-se exigência do consumidor.

Segundo Paladini (2010), considera-se a qualidade como um fator fundamental para as empresas de hoje. A empresa, o produto, o serviço, que não tem qualidade estão fora do mercado.

Neste aspecto, torna-se imprescindível para as organizações que queiram manter-se no mercado prezar pela qualidade de seus produtos e serviços, sendo necessário, assim, realizar o gerenciamento e controle da qualidade.

A qualidade também pode ser vista como a perda (mínima) transmitida pelo produto para a sociedade em um determinado período. A má qualidade ou perdas no processo afetam diretamente o lucro das organizações, e a má qualidade gera maiores custos relativos aos produtos defeituosos às empresas, assim diminuindo seu lucro (TSOU, 2007). Quando produz sem observação da qualidade, a organização pode ter diversas perdas, que vão desde a perda financeira gerada pelo item com defeito, por exemplo, até a perda na imagem da organização, que pode ser mal vista pelos seus clientes e ganhar um estigma de que possui qualidade ruim.

Do mesmo modo, há custos gerados pela qualidade, pois para instaurar controle e garantir a qualidade também existem custos. Os custos da qualidade podem ser classificados em duas principais categorias: Custo do controle e Custo das falhas dos controles de qualidade. Os custos do controle envolvem: custo da prevenção e custos de avaliação. Já os custos das falhas dos controles envolvem custos das falhas internas e externas (ROBLES, 1996).

Melhorar a qualidade torna-se imprescindível para manter-se competitivo, não só para melhorar o desempenho, mas também para a

sobrevivência no mercado. Portanto, não se trata de uma questão de escolha. Muitas empresas têm conseguido desempenho operacional acima dos concorrentes e bons desempenhos financeiros empregando várias medidas para melhoria da qualidade (CHENG; LEE; RHEE, 2013).

Desse modo, ciente de que a qualidade passou a ser não só um diferencial, mas uma exigência para manutenção das organizações no mercado, faz-se necessário que estas invistam para garantir que seus produtos e serviços possuam qualidade.

Portanto, este estudo se propõe a ampliar o conhecimento sobre essa temática de modo que, a partir da compreensão aplicada à organização em questão, seja possível garantir melhorias reais, fazendo com que esta consiga cumprir seus objetivos com bom nível de qualidade.

1.1 Problemática

O problema direcionador desta pesquisa atém-se a responder os seguintes questionamentos:

É possível que o processo de armazenagem de grãos influencie negativamente a qualidade destes, gerando perdas no processo produtivo? Qual a real influência da armazenagem sobre a qualidade do produto final produzido pela organização?

A produção de farelo e óleo degomado de soja é estável e capaz, produzindo a empresa produtos dentro das especificações de acordo com as expectativas dos consumidores?

1.2 Justificativa

Através deste estudo, será possível conhecer melhor a organização, verificando a utilização da gestão da qualidade, ferramentas, certificações e métodos, e, caso estes não sejam utilizados, será possível mapear as causas da não utilização.

Conforme defendido por Souza (2001), os custos da não qualidade devem ser identificados e mensurados com o objetivo de ser utilizados como direcionadores de ações de melhoria e como incentivo à continuidade do programa de qualidade.

Atualmente, porém, apenas uma minoria de organizações utiliza métodos de identificação de custo da qualidade (GADALETA *et al*, 2007).

Trabalhos existentes sobre o assunto não abordam o segmento de beneficiamento de soja e têm como foco outras regiões do país, não analisando especificamente a região Centro Oeste, tampouco o estado de Goiás, que, como se sabe, possui particularidades que precisam ser estudadas com atenção.

Ressalta-se que a região Centro Oeste do país e o Sudoeste Goiano, onde está localizada Rio Verde, é uma das regiões com maior potencial agrícola. O Centro Oeste brasileiro é a região do país que mais produz soja: sozinha é responsável por 50% da produção de soja e por 42% de toda a produção de grãos do Brasil. Conforme dados da última safra 2012/2013, a produção total de soja do país somou 82mil toneladas. Deste total, o Estado de Goiás é responsável por mais de 10% da produção e mais de 20% da produção da região Centro Oeste (CONAB, 2014).

Assim, a pesquisa se justifica pela relevância do tema, capaz de constituir-se como importante diferencial competitivo, uma vez que empresas que possuem qualidade e controlam adequadamente seus processos conseguem identificar melhor os problemas e reduzi-los. Quanto à aplicação do tema à realidade do Estado de Goiás, e especificamente para a cidade de Rio Verde, em uma empresa beneficiadora de soja, esta é fundamental devido à importância do segmento agrícola e a relevância da região como uma das maiores produtoras e beneficiadoras de soja do país.

1.3 Objetivos

Observando a temática, estudou-se a qualidade na produção de farelo e óleo de soja degomado, usando como objeto de estudo uma organização de médio porte, localizada em Rio Verde – GO.

Esta dissertação tem como objetivo geral estudar a qualidade da produção de farelo e óleo degomado de soja, através da aplicação de análises estatísticas e Controle estatístico do processo.

Como objetivos específicos o estudo propõe:

- Caracterizar a empresa e seu processo de produção;

- Descrever o processo de armazenamento de grãos realizado pela empresa objeto deste estudo, e suas características.

- Indicar a existência de diferenças significativas entre características de qualidade na entrada e saída dos grãos nos armazéns gerais, verificando a existência de influência da armazenagem sobre a qualidade destes.

- Analisar a estabilidade e capacidade dos processos com base em resultados de análise de padrões de qualidade dos produtos finais produzidos.

Como visto, este estudo não está voltado necessariamente para a mensuração quantitativa dos custos da qualidade, mas para compreender melhor o processo de produção de farelo e óleo degomado de soja, analisá-lo através de métodos estatísticos, observando se há falhas e se estas são capazes de gerar algum reflexo negativo que pode, por consequência, ocasionar custos da qualidade.

1.4 Delimitações

Goiás é o 4º Estado com maior capacidade de processamento de soja do país e, dentre as 14 principais unidades industriais beneficiadoras de soja do estado, 36% estão alocadas no Município de Rio Verde. Além disso, 22% das empresas responsáveis por refino e envase de óleo de soja do Estado de Goiás também se encontram na cidade (ABIOVE, 2014).

Em Rio Verde estão instaladas algumas das maiores empresas beneficiadoras de soja como: Cargill Agrícola, COMIGO - Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano, Grupo Cereal, Brejeiro, dentre outras como Cereal Ouro, Sementes Vitória e Sementes Goiás, constituindo-se assim numa cidade com grande representatividade no cenário nacional de armazenagem e beneficiamento de grãos, sendo amostra de pesquisa bastante relevante para este estudo.

Estes fatores foram determinantes, gerando o direcionamento da pesquisa para ser realizada especificamente nesta cidade do Estado de Goiás. Empresas beneficiadoras de grão da região de Rio Verde e de todo Estado poderão visualizar, com base neste estudo, a importância do tema para a gestão dos negócios e assim investir na melhor utilização da Gestão da Qualidade para melhorias em seus processos.

Cabe ressaltar que este estudo foi realizado em indústria produtora de farelo de soja e óleo degomado de soja. Para melhor entendimento, existem conceitualmente três tipos de óleo de soja: óleo bruto ou cru, óleo degomado e óleo refinado. O óleo bruto ou cru é o óleo tal qual foi extraído do grão, produto obtido por prensagem mecânica e/ou extração por solvente, dos grãos de soja, isento de misturas de outros óleos, gorduras ou outras matérias estranhas ao produto. O óleo degomado é aquele que, após sua extração, teve extraídos os fosfolipídios, resíduos existentes e substâncias indesejáveis (BRASIL, 1993). O óleo refinado caracteriza-se por ser obtido após o tratamento que inclui degomagem, neutralização, clarificação e desodorização para tornar o óleo comestível (BRASIL, 2006).

Ou seja, o óleo bruto é o primeiro óleo extraído sem nenhum tratamento, o óleo degomado é o óleo obtido após a retirada de impurezas, geralmente destinado ao consumo animal, à produção de biocombustível e ao processo de refino. Já o óleo de soja refinado é a última versão do produto, mais pura e própria para consumo humano, é o tipo mais comum encontrado em supermercados e consumido pelas pessoas.

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos principais. Este, que é a Introdução, apresenta o tema central, a problemática e os objetivos norteadores do estudo. A seguir, no Capítulo 2, apresenta-se o Referencial Teórico, o qual traz conceitos e fundamentos acerca dos temas centrais, Qualidade e Custo. No Capítulo 3, Materiais e Métodos, são apresentados a Abordagem de pesquisa, tratando-se este de um estudo quantitativo e qualitativo sob forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso; além disso, apresenta-se também a delimitação da pesquisa, realizada em uma fábrica produtora de farelo e óleo degomado de soja localizada na cidade de Rio Verde – GO, e as Análises Estatísticas desenvolvidas, onde se realizou a aplicação de Controle Estatístico de Processo, Anova, Teste de Tukey, através do suplemento Action vinculado ao software Microsoft Excel, e através deste também se gerou gráficos de Pareto e Diagrama de Ishikawa. Posteriormente, no Capítulo 4, Resultados e Discussões, estão os resultados das análises e observações desenvolvidas. Por fim, no Capítulo 5, Conclusões, são descritas as conclusões centrais obtidas após a realização do estudo em questão.

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentadas definições importantes de Qualidade, Custo da Qualidade, Controle Estatístico do Processo e Métodos Estatísticos. Aqui será tratada, de modo sintético, a essência conceitualmente envolvida neste estudo, assim permitindo entender de modo mais satisfatório discussões que serão apresentadas ao longo do trabalho.

2.1. Qualidade

2.1.1 Definições de qualidade

De acordo com Robles Jr. (2003) a preocupação com a Qualidade existe desde os primórdios da era industrial, já a preocupação com processos é um pouco mais recente. A observação e busca de melhorias nos processos tanto operacionais quanto administrativos é conhecida como Total Quality Control – TQC, porém, até chegar a este ponto muitas mudanças ocorreram, muitos estudos foram feitos, fazendo com que as definições de qualidade fossem evoluindo e melhorando-se continuamente.

Assim, a seguir serão apresentados alguns destes conceitos que permitem entender o que é qualidade, sua importância e a diferença conceitual apresentada por diversos autores.

Para Juran (*apud* Oakland, 1994, p.15) qualidade é “adequação à finalidade ou uso”. Deming (*apud* Oakland 1994, p.15) diz que “qualidade deve ter como objetivo as necessidades do usuário, presentes e futuras”. Já Feigenbaum (*apud* Oakland 1994, p.15) conceitua qualidade como “o total das características de um produto e de um serviço referentes a marketing, engenharia, manufatura e manutenção, pelas quais o produto ou serviço, quando em uso atenderá às expectativas do cliente”.

Segundo Crosby (1999, p.87), “[q]ualidade é conformidade com os requisitos; é mensurável com toda precisão; o erro não é lei obrigatória da natureza”. Ou seja, para esse autor, se o produto está dentro das especificações e dos requisitos pré-estabelecidos para este, ele pode ser entendido como produto com qualidade.

Do ponto de vista de Oakland (1994, p.15) “[q]ualidade então é simplesmente o atendimento das exigências do cliente”. Garvin (1992), por

outro lado, discute que qualidade pode ser definida através de cinco principais abordagens diferentes: a transcendente, a baseada no produto, a baseada no usuário, a baseada na produção e a baseada no valor. Para este autor, conceituar qualidade não é algo simples, haja vista que o conceito se altera de acordo com a perspectiva de cada um dos agentes correlatos ao tema.

Montgomery (2013) apresenta, dentre os vários conceitos de qualidade existentes, o conceito moderno, para o qual qualidade é inversamente proporcional à variabilidade. Sendo assim, se a variabilidade nas características importantes de um produto decresce, a qualidade do produto aumenta, ou seja, quanto menor a variabilidade maior a qualidade.

Dessa maneira, pode-se observar que muitos são os conceitos apresentados, tendo muitos deles características conceituais em comum, cada qual de acordo com a ótica de cada autor trazendo contribuições importantes. O amontoado destes conceitos permite conhecer sob diferentes visões o conceito de qualidade, compreendendo-o melhor.

2.1.2 Sistemas de gestão da qualidade

O sistema de gestão da qualidade é também uma vertente dentro do contexto Qualidade a qual cabe estudar e definir melhor. Nesta sessão, trata-se do conceito de sistema de gestão da qualidade e suas contribuições para as organizações atualmente.

A gestão da qualidade é, essencialmente, um programa de melhoria contínua centrado em aprendizagem (WU; ZHANG, 2013). Tem como foco principal orientar as organizações na busca pela excelência em qualidade e a melhoria contínua, garantindo a seus clientes a satisfação de suas necessidades através de produtos que estejam adequados, que sigam um padrão de produção e atendam aos requisitos especificados.

Um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) é um sistema de gestão para dirigir e controlar uma organização com relação à qualidade. Para implantar o SGQ e buscar algum tipo de certificação, as organizações devem estar dispostas a cumprir algumas exigências, tais como aplicação de abordagem de processo, que exige que a empresa identifique os processos, compreenda a sua sequência e interação, elabore os procedimentos necessários, assegure a disponibilidade de recursos, controle desempenho e

tome medidas necessárias para alcançar a melhoria contínua. Tudo isso deve ser registrado através de documentos como as políticas de qualidade, objetivos de qualidade, manual de qualidade, procedimentos, registros, e assim por diante (FONS, 2011).

A Gestão da Qualidade (QM) consiste em um conjunto de princípios que se reforçam mutuamente, cada um dos quais é suportado por um conjunto de práticas e técnicas. Muitos estudos têm demonstrado que nem todas as práticas QM contribuem para a melhoria do desempenho. A aplicação de diferentes práticas de QM deve prescindir, inicialmente, do conhecimento de seus fins, para obtenção do máximo de benefícios, não podendo estas ser aplicadas aleatoriamente (WU; ZHANG, 2013).

Quando aplicados adequadamente às práticas, os métodos, técnicas e ferramentas da gestão da qualidade em muito contribuem para que as organizações consigam produzir com a qualidade esperada, e assim consigam maior eficiência, produtividade e rentabilidade crescente. Contudo, o uso destas de modo aleatório e indiscriminado pode, contrariamente, gerar gastos desnecessários à organização, sem alcance do retorno esperado.

Conforme apresentado por Wu e Zhang (2013), práticas de gestão da qualidade (QM) têm sido discutidas por muito tempo como sendo interdependentes conceitualmente, e estudos empíricos mostraram que os efeitos de algumas práticas são significativos, enquanto outras são mínimas. A questão da cultura nacional é também um fator que influencia a eficácia QM e explica a disparidade de desempenho, muitas implementações QM falharam por causa da ignorância dos fatores culturais.

As empresas ao redor do mundo estão usando cada vez mais sistemas de garantia da qualidade, para que haja um padrão de qualidade e segurança cada vez melhores de produtos e processos de produção. Esses sistemas de garantia de qualidade permitem a aplicação e verificação das medidas de controle destinadas a assegurar a qualidade e a segurança de produtos (TRIENEKENS; ZUURBIER, 2008).

Como visto, o sistema de gestão da qualidade possibilita melhorias significativas à organização, principalmente através da padronização. Para contribuir com a padronização e garantia da qualidade, as certificações e

normas são fundamentais, e umas das certificações mais conhecidas e utilizadas é a ISO 9000.

As Normas ISO são as normas internacionais que visam garantir uniformidade nos processos e evitar barreiras técnicas de comércio em todo o mundo. A essência de um sistema de qualidade ISO 9000 está baseado no estabelecimento de procedimentos, que devem ser seguidos, garantindo designação clara de responsabilidades e autoridades. A mais utilizada de todas as normas ISO é a série ISO 9000 de qualidade. Estas normas são independentes de qualquer setor específico. Na versão ISO 9001: 2000, os objetivos são: satisfação do cliente por atendimento aos requisitos, a melhoria contínua do sistema e prevenção de não conformidade (Trienekens; Zuurbier, 2008, p.111).

O sistema de gestão da qualidade depende de procedimentos padronizados com objetivos determinados. Para auxiliar na padronização, melhoria da qualidade através da identificação de causa raiz de problemas e proposições de soluções existem as ferramentas da qualidade, as quais serão conhecidas em maiores detalhes na próxima sessão.

2.1.3 Ferramentas da Qualidade

Com o passar dos tempos, estudos foram desenvolvidos e para contribuir com a busca pela qualidade e melhoria contínua surgiram as ferramentas da qualidade.

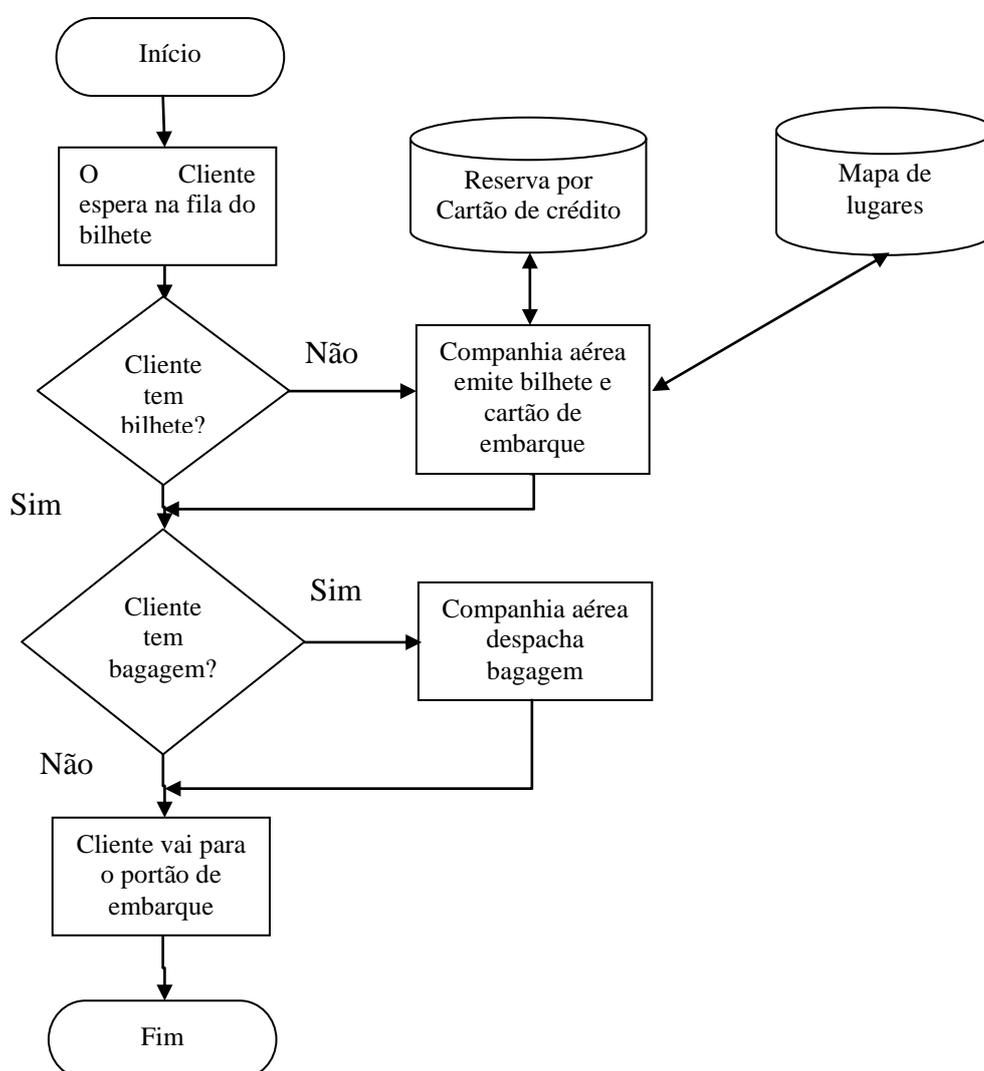
Juran (1998) diz que o clássico *Guia de Controle de Qualidade*, de Ishikawa, é geralmente considerado o primeiro manual de treinamento de ferramentas de resolução de problemas especificamente apresentadas para utilização na melhoria da qualidade. O livro era uma referência à formação de trabalhadores de fábrica que eram membros de círculos de controle da qualidade (QC), trazia as primeiras ferramentas da qualidade: fluxograma, brainstorming, diagramas de causa e efeito, diagrama de Pareto, histogramas, folhas de controle e diagramas de dispersão. Juran acrescenta, em sua obra, além destas, mais algumas ferramentas ao proposto na obra de Ishikawa, seriam estas: folha de verificação e gráficos e cartas de controle.

As ferramentas da qualidade são frequentemente citadas por alguns autores e percebe-se que no decorrer do tempo as ferramentas tradicionais permaneceram em utilização, porém outras novas denominações também foram criadas.

Segundo Juran (1998), as principais ferramentas da qualidade e a definição de cada uma são:

a) **Fluxograma:** Consiste em uma representação gráfica da sequência de passos necessários para produzir alguma saída/resultado. O resultado pode ser um produto físico, um serviço, informação, ou uma combinação dos três. Os símbolos de um fluxograma são específicos para algumas funções. Na Figura 1 pode-se observar um exemplo de fluxograma.

Figura 1- Exemplo de Fluxograma - Processo de embarque aéreo



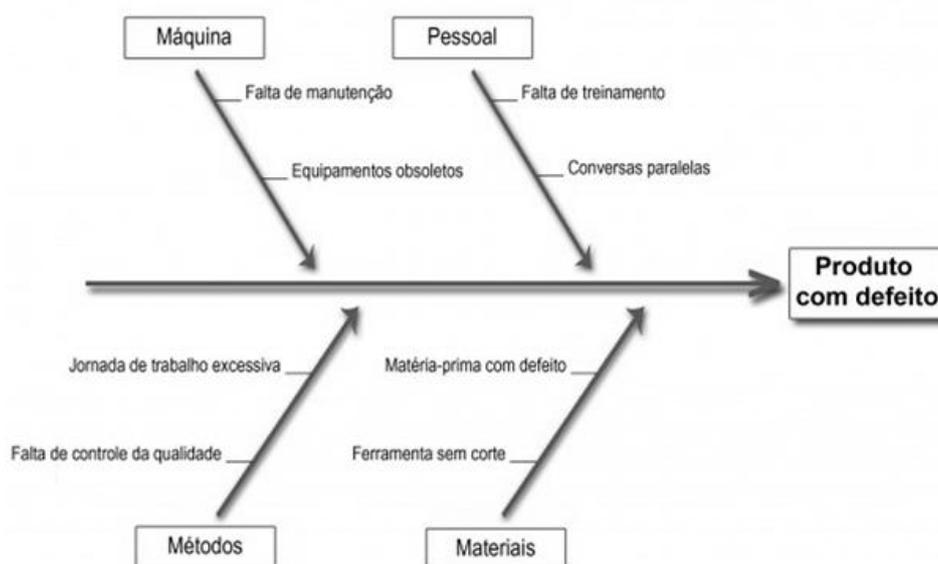
Fonte: Adaptado de Juran (1998).

b) **Brainstorming:** É uma técnica de grupo para a geração de ideias construtivas e criativas com a contribuição de todos os participantes. O uso

desta ferramenta deve proporcionar novas ideias ou novas aplicações e utilização de ideias que já existem.

c) Diagrama de Causa e efeito: Foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa, é frequentemente chamado de Diagrama de Ishikawa, em sua honra. Como pode ser visto na Figura 2, o modo como o diagrama é disposto também o leva a ser chamado de Espinha de peixe. Sua finalidade é organizar e exibir as interrelações de várias teorias à causa raiz de um problema. Ao focar a atenção sobre as possíveis causas de um problema específico de uma forma estruturada, sistemática, o esquema permite que uma equipe solucione problemas a partir da análise de suas causas potenciais, sanando-o definitivamente.

Figura 2 - Diagrama de causa e efeito



Fonte: Adaptado de Juran (1998).

d) Folha de verificação: Possibilita a reunião de dados objetivos, necessários para esclarecer o problema em questão.

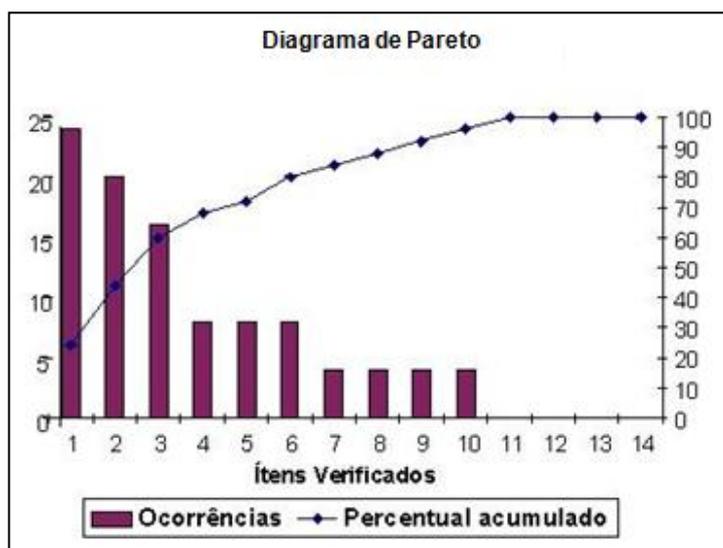
e) Gráficos e tabelas: É uma ampla classe de ferramentas utilizadas para resumir dados quantitativos em representações visuais. Três tipos de gráficos e tabelas que são especialmente úteis na melhoria da qualidade são: gráficos de linha, gráficos de barras e gráficos de pizza.

f) Estratificação: É a separação de dados em categorias. É usado para identificar quais categorias contribuem para o problema ser resolvido e

quais são dignas de uma investigação mais aprofundada. É uma técnica de análise que ajuda a identificar a localização ou origem de um problema de qualidade. A estratificação é a base para a aplicação de outras ferramentas, tais como Diagrama de Pareto e Diagramas de Dispersão.

g) Diagrama de Pareto: Esta é uma ferramenta usada para estabelecer prioridades, visando compreender quais fatores possuem maior relação com o problema analisado. Na Figura 3 tem-se um modelo de Diagrama de Pareto. Um diagrama de Pareto inclui três elementos básicos: (1) Os fatores contribuintes para o efeito total, classificados pela magnitude da contribuição; (2) a magnitude da contribuição de cada fator expresso numericamente; e (3) o percentual cumulativo dos efeitos totais dos fatores contribuintes para o problema classificado.

Figura 3 – Diagrama de Pareto

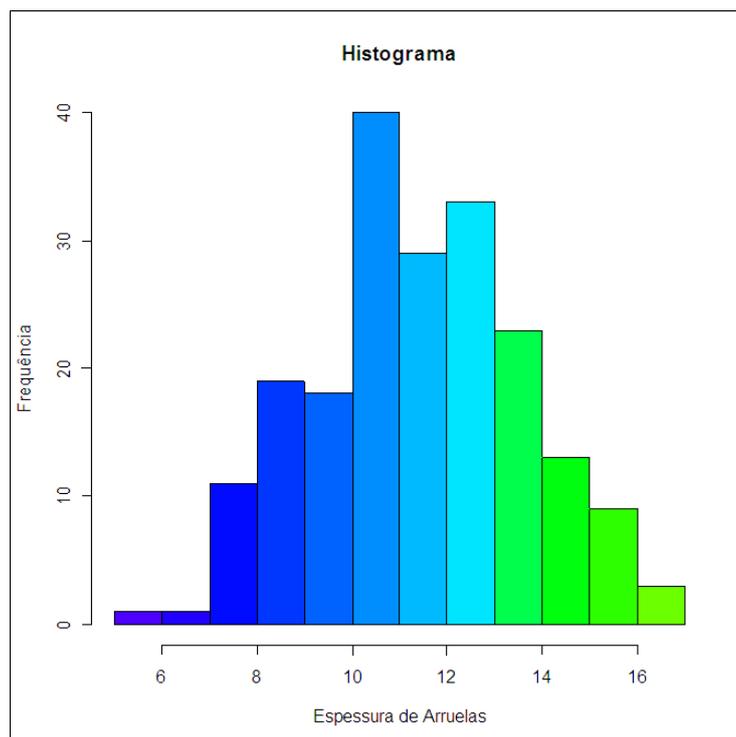


Fonte: Adaptado de Juran (1998).

h) Histograma: É uma imagem da distribuição de um conjunto de medições. Um histograma é um resumo gráfico de variação em um conjunto de dados. Quatro conceitos relacionados com a variação de um conjunto de dados fundamentam a utilidade do histograma: (1) os valores de um conjunto de dados mostram variação quase sempre, (2) exibe um padrão de variação, (3) padrões de variação são difíceis de ver nas tabelas numéricas simples, e (4) os padrões de variação são mais fáceis de ver quando os dados estão resumidos

graficamente num histograma. A análise consiste na identificação e classificação do padrão de variação mostrado pelo histograma, em seguida, relacionando o que se sabe sobre o padrão característico com as condições físicas em que os dados foram criados, para explicar o que nessas condições poderiam ter dado origem ao padrão. A Figura 4 representa um exemplo de histograma.

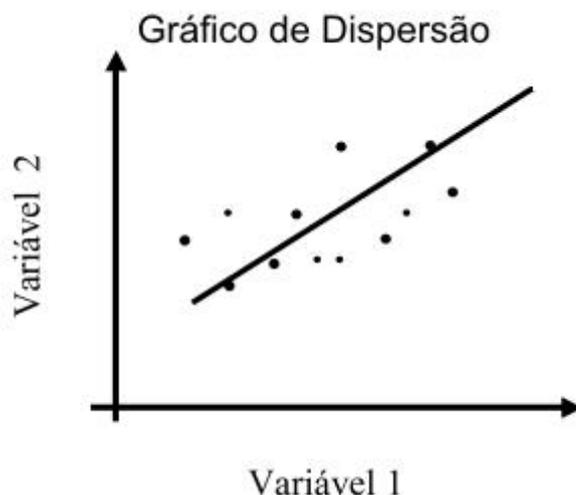
Figura 4 – Histograma



Fonte: Adaptado de Juran (1998).

i) Diagrama de Dispersão: É uma ferramenta utilizada para mapear a relação entre duas variáveis para determinar se existe uma correlação entre as duas, o que pode indicar uma relação de causa-efeito (ou indicar que não existe nenhuma relação de causa-efeito). Na Figura 5 é possível observar um exemplo deste.

Figura 5 – Gráfico de Dispersão



Fonte: Adaptado de Juran (1998).

j) Box Plot: É um gráfico resumo de cinco grupos de variação em um conjunto de dados. Os dados encontram-se resumidos por: o menor valor, segundo quartil, mediana, terceiro quartil, e maior valor. O Box Plot pode ser utilizado para exibir a variação em uma pequena amostra de dados ou para comparar a variação de um grande número de distribuições relacionada.

Após Juran e Ishikawa, muitos outros autores também criaram definições de ferramentas da qualidade, sempre com o objetivo de auxiliar a organização a alcançar a melhoria contínua.

Castro *et al* (2013) afirma que as ferramentas da qualidade são aplicadas para atender ao Ciclo de Deming ou Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action). Ferramentas específicas ou o conjunto destas podem ser aplicados para operacionalizar cada fase do ciclo PDCA, dependendo da maturidade de gestão de qualidade da empresa, e também sobre a complexidade do problema.

Castro *et al* (2013) define dois grupos de ferramentas de qualidade: o grupo de ferramentas elementares, definidas primeiramente por Kaoru Ishikawa; e um segundo grupo formado por um outro conjunto de cinco simples ferramentas de qualidade eficazes, que são aplicados no ciclo PDCA.

O segundo grupo de ferramentas, ainda na visão de Castro *et al* (2013), seria formado pelas ferramentas: Fluxograma e Brainstorming, cuja definição é similar ao conceito de Juran (1998); e Avaliação do desempenho, 5W2H e

Matriz Gravidade Urgência e Tendência (GUT). Assim, temos que: Avaliação do desempenho é um processo estruturado para comparar a organização, práticas ou resultados com as melhores práticas semelhantes em outras organizações, mesmo em um setor diferente, a fim de identificar oportunidades de melhoria; 5W2H (o quê, quando, quem, onde, por que, como, quanto); Plano de Ação é uma ferramenta muito simples e eficaz para descrever ações planejadas de forma cuidadosa e objetiva, garantindo assim a sua execução organizada; Matriz Gravidade Urgência Tendência (GUT) é uma forma muito simples, qualitativa e subjetiva de priorização que avalia um problema com base em três critérios: a gravidade, urgência e tendência.

Conforme mencionado, existem várias Ferramentas da Qualidade, cada qual com propósitos e finalidades pré-definidas. Individualmente, trazem contribuições significativas para resolução de problemas pontuais das organizações, possibilitando melhorias específicas. Já quando aplicadas em conjunto as possibilidades de benefícios são ainda maiores, uma vez que grande parte delas se complementa, podendo contribuir desde a identificação da causa raiz do problema analisado, até a escolha dos melhores caminhos para resolvê-lo, implantação da solução e acompanhamento do resultado final obtido pós-implantação. Ficando evidente assim, a contribuição das Ferramentas da Qualidade para a Gestão da Qualidade e para a garantia da melhoria contínua.

2.2 Custo da qualidade

A ausência da qualidade nos produtos e processos acarreta consequente aumento de custos. Estes algumas vezes são de fácil mensuração, outras vezes não.

O termo custo é amplamente utilizado no meio financeiro e econômico, e a maior parte das pessoas comumente tem consigo uma definição para custo, porém, nem todas elas estão de acordo com os moldes e conceitos contábeis aceitos.

Contabilmente, segundo o apresentado por Martins (2010), custo é um tipo de gasto relativo a um bem ou serviço utilizado na produção de outros bens e serviços. Já para Hansen e Mowen (2009), custo representa o custo total de fabricação de produtos completados durante o período em curso, ou

seja, todos os recursos despendidos para que o item em questão possa ser produzido satisfatoriamente.

Fons (2012) defende que em inúmeras organizações há ainda uma grande dissociação do controle de custos realizados pela contabilidade com a gestão dos custos da qualidade. Uma das principais causas dessa dissociação é o fato de inúmeras organizações projetarem seu sistema de contabilidade apenas para cumprir as diretrizes regulamentares, regidas por normas centradas nas necessidades de acionistas, governo e autoridade ignorando a necessidade dos usuários internos. O ideal, no entanto, seria que os dois setores, contabilidade e qualidade, trabalhassem de modo relacionado o que possibilita benefícios tais como: unificar o método de medição de custos da qualidade e a prática contábil em um único sistema melhorando a etapa Check/verificar do ciclo PDCA (planejar, fazer, checar, agir), através do aumento da sua eficácia e eficiência. A integração permite aos gerentes conectar as informações financeiras com as suas causas reais, proporcionando assim mais informações, de modo a apoiar decisões coerentes feitas em diferentes níveis de gestão (estratégico, tático e operacional).

Nota-se que as duas áreas, contabilidade e qualidade, devem estar interligadas para que a mensuração dos custos da qualidade seja realizada de maneira adequada. Essa tarefa deve ser realizada em conjunto e não somente por uma ou outra área, pois a dissociação das áreas leva a informações incompletas e inadequadas que não contribuirão com os usuários a quem se destinam.

O conhecimento do conceito e aplicação do Custo da qualidade, bem como uma estimativa realista dos custos da qualidade, é primordial para uma organização que busca a Gestão da Qualidade Total (TQM). Porém, só uma minoria de organizações tem utilizado métodos formais de cálculo de custo de qualidade, e isso se deve, em parte, ao fato de que custos de qualidade são difíceis de mensurar (GADALETA *et al*, 2007).

Apesar da importância do conceito, a mensuração dos custos da qualidade ainda não é realizada na maioria das organizações, tanto pelo desconhecimento quanto pela dificuldade de apuração.

As organizações devem considerar o custo da qualidade como um processo a ser implantado e mantido em longo prazo. Ao buscar a redução

deste, a qualidade é melhorada e, conseqüentemente, melhora-se a satisfação de seus clientes, resultando, deste modo, em impacto direto sobre os resultados da organização. As empresas podem perder dinheiro por não conseguir realizar ações efetivas para reduzir seu custo da qualidade, mesmo pequenas reduções no custo da qualidade podem aumentar a rentabilidade de uma empresa de modo significativo (CHOPRA; GARG, 2012).

No entanto, para entender melhor a importância da mensuração dos custos da qualidade e as vantagens que a mensuração pode trazer para a organização, faz-se necessário conhecer melhor o conceito.

Custos da qualidade são os custos associados com a definição, criação e controle da qualidade, bem como com a determinação de valor e retorno da conformidade com a qualidade, confiança e requisitos de segurança (ROBLES JR, 2003).

Crosby (1999) afirma que o custo da qualidade pode ser compreendido como despesa de fazer coisas erradas. É toda a sucata, retrabalho, garantia, inspeção, testes e atividades necessárias devido à existência de não conformidades.

Segundo Villar, Smith e Simonton (2012), Custo de Qualidade são custos incorridos no projeto, implantação, operação e manutenção de um sistema de gestão da qualidade, o custo de recursos comprometidos com a melhoria contínua, o custo das falhas do sistema, produtos e serviços e todos os outros custos e atividades que não são necessários e que não agregam valor para produzir um produto ou serviço de qualidade.

Os custos totais de qualidade representam a diferença entre o custo real de um produto ou serviço e o que este custaria se a qualidade fosse perfeita. Esse conceito deve ser entendido como um sistema abrangente, não uma ferramenta fragmentada (CHOPRA; GARG, 2012).

Os valores despendidos para que se possa produzir um produto de qualidade, que garanta alto nível de satisfação do cliente, é chamado de custo da qualidade. Estes devem ser cuidadosamente administrados, garantindo que a empresa consiga produzir um produto ou serviço competitivo, com equilíbrio entre qualidade e custo. Assim como os demais custos das organizações, estes também podem ser orçados, medidos e analisados (OAKLANAD, 1994).

Nota-se que a maioria dos conceitos de custo da qualidade apresentados coincide em muitos pontos, concordando que os custos da qualidade são custos gerados pela não adequação de produtos e serviços, que podem gerar gastos internos e externos, e também custos gerados para garantir que os produtos possuam a qualidade esperada.

Montgomery (2013, p.18) diz que “os custos da qualidade são categorias de custos que estão associadas a produzir identificar, evitar ou reparar produtos que não correspondem às especificações”.

Nota-se que o conceito apresentado acima liga-se bastante às definições pioneiras de qualidade. Crosby afirma que qualidade é conformidade com as especificações, e Montgomery interliga os dois conceitos afirmando que os custos da qualidade se referem a problemas com produtos que não estão de acordo com as especificações, ou seja, produtos sem qualidade. Daí pode ter surgido outra definição importante, o conceito de custo da não qualidade. Alguns autores apresentam o termo custo da não qualidade ou má qualidade para definir custos gerados por produtos não conformes. Assim, pode-se levantar que todos os três conceitos – qualidade, custos da qualidade e custos da não qualidade – estão estritamente relacionados. Adiante reservar-se-á uma sessão deste trabalho justamente para apresentar o conceito de custo da não qualidade.

Outro conceito para custo da qualidade, defendido por Fons (2012), é que custos da qualidade representam o montante de dinheiro que uma empresa tenha renunciado (ou perdido, de qualquer gasto, ou valores não obtidos), devido à ineficácia ou ineficiência no desenvolvimento de suas atividades.

Diferentemente de conceitos de outros autores apresentados até aqui, que só consideram como custo da qualidade aquele efetivamente incorrido, o conceito acima também considera como custo da qualidade os valores não recebidos, receitas não geradas e lucros cessados.

Do ponto de vista de Kureshi, Mahmood e Panthi (2012) a mensuração dos Custos da Qualidade precisa ser realizada não só para controle, como também para desenvolver o pensamento de qualidade dentro da organização, uma vez que melhoria contínua não pode ser alcançada sem que haja mensuração, não sendo possível gerenciar o que não pode ser medido.

Dessa forma, quando observado adequadamente e mensurado, melhorias podem ser realizadas a partir do diagnóstico, possibilitando ações que podem ser aplicadas, gerando mudanças efetivas.

Plante, Tang e Wang (2013) afirmam, em seu estudo, que à medida que a taxa de aprendizagem aumenta, diminuem os erros de produção, paradas e o custo da qualidade. Os autores observam ainda que à medida que se aumenta os investimentos em gestão através da aprendizagem induzida, os benefícios alcançados através da melhoria da qualidade são fortemente notados.

Entende-se que a aprendizagem e os treinamentos oferecidos a funcionários tendem a impactar diretamente os processos de produção, garantindo a melhoria contínua e reduzindo o custo da qualidade.

Na organização objeto desta pesquisa não é realizada a mensuração dos custos da qualidade ou da não qualidade, pela complexidade e desconhecimento do tema.

2.2.1 Classificação dos custos da qualidade

A classificação mais popular de custos da qualidade é prevenção-avaliação-falha (PAF), atribuída a Feigenbaum (1991) (*apud* CHEAH; SHAHBUDIN; TAIB 2010) que define: custos de prevenção como as despesas de prevenção de defeitos e não conformidades; custos de avaliação como os custos de avaliação de qualidade, a fim de assegurar que os produtos atendam aos requisitos; e custos de falhas, como os custos incorridos por causa de falha em atender aos requisitos.

Feigenbaum (*apud* VILLAR; SMITH; SIMONTON, 2012) diz que o modelo de controle de qualidade total ideal é o que reduz os dois segmentos principais dos custos de qualidade, os quais poderiam ser chamados custo de falhas e custos de avaliação, por meio de aumentos muito menores no terceiro e menor segmento, chamado de custos de prevenção.

Mais tarde, Juran *et al.* fundiu o conceito PAF de Feigenbaum com conceitos originais de Juran, o resultado é o que ficou conhecido como o COQ tradicional trade off entre os custos de prevenção, avaliação e falhas (VILLAR; SMITH; SIMONTON, 2012)

Para Campanella (1999) (*apud* CHEAH; SHAHBUDIN; TAIB, 2010) os custos da qualidade são compostos por dois componentes básicos: o custo de

conformidade e o custo da não conformidade. O primeiro consiste em custos de prevenção e de avaliação, e é também conhecido como custo voluntário. Já o último refere-se ao custo involuntário, e é composto de custos de falhas internas e externas.

Campanella (*apud* VILLAR; SMITH; SIMONTON, 2012) apresenta as definições para cada uma das categorias de custos da qualidade, segundo segue:

a) Custos de prevenção são os custos de todas as atividades especificamente destinadas a evitar a má qualidade em produtos e serviços.

b) Custos de avaliação são custos associados com a medição, avaliação de produtos ou serviços para assegurar a conformidade com padrões de qualidade e requisitos de desempenho.

c) Custos de falhas internas são os custos resultantes de produtos ou serviços não conformes com os requisitos, que ocorrem antes da entrega ou do envio do produto ou serviço para o cliente.

d) Custos de falhas externas são os custos resultantes de produtos ou serviços não conformes com os requisitos, que ocorrem após a entrega ou o envio do produto, e durante ou após fornecimento de um serviço ao cliente.

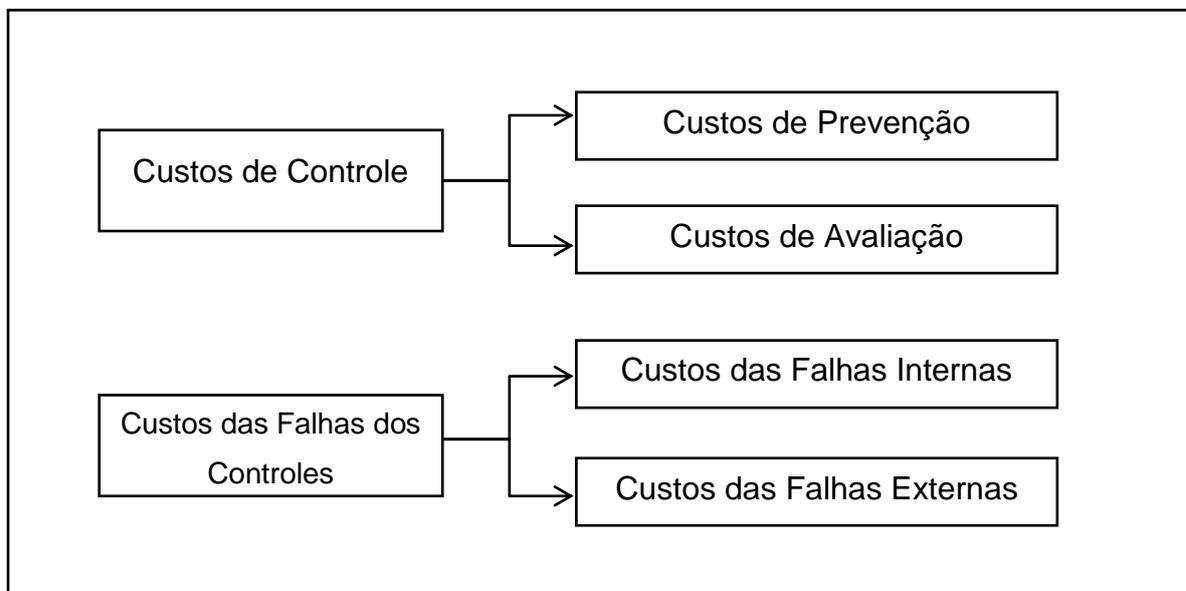
Segundo Fons (2012), modelos tradicionais separam custo da prevenção e custo de avaliação de custo das falhas e estabelece, uma relação entre estas duas categorias. Sob esta ótica clássica, quando o nível de custo da qualidade com prevenção e avaliação aumenta, os custos de falhas diminuem. O objetivo desse modelo é encontrar o nível de custo total da qualidade mínimo.

Dessa maneira, observa-se que a importância do estudo do custo da qualidade está também em mensurar o impacto das falhas internas e externas, ressaltando a importância da análise destas, que muitas vezes, como visto acima, pode levar a perder a confiança e a preferência de seus clientes. A correta identificação e mensuração dos custos da qualidade possibilita que ações sejam realizadas da melhor maneira possível, evitando que os problemas continuem a ocorrer denegrindo a imagem da empresa e fazendo com que ela perca clientes e, por conseguinte, mercado. Assim, é imprescindível compreender adequadamente as classificações de custo da

qualidade que, como visto, são muitas, tendo algumas características bastante comuns e outras nem tanto.

Robles Jr (2003) também distingue os Custos da Qualidade em duas categorias principais, como pode ser observado na Figura 6:

Figura 6 - Classificação dos custos da qualidade



Fonte: ROBLES JR (1996, p.58).

Dentro dos Custos do Controle estão as categorias Custos de Prevenção e Custos de Avaliação.

Robles Jr (1996) conceitua custos de prevenção como sendo custos e investimentos despendidos com atividades que possuem foco em garantir que produtos ou serviços insatisfatórios ou com problemas em sua composição não sejam produzidos. Já os custos de avaliação são gastos com atividades desenvolvidas na identificação de unidades ou componentes defeituosos antes da remessa para os clientes. Exemplos deste tipo de custo podem ser: testes e inspeções, equipamentos utilizados para estes; novos materiais; planejamento de inspeções; testes em ambientes de produção; depreciação dos equipamentos de testes e testes de confiança (ROBLES JR, 1996).

Já custos das falhas de controle é uma categoria de custos que pode ainda ser subdividida em outras duas: custos das falhas internas e externas.

Para Robles Jr (1996), custo das falhas internas são aqueles que estão relacionados à erros internos, tais como: falhas nos processos de compras,

suprimentos, programação e controle da produção e falhas no processo produtivo em si. Esse tipo de falha é identificado antes do produto ser remetido ao cliente, sendo exemplos desta: redesenhos, refugos e sucatas, tempo perdido devido à compra de materiais defeituosos, manutenção corretiva, custos financeiros do estoque adicional para suprir eventuais falhas, dentre outras.

Ainda conforme Robles Jr. (1996), os custos das falhas externas estão ligados às atividades realizadas de modo incorreto, a ponto de gerar problemas identificados após a entrega do produto ao cliente, tais como: expedição e recepção de produtos devolvidos, retrabalho garantias, vendas perdidas, reposição para manutenção da imagem perante o cliente, e outras.

Já os tipos de custo da qualidade definidos sob a vertente de Fons possuem classificação e conceito significativamente diferentes dos apresentados pelos demais autores.

Para Fons (2012), os custos da qualidade podem ser classificados em: custo da prevenção, custo da avaliação, custo das falhas, os quais podem ainda ser divididos em falhas internas e externas. Além desses conceitos, que se assemelham a outros ora aqui apresentados, temos o custo da qualidade indireta (ou custo de oportunidade), um dos tipos de custo da qualidade proposto por Fons não visto em definições de outros autores. O conceito consiste em lucros potenciais que não foram obtidos por causa de defeitos detectados pelos clientes. Em outras palavras, custo indireto de qualidade é o lucro líquido que uma empresa teria recebido se tivesse realizado as transações e vendas que foram frustradas devido às falhas e problemas de qualidade.

Algumas das classificações apresentadas assemelham-se, mas é relevante listá-las para que se tenha uma melhor visão sobre a dinâmica conceitual que há sobre o tema. Vários autores pesquisam e descrevem os tipos de custo da qualidade com diferenças conceituais, cada qual com contribuições específicas, assim, conhecer sobre estas classificações é primordial para compreender adequadamente o conceito de custo da qualidade, bem como visualizar na prática quais eventos podem gerá-lo.

2.2.2 Custos da não qualidade

Além do conceito de custo da qualidade, há também o conceito de custo da não qualidade, ou má qualidade, que é definido por alguns autores. Os conceitos a seu respeito, porém, diferem-se, sendo interessante conhecer do que este trata.

COPQ – Custo da má qualidade – é o custo relacionado à produção de produtos ou serviços de má qualidade, apresentando não conformidades com os padrões de qualidade exigidos pelos clientes. Podem ser entendidos como todos os custos gerados por o produto não atender às expectativas do cliente ou especificações de produção. Relaciona-se ao custo das falhas que ocorrem quando é necessário corrigir defeitos que surgem após a execução de uma atividade produtiva, a fim de corrigir o erro e atender às especificações. O Custo da má qualidade, assim como o custo da qualidade, pode ser dividido em subtipos, aqui classificado em custos internos e externos de falhas (KURESHI; MAHMOOD; PANTHI, 2014).

Nota-se que a classificação dos custos da qualidade e classificação dos custos da não qualidade são praticamente idênticas, como pode ser observado a seguir. A definição de custo da má qualidade interna e externa é bastante similar a conceitos apresentados no tópico anterior sob a ótica de autores como Campanella, Oakland, Robles Jr.

Os custos de má qualidade internos representam custo com falhas do produto identificadas antes que este seja entregue ao cliente. Incluem custo da sucata, desperdício de material e de mão de obra, despesas gerais associadas à produção, análise de falhas, retrabalho, sucata, reinspeção, reteste, o tempo de inatividade devido a problemas de qualidade, custo de oportunidade e outros. Já os custos de falhas externas são aqueles incorridos após a entrega do projeto para o cliente dentro da garantia. Exemplos deste tipo de custo seriam: reclamações de produtos com defeito, retorno de mercadorias defeituosas, recalls de produtos, dentre outros. Além disso, os custos de falhas externas incluem custos diretos e os custos indiretos, tais como mão de obra, viagens associadas com a investigação de reclamações de clientes, inspeção de garantia, testes de campo e reparos (KURESHI; MAHMOOD; PANTHI, 2014).

Assim, observa-se que os custos da má qualidade são os custos gerados por erros, falhas e imprecisões, por ineficiências no processo

produtivo, sendo que estas podem ser identificadas antes ou depois do produto ter sido entregue ao cliente; já o conceito de custo da qualidade é abrangente, mais completo e inclui tanto o custo da previsão, avaliação quanto o custo gerado pelas falhas. Pode-se concluir, então, que enquanto o custo da não qualidade observa e preocupa-se mais com os erros, o conceito de custo da qualidade é mais amplo, observando, além das falhas em si, o quanto é gasto para que as falhas possam de algum modo ser evitadas e/ou notadas.

2.2.3 Origem do conceito do custo da qualidade

Conforme apresentado por Juran (1998), durante os anos de 1950 houve a evolução de vários departamentos de gestão da qualidade, os chefes destes departamentos foram instigados a “vender” suas atividades aos gestores da empresa, através da principal linguagem destes: o dinheiro. Para convencer que as atividades de gestão da qualidade eram válidas, os argumentos principais deveriam ser os custos relacionados à qualidade. Ao longo das décadas, os especialistas de qualidade foram desenvolvendo estudos sobre os custos ligados a qualidade e tiveram algumas surpresas:

1. Os custos relacionados com a qualidade eram muito maiores do que tinha sido mostrado nos relatórios contábeis. Para a maioria das empresas, estes custos estavam na casa de 10 a 30 por cento do faturamento ou de 25 a 40 por cento de despesas operacionais.

2. Os custos de qualidade não eram simplesmente o resultado da operação da fábrica, as operações de apoio também eram grandes contribuintes.

3. A maior parte dos custos era resultado de má qualidade.

4. Embora alguns dos custos de qualidade fossem evitáveis, não havia claras ações para reduzi-las.

O conceito de custo da qualidade surgiu, então, para atender às necessidades de conhecer o real impacto dos custos da qualidade nas atividades organizacionais – visto que anteriormente os gestores lidavam com a qualidade às cegas, sem saber qual seu impacto econômico e financeiro – e era interessante também para que os gestores da qualidade pudessem convencer os altos gestores da importância da qualidade para as organizações.

A partir de 1950 as organizações que já tinham implementado a utilização de controles financeiros voltaram-se para avaliar custo ligado à qualidade, e assim iniciaram-se levantamentos formais sobre os mesmos. Algumas das razões para a mensuração dos custos da qualidade são: o aumento do custo da qualidade graças ao aumento da complexidade dos produtos associados a avanços tecnológicos; aumento da conscientização sobre os custos do ciclo de vida dos produtos inclusive custos de falhas de processos; surgimento da necessidade de profissionais da qualidade, gerentes e engenheiros informarem o custo da qualidade em termos financeiros. Nesse contexto, o custo da qualidade surge como ferramenta de controle financeiro, possibilitando à alta administração identificar possibilidades de reduzir custos da qualidade visualizando potenciais problemas (MONTGOMERY, 2013).

Villar, Smith e Simonton (2012, p.5921) apresentam algumas prospecções de como surgiu o conceito de custo da qualidade. Segundo eles os principais autores protagonistas da criação do conceito seriam Juran, Feigenbaum, Crosby e Freeman:

Os modelos e teorias modernas de Custo da qualidade foram desenvolvidos a partir dos trabalhos de Juran, Feigenbaum, Crosby, e Freeman. De acordo com JURAN et al., os custos decorrentes de defeitos eram uma mina de ouro na qual uma escavação lucrativa poderia ser feita. Juran também categoriza custo dos elementos de qualidade como material e imaterial. Logo depois, Feigenbaum desenvolve a classificação prevenção-avaliação-falha (PAF). A classificação PAF oferece vantagens específicas, tais como a sua universal aceitação, identificação de diferentes tipos de despesas e fornecimento de critérios para ajudar a decidir se os custos estão realmente relacionados à qualidade.

Já Kureshi, Mahmood e Panthi (2014, p. 297), baseados também em outros autores, creditam o conceito de custo da qualidade a Feigenbaum e Juran. Haveria, contudo, outros autores que foram precursores da criação do conceito, trazendo contribuições bastante positivas, como é o caso de Frank Gryna e WJ Masser:

De acordo com Harrington (1987), no início de 1950, Feigenbaum desenvolveu um sistema chamado "custo de qualidade". Campanella (1990) e Rao et al. (2010) afirmam que foi Juran que deu origem ao conceito de custos qualidade em seu primeiro Handbook Controle de Qualidade, em que ele faz sua famosa analogia do "ouro em uma mina". Ainda assim, Barbará et al. (2008), e Evans e Lindsay (2005) afirmam que a conceito de "COQ" e "custo da não qualidade" foi desenvolvido por Frank Gryna na década de 1950, com o objetivo de apresentar aos principais executivos a linguagem da qualidade

traduzida em valor monetário. No entanto, é amplamente aceito que o conceito tradicional COQ foi desenvolvido por WJ Masser, em seu artigo de 1957, "O gerente de qualidade e custos de qualidade", quando ele subdividia os custos de qualidade em prevenção, avaliação, e falha. A Sociedade Americana de Controle de Qualidade formou o Comitê de custos da Qualidade em 1961 para fazer a comunidade empresarial ciente dos custos da qualidade para que as empresas possam melhorar a sua qualidade através da medição de custos da qualidade (Campanella, 1990). Dois anos mais tarde, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos aprovou a programa de custo de qualidade em 1963. Finalmente, Feigenbaum (1977) desenvolveu o COQ modelo em seu livro clássico Controle da Qualidade Total.

Além de apresentar a definição de custos da qualidade, Juran também definiu os princípios fundamentais da análise do custo da qualidade, os quais justificam sua relevância e aplicação nas organizações.

Para Juran (1998), os princípios fundamentais da análise de custo da qualidade são:

- 1) Quantificar o tamanho dos problemas de qualidade em uma linguagem clara e que tivesse maior impacto sobre os gestores da empresa.
- 2) Identificar as principais oportunidades para a redução de custos;
- 3) Identificar oportunidades de reduzir a insatisfação dos consumidores e possíveis impactos nas vendas.

A seguir, na próxima sessão, será apresentada outra metodologia importante para a Qualidade, o Controle Estatístico de Processo - CEP, que também traz contribuições para a Gestão da Qualidade.

2.3 Métodos estatísticos

2.3.1. Controle Estatístico de Processo

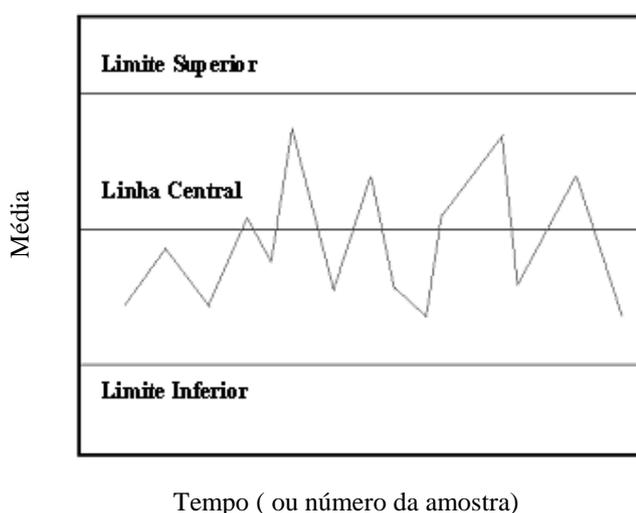
O Controle Estatístico de Processo – CEP foi criado na década de 1920 por Walter Shewhart, e fundamenta-se em métodos para compreensão, monitoramento e melhoria no desempenho do processo. Tornou-se um importante método para a Total Quality Management (TQM), auxiliando as organizações a repensarem seus processos e os adequar, buscando a melhoria dos mesmos (BEHBAHANI, SAGHAEI, NOOROSSANA, 2012).

Um gráfico ou carta de controle é uma das principais técnicas do Controle Estatístico do Processo ou CEP. Esse gráfico plota as médias das medidas de uma característica de qualidade em amostras do processo versus tempo (ou o número da amostra). O gráfico tem

uma linha central (LC) e limites superior e inferior de controle (LSC e LIC). A linha central representa onde essa característica do processo deveria estar se não estivessem presentes fontes de variabilidade. Os limites de controle são determinados a partir de algumas considerações estatísticas simples (MONTGOMERY, 2013, p. 8).

Assim, é possível observar que, dentro do método de Controle Estatístico de Processo, entre as técnicas mais utilizadas estão os gráficos de controle, os quais podem ser de variados tipos e demonstram visualmente como está o processo, se este se encontra estável ou não, dentro ou fora dos padrões de variabilidade previstos. Um modelo usual de gráfico de controle pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Gráfico de Controle



Fonte: Adaptado de Montgomery (2013)

Os métodos tradicionais de controle estatístico do processo (SPC) disponibilizam um grupo de testes estatísticos de uma hipótese geral que afirma que o valor médio da característica de qualidade de um processo ou a média do processo, em suma, demonstra a estabilidade deste, sendo que quanto mais próximo da marca central, menor é a variabilidade do processo analisado. Uma variedade de ferramentas gráficas, como gráficos de Shewhart, soma cumulativa (CUSUM) e média móvel exponencialmente ponderada (EWMA) foram desenvolvidas para monitorar média do processo (NEZHAD; NIAKI, 2010).

Como dito, existem vários tipos de gráficos ou cartas de controle, estes se dividem usualmente em dois principais grupos: cartas de controle para atributos e cartas de controle para variáveis. As cartas de controle por atributos subdividem-se em: gráfico de controle para não conformidades e gráficos de controle para a fração não conforme. Enquanto isso, as cartas de controle para variáveis dividem-se em: cartas de controle para \bar{X} e R, cartas de controle para \bar{X} e S e cartas de controle de Shewhart para medidas individuais, conforme o gráfico de controle para não conformidades.

As cartas de controle \bar{X} e R e \bar{X} e S estão amplamente difundidas graças a sua eficiência e simplicidade, porém, mesmo assim há situações em que a mensuração de uma característica de qualidade específica torna-se cara e demorada. Para essas situações, recomenda-se que sejam utilizados gráficos de controle baseado em inspeção atributo, os quais geralmente são mais simples e rápidos, gerando menores custos (HO; QUININO, 2013).

O gráfico de Controle \bar{X} é um dos tipos existentes de carta de controle variável e é bastante utilizado graças à simplicidade de sua aplicação. Seu principal objetivo consiste em detectar ocorrência de causas especiais no processo, o que possibilita que medidas corretivas possam ser tomadas rapidamente, evitando maiores impactos. A utilização desse tipo de gráfico requer a seleção de três variáveis, o tamanho da amostra n , h intervalo de amostragem e largura dos limites de controle k para o gráfico (GANGULY; PATEL, 2014).

2.3.2. Capacidade do Processo

Há duas importantes estratégias para aplicação do CEP. A primeira envolve o estudo de estabilidade do processo, em que são implementadas as Cartas de Controle. A segunda contempla o estudo de capacidade, em que se verifica se o processo está centrado e se é capaz de produzir dentro das especificações (KORZENOWSKI, 2013).

A análise de capacidade de um processo consiste em uma abordagem metodológica baseada na probabilidade e estatística, para mensurar a adequação do comportamento de uma ou mais características de interesse quanto a especificações previamente estabelecidas. É um método bastante

importante, pois possibilita a determinação da habilidade do processo em atender às especificações e os limites de tolerância do processo, além de permitir identificar o estado de controle dos processos, identificando se estes são capazes ou não de satisfazer as necessidades e requisitos estabelecidos pelo cliente (MARTINS; MENEZES; VACCARO, 2011).

Para análise da capacidade, são gerados os Índices de performance do processo, dentre os quais os mais importantes para análise e interpretação são: Índice de capacidade (C_p) e Índice de capacidade (C_{pk}).

O Índice de capacidade (C_p) mede a capacidade potencial do processo, ou seja, sua capacidade de atender às especificações se o mesmo estiver ajustado. É definido como o intervalo de tolerância dividido pela amplitude do processo, ou seja, seis vezes o desvio padrão estimado, considerando a ausência de causas especiais – conforme pode ser visto na Equação 1, onde LSE e LIE são os limites superior e inferior de especificação respectivamente. A razão de capacidade de um processo é uma medida da habilidade de o processo fabricar um produto que atenda às especificações (MONTGOMERY, 2013).

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

Equação 1

Já o Índice de capacidade (C_{pk}) mede a capacidade efetiva do processo. Considera simultaneamente se o processo possui uma dada dispersão e se a média atende às especificações levando em conta a centralização do processo. É definido como o mínimo entre o limite superior e o inferior de capacidade, conforme a Equação 2 (MARTINS; MENEZES; VACCARO, 2011).

$$C_{pk} = \min(C_{ps}, C_{pi}) = \min\left(\frac{LSE - \mu}{3\sigma}, \frac{LIE - \mu}{3\sigma}\right)$$

Equação 2

O índice C_{pk} mede quantos desvios padrão estão situados no intervalo entre a média do processo e o limite especificado mais próximo. Quanto maior o C_{pk} , menor a dispersão do processo ou menor o afastamento da média do processo em relação ao alvo. O valor mínimo recomendado para o C_{pk} é de 1,33. Ainda, se C_{pk} for igual a 2,0 o processo é capaz e está oscilando em

apenas 50% da especificação; se C_{pk} for igual a 1,0, a capacidade do processo é marginal; e se C_{pk} for menor que 1,0, o processo não pode ser considerado capaz. O C_{pk} mede a capacidade que um processo possui em produzir resultados efetivamente aceitáveis, ou seja, variando dentro dos limites especificados de projeto (MARTINS; MENEZES; VACCARO, 2011).

Segundo Montgomery (2013), o cálculo dessas medidas (C_p e C_{pk}) deve ser efetuado após a verificação da estabilidade do processo, via Cartas de Controle pois, no caso de o processo estar fora de controle, não é seguro estimar a capacidade do processo.

2.3.3 Anova – Análise de variância

ANOVA é uma coleção de modelos estatísticos onde a variância amostral é particionada em diversos componentes graças a diferentes variáveis existentes, que estão associados a um processo, produto ou serviço. Através dessa partição, a ANOVA estuda a influência desses fatores na característica de interesse. Há dois tipos diferentes de efeitos chamados de efeitos fixos e efeitos aleatórios (ACTION, 2015).

Na análise de variância simples, amostras aleatórias de tamanho n são selecionadas de cada população k . As k diferentes populações são classificadas com base em um único critério, como diferentes conjuntos ou tratamentos. O termo tratamento normalmente refere-se a várias classificações, sejam elas diferentes agregados, análises, fertilizantes ou regiões de um país (WALPOLE; MYERS; MYERS, 2012).

Montgomery (2013) explica como poderia ser realizada uma análise de variância através do exemplo a seguir: se há a peças selecionadas aleatoriamente e b operadores também selecionados aleatoriamente, e se cada operador mede cada peça n vezes, então as medidas (i =peça, j = operador, k =medida) podem ser representadas pelo modelo

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \\ k = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad \text{Equação 3}$$

Onde os parâmetros do modelo τ_i , β_j , $(\tau\beta)_{ij}$, ε_{ijk} são, todos eles, variáveis aleatórias independentes que representam os efeitos das peças, dos

operadores e a interação ou efeitos conjuntos de peças e operadores, e o erro aleatório. Este é um modelo de efeitos aleatórios da análise de variância. Podem-se utilizar os métodos de análise de variância para estimar os componentes da variância. O procedimento envolve a partição da variabilidade total nas medidas das seguintes partes de seus componentes:

$$SQ_{Total} = SQ_{Peças} + SQ_{Operadores} + SQ_{P \times O} + SQ_{Erro} \quad \text{Equação 4}$$

Onde a notação SQ representa uma soma de quadrados. Em seguida, cada soma dos quadrados no membro direito da Equação 4 é dividida pelos graus de liberdade para gerar médias quadráticas. Os componentes da variância podem ser estimados igualando-se, a seus valores esperados, os valores numéricos das médias quadráticas calculados por um programa de análise da variância e resolvendo-se em relação aos componentes da variância. A Tabela 1 demonstra a análise de variância para este experimento. Os cálculos foram feitos utilizando-se a rotina “Balanced Anova” no Minitab (Montgomery, 2013).

Tabela 1 - Análise de Variância (Balanced ANOVA no Minitab) para o estudo R & R do exemplo

Analysis of Variance (Balanced Designs)									
Factor	Type	Levels	Values						
peça	random	20	1	2	3	4	5	6	7
			8	9	10	11	12	13	14
			15	16	17	18	19	20	
operador	random	3	1	2	3				
Analysis of Variance for y									
Source	DF	SS	MS	F	P				
peça	19	1185.425	62.391	87.65	0.000				
operador	2	2.617	1.308	1.84	0.173				
peça*operador	38	27.050	0.712	0.72	0.861				
Error	60	59.500	0.992						
Total	119	1274.592							
Source	Variance component	Error term	Expected Mean Square for Each Term (using unrestricted model)						
1 peça	10.2798	3	(4) + 2 (3) + 6 (1)						
2 operador	0.0149	3	(4) + 2 (3) + 40 (2)						
3 peça*operador	-0.1399	4	(4) + 2 (3)						
4 Error	0.9917		(4)						

Fonte: Montgomery (2013,p.242).

Ainda conforme análise de Montgomery (2013) com base nos valores P , concluímos que o efeito das peças é grande, os operadores podem ter um efeito pequeno e não há interação significativa peça-operador.

2.3.3.1 Teste de comparações múltiplas

Quando os resultados da ANOVA demonstram a rejeição da hipótese nula, ($H_0 = \mu_1 = \dots = \mu_k$), que representa a afirmação de que todas as médias são iguais, temos evidências de que as médias entre os níveis analisados diferem substancialmente. Se a hipótese H_0 não for rejeitada, conclui-se que não há diferença entre as médias dos níveis do fator e a Análise de Variância é suficiente para a conclusão. Mas se H_0 for rejeitada, conclui-se que há evidências estatísticas de que pelo menos um dos níveis do fator diferem entre si. Assim, os testes de comparações múltiplas permitem identificar essas diferenças entre os fatores, pares de médias específicos ou em combinações lineares das médias (ACTION, 2015).

Dentre os testes de comparações múltiplas existentes tem-se: Teste de Tukey; Teste de Fisher; Teste de Bonferroni; Teste de Scheffe; Teste de Dunnett; Teste de HSU, sendo que cada um destes tem características, objetivos e aplicações próprias. Neste estudo foi utilizado para análise estatística o Teste de Tukey, escolhido por se adequar satisfatoriamente aos objetivos e características dos dados analisados.

O Teste proposto por Tukey (1953) é também conhecido como teste de Tukey da diferença honestamente significativa (HSD) e teste de Tukey da diferença totalmente significativa. É um tipo de teste exato em que, para a família de todas as $c = \frac{1}{2}k(k-1)$ comparações duas a duas, a taxa de erro da família dos testes (FWER) é exatamente α (e o intervalo de confiança é exatamente $1-\alpha$) (ACTION, 2015).

O Teste de Tukey permite a formação de intervalos de confiança $100(1 - \alpha)\%$ simultâneos para todas as comparações entre pares. O método é baseado em uma distribuição de amplitude 'estudentizada'. O percentil apropriado é uma função de α , k e $v =$ graus de liberdade para s^2 . O método de comparações em pares proposta por Tukey envolve a descoberta de uma diferença significativa entre as médias de i e j ($i \neq j$) se $[\bar{y}_i - \bar{y}_j]$ exceder $q[\alpha, k, v] \sqrt{\frac{s^2}{n}}$ (WALPOLE; MYERS; MYERS, 2012).

Este tem se mostrado analiticamente ótimo. Entre todos os procedimentos que resultam em intervalos de confiança com mesmo tamanho para todas as diferenças duas a duas com coeficiente de confiança da família de pelo menos $1 - \alpha$, o teste de Tukey resulta em intervalos menores. Ou seja, se a família consiste em todas as comparações duas a duas e o teste de Tukey pode ser usado, ele resultará em intervalos menores que qualquer outro método de comparação múltipla de uma etapa (ACTION, 2015).

2.4 Trabalhos correlatos

Para a realização desta pesquisa foram consultados e revisados textos de diversos autores, com o objetivo de fortalecer o embasamento teórico e o conhecimento sobre o tema explorado. Dentre os textos revistos, cabe ressaltar alguns que se assemelham em alguns pontos com o tema central deste estudo.

O trabalho de Soares (2013) possui como foco a redução de perdas de matéria prima e custos da produção de embalagens de papel. Para o desenvolvimento do estudo, o autor utilizou ferramentas da qualidade Ishikawa e método Taguchi, propiciando a redução de perdas existentes no processo, melhorando a produtividade da organização e a qualidade do produto final. Para isso o estudo foi desenvolvido sob o tipo estudo exploratório, com características qualitativas, em que foi realizado um estudo de caso.

Outro estudo consultado, bastante relevante, é o redigido por Weimer (2011), cujo foco centrava-se na avaliação de como estaria sendo aplicada a gestão de custos da qualidade em indústrias da região central do Rio Grande do Sul, verificando se as empresas possuíam gestão de custos da qualidade e a mensuração destes, e propondo alternativas de redução e minimização de custo. Como resultados, a autora constatou que boa parte das indústrias pesquisadas possuía resultados satisfatórios e várias possuíam certificações em qualidade, mas ainda há necessidade de melhoria, notando-se que boa parte das empresas pesquisadas não realiza a mensuração dos custos da qualidade.

No estudo de Brito (2007), dentre todas as categorias de custo da qualidade focam-se as falhas internas, tendo como objeto de estudo a indústria vinícola. São propostos modelos de relatórios que mensurem o custo das Falhas Internas contribuindo para a redução de custos gerados por estas.

Junior (2003) realizou a implantação de CEP E HACCP permitindo compreender como foi feito e os benefícios destas ferramentas. Seu estudo possibilita o melhor conhecimento do processo de produção de óleo degomado e farelo de soja que se assemelham bastante com os processos estudados na empresa objeto deste estudo.

Paula (2002) avalia a influência dos programas de gestão de qualidade sobre os indicadores de desempenho econômico-financeiro da indústria torrefadora de café da região Sudeste do Brasil, analisando o comportamento dos custos de adoção desses programas, em termos gerais. Para realização do estudo, a coleta de dados foi realizada através de questionários, já para chegar ao objetivo do trabalho, que seria a comprovação da melhoria nos resultados dos indicadores de desempenho, a prova estatística utilizada foi a Prova U, de Mann-Whitney, que serve para comparar médias de dois grupos independentes, e a Prova de Wilcoxon, utilizada para verificar igualdade de médias após um grupo de controle sofrer algum tipo de tratamento. Concluiu-se que os programas de qualidade promoveram o efeito desejado sobre os indicadores de desempenho estudados, em termos absolutos.

Bonduelle (1997) desenvolveu também estudo sobre o custo da má qualidade, o qual se iniciou com a identificação de um problema utilizando pesquisa exploratória e documental; em seguida, implantou-se o experimento e foram obtidos os resultados; por fim, elaborou-se um modelo de tomada de custos da má qualidade. O estudo possibilitou avaliar a evolução desses custos e analisar suas causas através de ferramentas de qualidade, tais como diagrama de Pareto e Ishikawa, cartas de controle, capacidade do processo e planejamento de experimentos. O autor conseguiu identificar as principais falhas, suas causas e foi realizada a proposição de melhorias para o processo.

Há quase 20 anos, Coral (1996) já desenvolvia importantes estudos sobre o custo da não qualidade. Em sua dissertação, avaliou-se o impacto de programas de melhoria nas áreas financeiras da organização e o retorno sobre o investimento proporcionado por estes programas, através de medidas de custos da não qualidade. Concluiu-se que a utilização de medidas de custos da não qualidade oferece suporte para tomadas de decisões em programas de melhoria, possibilitando o retorno do investimento, melhoria da qualidade e satisfação dos clientes.

Todos estes trabalhos contribuem para este estudo, pois têm em comum o estudo dos custos da qualidade e, em alguns casos, especificamente o estudo de custo da não qualidade e de falhas internas. Alguns se limitam a analisar se as empresas conhecem e utilizam ferramentas de qualidade e se de algum modo têm conhecimento sobre o tema custo da qualidade, e neste aspecto aproximam-se deste estudo, que também busca conhecer o perfil da organização objeto da pesquisa e seu grau de conhecimento sobre o custo da qualidade. Alguns outros estudos, como citado em detalhe acima, ocupam-se em criar metodologias de análise e mensuração de custos da qualidade, buscando mostrar às empresas o quanto são dispendiosos e o que é relevante à mensuração e a ação sobre eles para melhorar o desempenho econômico e financeiro da organização. Outros ainda estão centrados em utilizar ferramentas de qualidade para resolver causas de perdas e custos de qualidade identificados, o que é, todavia, bastante importante, visto que com a utilização das ferramentas de qualidade adequadas podem haver significativas reduções de custos da não qualidade.

Assim, como visto, a análise desses trabalhos corrobora com este estudo, reforçando o que já foi feito, discutido sobre o tema e norteando os estudos que aqui serão desenvolvidos.

CAPÍTULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão apresentados os métodos utilizados para desenvolvimento da presente pesquisa, a fim de permitir ao leitor o entendimento dos meios utilizados para sua realização, assim como as fontes dos dados consultados para embasamento. Em um primeiro momento será apresentado o método da pesquisa, a abordagem utilizada, sua delimitação, e em seguida a forma de coleta dos dados e o software utilizado para processamento e análise dos mesmos.

3.1 Abordagem de pesquisa

O presente estudo apresenta abordagem combinada, utilizando-se tanto de métodos quantitativos quanto qualitativos para sua realização.

A abordagem combinada justifica-se pela complementaridade das concepções metodológicas de pesquisa científica. A combinação das abordagens quantitativa e qualitativa permite um entendimento melhor dos problemas de pesquisa que cada uma destas permitiria isoladamente (MIGUEL, 2010).

A primeira etapa desta pesquisa foi desenvolvida com base na pesquisa bibliográfica. Foram revistas publicações sobre o tema do trabalho, através de consulta às bases teóricas contidas em livros, artigos científicos, periódicos nacionais e internacionais obtidos através de diversas bases de dados como Periódicos Capes e Science Direct, com objetivo de formular o referencial teórico da pesquisa.

A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange a bibliografia tornada pública até então sobre o tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico, etc (MARCONI; LAKATOS, 2002).

Na segunda etapa, desenvolveu-se um estudo de caso onde foi selecionada uma organização para análise, com base na relevância da mesma perante o setor de atuação e também a disposição em ceder os dados necessários.

O estudo de caso é um estudo de caráter empírico que investiga um fenômeno atual no contexto da vida real e tem a missão de analisar, investigar

e avaliar as características de um método ou processo. Dentre os principais benefícios desse método estão a possibilidade do desenvolvimento de novas teorias e de aumentar o entendimento sobre eventos reais e contemporâneos (MIGUEL, 2010).

Para a coleta dos dados realizou-se pesquisa de campo, onde foram feitas visitas *in loco* durante cerca de seis meses, no período de dezembro de 2014 a maio de 2015.

A fim de aumentar a validade do constructo, ao realizar um estudo de caso é necessária a utilização de várias fontes de evidências, isto é, evidências provenientes de duas ou mais fontes. Estas podem ser: documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Além da importância da observação destas fontes, é importante seguir alguns princípios durante a coleta de dados:

- Utilização de várias fontes de evidências;
- Um banco de dados para o estudo de caso, ou seja, reunião formal de evidências distintas a partir do relatório final do estudo de caso;
- Um encadeamento de evidências, isto é, ligações claras entre as questões feitas, os dados que foram coletados e as conclusões a que se chegou.

Desta maneira observando estes princípios pode-se aumentar substancialmente a qualidade de um estudo de caso (YIN, 2015).

Assim, observando a metodologia de coleta de dados proposta por Yin, neste estudo realizou-se a coleta de dados através de:

- Documentos, caracterizados por relatórios e anotações físicas;
- Registros em arquivos, onde foram disponibilizados por gestores dos setores da indústria e armazéns gerais diversos relatórios internos, extraídos de planilhas eletrônicas e softwares da empresa, que em muito auxiliaram para a realização de análises de dados quantitativos.

- Entrevistas, durante as visitas *in loco* foram realizadas entrevistas com gestores de todos os setores da indústria e principalmente com a gestora do SGI – Sistema de Gestão Integrada, setor responsável pela qualidade. Realizaram-se também visitas às unidades de armazenamento de grãos com registros fotográficos e entrevistas estruturadas com os principais gestores das

unidades – os roteiros das entrevistas estão relacionados no Apêndice 1 deste trabalho.

- Observação direta através de visitas realizadas, quando se pode acompanhar os processos de fabricação na indústria e processo de armazenamento de grãos nas unidades da empresa.

Somente não foram utilizados os mecanismos de observação participante e artefatos físicos.

3.2 Delimitações da pesquisa

A parte experimental deste trabalho foi realizada em uma fábrica produtora de farelo e óleo de soja, localizada na cidade de Rio Verde, estado de Goiás. Por motivo de sigilo a empresa será denominada em todo o trabalho como Indústria Guará. A mesma foi selecionada como objeto do estudo por estar localizada na cidade de Rio Verde que, como já mencionado, é um dos polos brasileiros na produção e processamento de soja, e por ser uma das empresas de maior porte no segmento na região.

Atualmente a empresa realiza atividades de produção de farelo de soja e óleo degomado, soja desativada, ração animal, e no segmento agropecuário explora o segmento de pecuária de leite, suinocultura e agricultura com o cultivo de soja, milho e sorgo, além de madeira de reflorestamento.

Todos os segmentos explorados pela empresa têm expressiva relevância, porém o foco principal da mesma é a produção de farelo e óleo degomado de soja, sendo esta a área específica abordada neste estudo.

A Indústria Guará conta também com oito unidades armazenadoras de grãos em Goiás, situadas nos municípios de Acreúna, Palmeiras de Goiás, Rio Verde, Quirinópolis, Montividiu, Paraúna, Santa Helena, que também foram amplamente utilizadas como fonte de coleta de dados importantes, e alvo deste estudo.

3.3 Análises Estatísticas

Para a realização de análises estatísticas, utilizou-se o software Microsoft Excel 2007 com o suplemento Action versão 2.9, utilizando como base de dados relatórios elaborados baseados na pesquisa de campo realizada e registros de arquivos e relatórios disponibilizados pela empresa.

Inicialmente foram geradas as cartas de controle de valores individuais para análise do rendimento do óleo degomado produzido, utilizando o Action e tomando como base de dados a Tabela 21, presente no Apêndice 2 deste estudo.

Também utilizando o software Action foram gerados gráficos de Pareto e Diagrama de Ishikawa, baseados em dados coletados através de observação direta e entrevistas informais.

A seguir, realizou-se a análise de estabilidade gerando cartas de controle para as características dos produtos finais produzidos e análise de capacidade dos processos, com base nos dados da Tabela 22.

Para a análise dos resultados obtidos considerou-se como modelo conceitual para o Estudo de caso a Tabela 2 e a Tabela 3, onde estão relacionados os padrões para as características de qualidade dos produtos finais produzidos.

Dentre todas as características relacionadas nas tabelas, as mais importantes no caso do farelo de soja produzido para a empresa são: *umidade*, *extrato etéreo* e *proteína*; já para o óleo degomado, as mais importantes são: *umidade*, *acidez* e *sabões*, por isso estas são abordadas com destaque neste estudo.

Como pode ser visto na Tabela 2 e na Tabela 3, os padrões de qualidade dos produtos adotados pela Indústria Guará são diferentes dos padrões adotados pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) presentes na Portaria 795/1993, conforme pode ser observado. Contudo, a própria normativa ressalta que, mesmo abaixo dos padrões, os produtos podem ser comercializados, desde que perfeitamente identificado e que a identificação esteja colocada em lugar de destaque, de fácil visualização e de difícil remoção. Isso significa que as empresas podem comercializar produtos com padrões diferentes, desde que as negociações comerciais estejam claras, que o cliente esteja ciente das características dos produtos.

Tabela 2 – Modelo conceitual Análise características de qualidade Farelo de soja

FARELO DE SOJA TOSTADO		
Características	Padrão Indústria Guará	Padrão MAPA
Umidade	Máximo 12,5%	Máximo 12,5%
Extrato Etéreo	Máximo 2,0 %	Máximo 2,5%
Proteína	Mínimo de 45%	Mínimo de 46%
Teor de fibra	Máximo de 6%	Máximo de 6%
Teor de cinza	Máximo de 7%	Máximo de 6%
Matérias estranhas	Isentos	Isentos
Atividades ureáticas	Máximo de 0,10	Variação de pH na faixa de 0,05 a 0,25.

Fonte: Elaborada pela autora e adaptado de Brasil (1993)

Tabela 3 – Modelo conceitual Análises características de qualidade Óleo degomado

ÓLEO DE SOJA DEGOMADO		
Características	Padrão Indústria Guará	Padrão MAPA
Umidade	Máximo 0,20%	Máximo 0,30%
Acidez	Máximo 1,0%	Máximo 1,0%
Sabões	Menor 150 p.p.m	Menor 150 p.p.m
Ponto de Fulgor	Máximo 121°C	Máximo 121°C

Fonte: Elaborada pela autora e adaptado de Brasil (1993)

Como notado, a Indústria Guará tem padrões mais rígidos em alguns casos e outros mais flexíveis que a normativa, mas para fim de análise neste estudo serão considerados sempre os padrões da Indústria Guará.

Outro tipo de análise realizado foi a Anova, realizando-se o teste de Tukey. Foram comparados resultados das classificações de entrada e saída dos armazéns gerais, buscando identificar se havia melhora ou piora nas características de qualidade dos grãos e qual a influência do processo de armazenagem sobre estes.

3.4 Descrição do objeto de Estudo

A empresa objeto deste estudo iniciou suas atividades no ano de 1981 e a princípio exercia atividade de corretora de cereais, insumos agrícolas e representação de sacaria. Em 1990 foram iniciadas as atividades no ramo de

Armazéns Gerais. Em 1994 a empresa implantou a fábrica de soja desativada. Em 1998 iniciou-se a atividade de exportação de soja *in-natura*. Mais adiante, no ano de 2001, foi implantada a fábrica de rações animais, produzindo rações para gado de corte e leite, equinos, suínos e aves, além de sal mineral e ureados. Também neste ano foi adquirida a fazenda direcionada para a agricultura. Continuando em ritmo acelerado seu processo de expansão, em 2003 foi instalada a indústria de esmagamento de soja. Em 2005 adquiriu-se outra fazenda, utilizada para cultivo de eucalipto, material este destinado a produção de energia para a indústria. No ano de 2008 foi criado segmento de transporte de cargas para atendimento exclusivo à Indústria Guará. O ano seguinte, 2009, foi marcado pela ampliação da indústria de esmagamento de soja, passando-se a capacidade de processamento para 1.200 toneladas/dia. Para fortalecer ainda mais a organização, em 2012 ela implementou a Governança Corporativa, criou o Conselho de Administração e torna-se assim uma Sociedade Anônima. Em 2013 foi adquirida a terceira indústria de esmagamento de soja e construída nova sede administrativa, no parque industrial. Desse modo, observando os acontecimentos acima descritos, pode-se identificar a representatividade da empresa e o ritmo de expansão acelerado pelo qual esta vem passando ao longo dos últimos 34 anos, reforçando ainda mais a relevância do objeto de estudo desta pesquisa.

Atualmente a fábrica de farelo e óleo degomado de soja produz cerca de 670 toneladas/dia de farelo e 172 de óleo degomado de soja. Os produtos são destinados ora para mercado interno, ora para mercado externo, dependendo das demandas e preços ditados pelo mercado. Durante o período em que foram realizadas as observações, toda a produção estava sendo destinada ao mercado interno.

A empresa é considerada de médio porte, de acordo com os critérios estabelecidos pelo SEBRAE (2015), sendo que este critério leva em conta o total de funcionários. Em toda a empresa há aproximadamente 450 colaboradores contratados.

Quanto à Gestão da Qualidade, o Sistema de Gestão Integrado da empresa está implantado de acordo com os critérios das normas GMP+: B2 (2010), NBR ISO 9001:2008 e NBR ISO 14001:2004, excluindo o requisito 7.3, que não se aplica ao escopo da certificação. As normas NBR ISO 9001:2008 e

NBR ISO 14001:2004 encontram-se em fase de implantação, e a certificação ainda é uma meta futura. A produção de farelo de soja está certificado pela normativa GMP+: B2 (2010), e os armazéns estão certificados pela normativa N029.

A certificação GMP +, Certificação de alimentação surgiu por volta de 1992 na Indústria de alimentos holandesa, em resposta a vários incidentes envolvendo contaminação nas matérias-primas. Embora tenha começado como um regime nacional, tem se desenvolvido para se tornar um esquema internacional e atualmente está voltado principalmente para a certificação de matéria prima para produção de alimentos animais (GMP+B2, 2013).

A empresa possui bastante atenção à Gestão da Qualidade, possuindo pessoas designadas para cuidar desta e laboratório interno de análise e controle de qualidade. Além disso, está sempre buscando melhorias para garantir cada vez mais um produto que atenda às especificações dos clientes.

Já quanto à Gestão do Custo da Qualidade, esta ainda não é realizada, principalmente por desconhecimento da temática e de sua importância. Atualmente são realizados apenas controles financeiros e contábeis de custos e despesas geradas pelo setor de qualidade, mas nada que se assemelhe ao que se espera idealmente dos modelos de Gestão do Custo da Qualidade, como apresentado no Referencial Teórico deste estudo.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

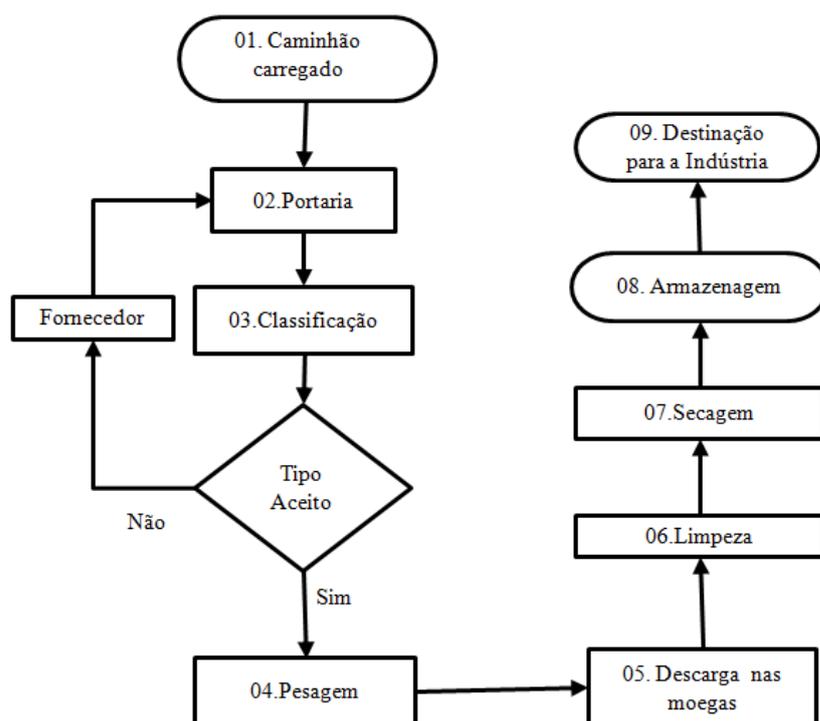
4.1 Descrição dos Armazéns Gerais da empresa estudada

A empresa analisada possui vários armazéns gerais que recebem os grãos durante a safra e os estocam. A seguir, de acordo com a necessidade, os grãos vão durante o ano sendo destinados parcialmente para a indústria. Todo o estoque armazenado durante o ano é processado na indústria de farelo e óleo degomado de soja, não restando saldos físicos de um ano para o outro.

Os armazéns da Indústria Guará, estão localizados nas seguintes cidades, todas elas no Estado de Goiás: Rio Verde, Santa Helena de Goiás, Montividiu, Acreúna e Palmeiras. Além destes, há também as unidades de Edéia, Rio Preto (localizado no município de Rio Verde), Ponte de Pedra (localizado no município de Paraúna) e Quirinópolis, que funcionam como transbordos, ou seja, são centros de armazenagem, que apenas recebem temporariamente os grãos vindos do campo e imediatamente, ou dentro de poucos dias, destinam estes a armazéns gerais, onde o grão será adequadamente tratado antes de armazenado. A principal característica que difere as unidades armazenadoras chamadas Transbordos dos armazéns gerais da empresa é justamente esta: nos transbordos os grãos são guardados por um curtíssimo espaço de tempo, e não recebem nenhum tipo de tratamento (separação, limpeza, secagem, e demais).

O processo de recepção e armazenamento dos grãos ocorre da mesma maneira em todas as unidades: os caminhões carregados com o grão chegam ao pátio, a carga é classificada, pesada, e encaminhada para descarregar nas moegas, em seguida passa pelo processo de limpeza, secagem e posteriormente armazenagem no armazém graneleiro. À medida que se faz necessário, os grãos são encaminhados parcialmente à indústria. A Figura 8 apresenta o fluxograma que representa graficamente o processo.

Figura 8 - Fluxograma do processo de armazenagem de grãos

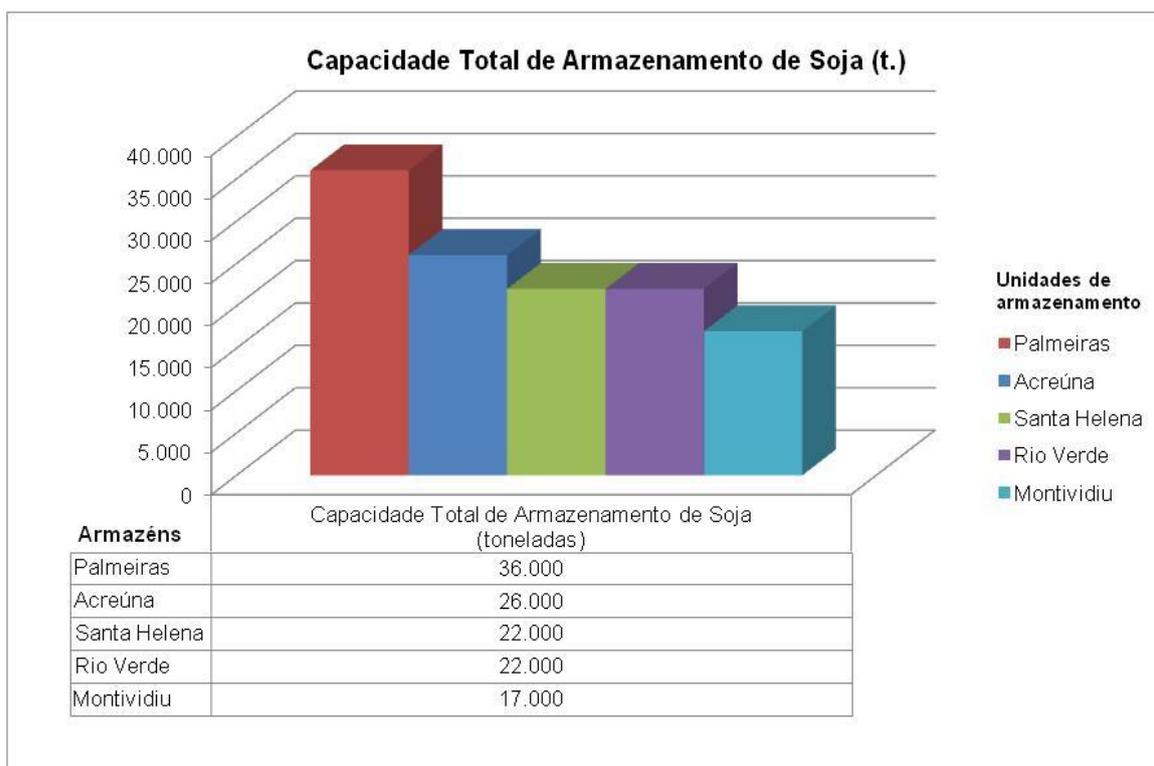


Fonte: elaborado pela autora.

Durante o período entre a destinação total dos grãos e o início da próxima safra, que geralmente ocorre entre dezembro e janeiro, os armazéns passam por processo de limpeza e manutenção preventiva, visando garantir suas ideais condições para recebimento dos grãos, sem que problemas estruturais possam comprometer a qualidade do grão que será estocado.

Conforme a Figura 9, pode-se ter uma noção do porte dos armazéns visitados através do gráfico, que denota a capacidade de armazenamento total de soja de cada um destes. Comparando-os, pode-se observar que o armazém com maior capacidade é a unidade de Palmeiras de Goiás.

Figura 9 - Gráfico capacidade de armazenamento



Fonte: elaborado pela autora

Foram realizadas visitas *in loco* em todos os armazéns da empresa a fim de conhecer melhor sua estrutura física e condições de funcionamento. Lá realizaram-se entrevistas com os gestores, as quais seguiram o Roteiro de Entrevista Estruturada, descrito no Apêndice 1 deste estudo.

Através da entrevista foi possível coletar importantes informações, tais quais as apresentadas na Tabela 4. Adiante os dados da tabela serão melhor discutidos, especificamente durante a apresentação de cada um dos armazéns.

Tabela 4 – Dados armazéns gerais da Indústria Guará

Unidade	Tipo de Grão Armazenado	Ano de Construção do Armazém	Área	Qtde de Funcionários
Acreúna	Soja	1987	Alugada	8
Palmeiras de Goiás	Soja	1987	Própria	7
Santa Helena	Soja e Milho	1987	Alugada	7
Montividiu	Soja e Milho	1982	Própria	9
Rio Verde	Soja e Milho	1985	Própria	8

Fonte: elaborado pela autora

Uma das questões levantadas na entrevista, que se repetiu em todas as unidades, é que segundo os entrevistados não há perdas no processo produtivo, havendo em casos raros queda de grãos de caminhões, ou queda por embuchamento de elevadores, mas os grãos não são descartados, na maior parte das vezes são colocados na moega novamente junto com os demais grãos recebidos. Os únicos resíduos gerados são aqueles provenientes da limpeza dos grãos nas máquinas de limpeza. O processo de limpeza dos grãos é idêntico à Etapa 6 do fluxograma representado na Figura 59 no processo industrial descrito anteriormente. Os resíduos do processo são armazenados em *Bags*, como pode ser observado na Figura 10, por curto espaço de tempo e depois são remetidos para a indústria para ser adicionados na produção de farelo e óleo degomado de soja, ou para serem queimados na caldeira.

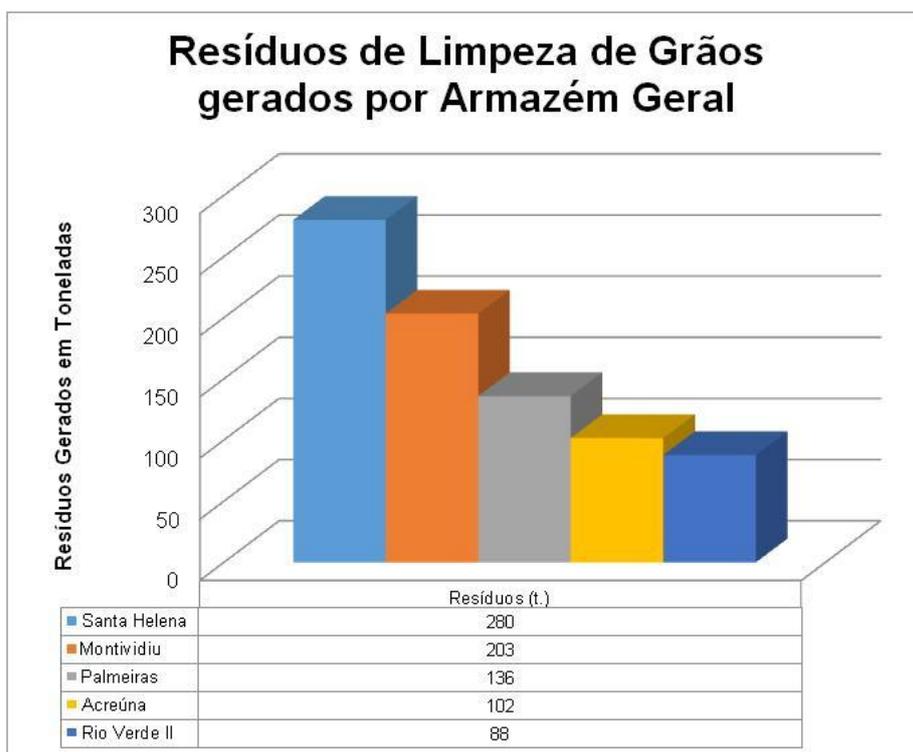
Figura 10 - Exemplo de resíduos de processo de limpeza dos grãos



Fonte: elaborado pela autora.

No período em que foram realizadas as visitas, de 01/01/2015 a 22/05/2015, foram gerados nos armazéns gerais 808 toneladas de resíduos, conforme já apresentado na Figura 11. Pode-se observar que a unidade com maior volume de resíduos gerados é unidade de Santa Helena de Goiás.

Figura 11 - Gráfico Resíduos de Limpeza de Grãos



Fonte: elaborado pela autora.

A seguir, na próxima sessão, são apresentadas cada uma das unidades, com registros fotográficos e informações importantes obtidas através das visitas e entrevistas.

4.1.1 Armazém Geral – Unidade localizada em Acreúna – GO

O primeiro armazém da empresa objeto deste estudo visitado foi o situado no município de Acreúna – GO, retratado na Figura 12. Durante a visita foi realizada entrevista, na qual o gerente do armazém respondeu alguns questionamentos para identificação de características próprias da unidade.

Figura 12 - Armazém Geral unidade de Acreúna



Fonte: elaborado pela autora.

Assim como em todos os armazéns gerais da empresa, na unidade de Acreúna o processo de armazenagem acontece de acordo com o demonstrado na Figura 8.

O Armazém em questão foi construído no ano de 1987, e é alugado. Tal fator dificulta a realização de investimentos e manutenções expressivas, por isso, atualmente é um dos armazéns mais antigos e com estrutura tecnológica menos atualizada. Possui capacidade total de armazenagem de 26 mil toneladas de soja, como já expresso na Figura 9, e durante o ano recebe até 40 mil toneladas, considerando que parte dos grãos é recebido e destinado à indústria liberando mais espaço para novas armazenagens.

Sua estrutura física é formada por: uma balança; quatro moegas onde os grãos são descarregados, conforme exposto na Figura 13; dois elevadores; um barracão armazém graneleiro, conforme Figura 14; duas fornalhas para queima de madeira e geração de calor para secagem dos grãos, conforme Figura 15; dois elevadores e dois secadores intermitentes de fluxo cruzado. Nessa unidade, assim como na maioria, os grãos não são armazenados em silos.

Figura 13 - Moegas



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 14 - Armazém graneleiro



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 15 - Fornalha



Fonte: elaborado pela autora.

Atualmente há oito funcionários trabalhando no armazém, destes, cinco atuam na operação. No período de safra são contratados mais 20 funcionários operacionais.

Para garantir a qualidade dos grãos armazenados, além da realização do processo de classificação, é realizado o controle de temperatura, através de controle automático por cabo termométrico, onde é realizada a verificação da

temperatura diariamente, 2 vezes ao dia. Na Figura 16 é possível visualizar os cabos dispostos dentro do armazém graneleiro.

Figura 16 - Vista interna do armazém graneleiro e cabos do sistema de termometria



Fonte: elaborado pela autora.

Com a visita, pode-se notar que apesar das limitações impostas pela questão do armazém ser antigo e terceirizado, o mesmo encontra-se em boas condições para armazenamento dos grãos.

4.1.2 Armazém Geral – Unidade localizada em Palmeiras de Goiás – GO

Como exposto, a Unidade armazenadora de Palmeiras-GO é a unidade com maior capacidade de armazenamento: 36 mil toneladas de soja. O armazém foi construído em 1987 e passou por reforma recentemente em toda a parte de secagem de grãos.

Figura 17 - Armazém Geral Unidade de Palmeiras de Goiás- GO



Fonte: elaborado pela autora.

O armazém conta com: um barracão/armazém graneleiro; dois secadores sistema de colmeia; duas fornalhas; quatro moegas; quatro máquinas de limpeza. Como pode ser observado na Figura 18 e na Figura 19, o armazém de Palmeiras apresenta maquinário mais atual em comparação com o armazém de Acreúna.

Figura 18 - Secadores Palmeiras



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 19 - Fornalhas Unidade Palmeiras



Fonte: elaborado pela autora.

Normalmente trabalham na unidade 7 funcionários. Destes, três são operadores; um classificador; dois balanceiros; uma copeira, e durante a safra são contratados mais 20 funcionários temporários para atividades de serviços gerais. O quadro de funcionários apresenta baixa rotatividade.

Para garantir a qualidade dos grãos no armazém é realizado controle de termometria e aeração. Após o armazenamento do grão, o controle de umidade é realizado de modo automático, duas vezes por semana. O controle de temperatura é realizado na entrada/chegada, na secagem e no armazenamento. Durante o armazenamento é realizada a medição de temperatura no barracão em 140 pontos diferentes, 24 horas por dia. Após a verificação da temperatura, se necessário é acionado o sistema de aeração

para controle e equilíbrio da mesma, já que o superaquecimento dos grãos pode gerar sua deterioração e até mesmo incêndios.

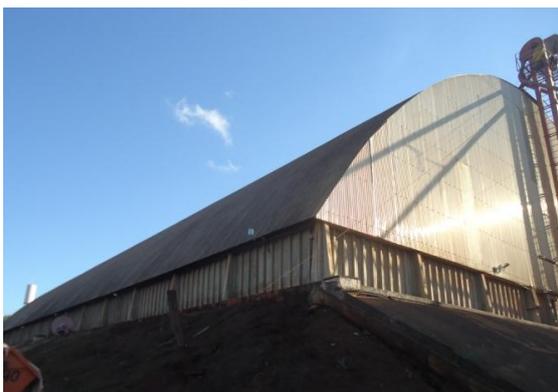
O armazém de Palmeiras é, atualmente, conforme identificado através da visita *in loco* e entrevistas, um dos armazéns da empresa com melhor estrutura física, maquinários adequados, gestor e funcionários experientes e bem treinados.

4.1.3 Armazém Geral – Unidade localizada em Santa Helena de Goiás - GO

Diferentemente de outros armazéns da empresa, na unidade de Santa Helena de Goiás em determinado período do ano é armazenado, além de soja, também milho. Como os anteriores, este armazém foi construído em 1987 e pertence a terceiros. Há aproximadamente um ano e meio passou por reforma em algumas de suas partes, uma vez ao ano passa por manutenção preventiva, sempre antes do início da safra.

Na Figura 20 e na Figura 21 é possível visualizar o armazém graneleiro e os secadores, elevadores e silo da Unidade.

Figura 20 - Armazém graneleiro – Santa Helena



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 21 - Secadores, elevadores e Silo – Santa Helena



Fonte: elaborado pela autora.

Nessa unidade, os principais componentes são: uma Balança; dois secadores; três máquinas de pré-limpeza; duas moegas; sistema de termometria e aeração por sensor automatizado; duas fornalhas; um barracão graneleiro.

Uma particularidade da unidade de Santa Helena é que esta é uma das únicas que conta com silo, que é utilizado para armazenar grãos temporariamente, caso as moegas estejam cheias devido o material não ter sido limpo e seco em tempo hábil graças ao alto volume de cargas recebidas, evitando assim a formação de filas.

Atualmente, trabalham no armazém sete funcionários, sendo três funcionários na área operacional no armazém, dois funcionários administrativos, um classificador e um gerente.

Para controle da qualidade dos itens, uma das principais ações realizadas é o controle de temperatura. O controle da termometria é realizado 24 horas por dia de modo automatizado e, se necessário, movimentam-se os materiais, em casos em que a temperatura esteja elevada, por exemplo; ou acionam-se sistemas de aeração para equilíbrio. O controle de umidade também é realizado com cautela, a cada carga recebida, após a secagem dos materiais e depois de armazenado também são realizadas medições periódicas.

Nessa unidade não foram identificados problemas estruturais relevantes, apesar de ser uma das unidades alugadas que não estão em condições melhores por impossibilidade de reformas, alterações estruturais e manutenções mais expressivas.

4.1.4 Armazém Geral – Unidade localizada em Montividiu - GO

Assim como o armazém de Santa Helena de Goiás, o armazém geral localizado em Montividiu também recebe tanto soja quanto milho, em períodos alternados do ano. Foi construído em 1982, há 33 anos, e pertence à própria organização. Na Figura 22 se pode visualizar o armazém.

Figura 22 - Armazém de Montividiu



Fonte: elaborado pela autora.

É composto pelos seguintes itens: uma balança; duas moegas; duas máquinas de pré-limpeza; um barracão para armazenagem de resíduos em sacos *Bags*; um armazém graneleiro; um silo; um silo pulmão; dois secadores; oito elevadores; duas fornalhas.

Há um ano passou por reforma, na qual foi realizada a pintura do silo e a troca de um dos secadores. Há dois anos foi realizada a substituição do outro secador e do telhado do armazém, e está previsto para este ano a troca da balança. Uma vez ao ano o armazém passa por manutenção preventiva antes do início da safra.

Trabalham no armazém, atualmente, nove funcionários: dois classificadores, dois administrativos, três operadores, uma copeira e um gerente.

Para que os produtos sejam armazenados com qualidade é realizado o controle da termometria, através de Sistema de termometria automatizado, regulado de acordo com a necessidade. Também é realizado controle de aeração, através de acompanhamento diário onde o equipamento automatizado é acionado de acordo com a necessidade.

Durante visita *in loco* observou-se que este armazém está em excelentes condições estruturais, com boa parte de seus itens tendo sido trocados e reformados há pouco tempo, maquinários bastante atuais, limpeza e

manutenção impecável. Assim, este armazém também pode ser considerado uma das melhores unidades da empresa em termos estruturais.

4.1.5 Armazém Geral – Unidade localizada em Rio Verde - GO

O armazém geral localizado em Rio Verde, não está situado propriamente dentro do complexo industrial da empresa estudada, por este motivo é tratado neste estudo de igual modo às demais unidades armazenadoras, pois exerce exatamente a mesma função: receber os grãos comprados de produtores rurais da região, limpá-los, secá-los e armazená-los até que haja necessidade de destinar os mesmos para a indústria.

Figura 23 – Armazém Rio Verde



Fonte: elaborado pela autora.

O armazém situado em Rio Verde visualizado na Figura 23, também chamado de Armazém Rio Verde II, foi construído há aproximadamente 30 anos. Teve alguns equipamentos tais como secador, redler e elevador trocados há quatro anos e passa por manutenções preventivas duas vezes ao ano.

Possui, atualmente: uma Balança funcionando e uma balança desativada; um armazém graneleiro; um secador; duas moegas; três pré-limpezas; uma fornalha; três secadores pequenos desativados; três fornalhas desativadas.

Conta com oito funcionários no total: um gerente, dois auxiliares administrativos, uma copeira, dois classificadores, dois operadores.

O controle de termometria no armazém é realizado de modo automático e há o acompanhamento e controle de aeração diário.

Assim, após visita e análise dos dados coletados, pode-se concluir que os armazéns em melhores condições são o armazém de Palmeiras e Montividiu. Os demais, de Acreúna e Santa Helena, apresentam condições boas, porém são alugados, o que impede investimentos de grande porte. O armazém de Rio Verde também está em condições adequadas, mas é um dos mais antigos, não estando em tão excelentes condições tal qual os de Palmeiras e Montividiu.

4.2 Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey - classificações e características de qualidade

A Tabela 24 e a Tabela 25, presentes no Apêndice 5, apresentam os resultados das classificações dos grãos recebidos nas unidades armazenadoras da empresa. Como já foi dito, cada carga recebida passa por análise para verificar as condições em que as mesmas chegam. A classificação também é realizada na saída dos grãos, quando estes são enviados para a Indústria Guará, sempre com o objetivo de constatar se estão dentro dos padrões esperados.

Assim, na etapa da pesquisa agora descrita, realizou-se a Anova e Teste de Tukey através do suplemento Action, com base nas classificações realizadas, para identificar como estavam os grãos, observando se as características destes melhoram ou pioram após o armazenamento e também visualizando se existem armazéns com melhor desempenho que outros, identificando, dessa forma, a real influência dos armazéns sobre a qualidade dos grãos armazenados.

Inicialmente, realizou-se o Teste de Tukey, analisando a característica *umidade*, com base nas análises de entrada realizadas em cada um dos armazéns da empresa, sendo possível comparar quais armazéns recebem cargas em melhores ou piores condições. Estes resultados estão expressos na Tabela 5.

Para facilitar o processamento dos dados, os nomes dos armazéns gerais foram abreviados da seguinte forma: M, para Montividiu; A, para Acreúna; RVII, para Rio Verde II; P, para Palmeiras; SH, para Santa Helena.

A primeira análise dos resultados, com base na Tabela 5, foi a observação do P-valor, obtido na comparação dos armazéns. Quando P-valor é menor que 0,05, rejeita-se a hipótese nula/H0. A hipótese H0 consiste em que não existe diferença significativa na umidade dos grãos recebidos entre os armazéns A e B. Sendo assim, mantêm-se a hipótese H1, de que existe diferença significativa.

Dessa maneira, é possível concluir que não há diferença significativa de umidade das cargas recebidas entre os armazéns de Montividiu e Acreúna, Rio Verde II e Acreúna, Rio Verde II e Montividiu, Santa Helena e Palmeiras. Nos demais comparativos há diferença significativa na umidade da soja recebida.

Ainda com base na Tabela 5, vê-se que entre Acreúna e Santa Helena há diferença significativa na umidade dos grãos recebidos. Acreúna recebe soja em pior condição, ou seja, mais úmida do que os grãos recebidos em Santa Helena, esta constatação se dá porque o valor da coluna Centro é negativo, e este valor corresponde à diferença média entre os valores da umidade dos grãos recebidos pelos dois armazéns analisados. Comparando-se também os armazéns Palmeiras e Acreúna, o armazém de Acreúna recebe soja mais úmida do que Palmeiras. Montividiu recebe soja mais úmida do que Palmeiras e SH. E RVII recebe soja mais úmida do que Palmeiras e Santa Helena.

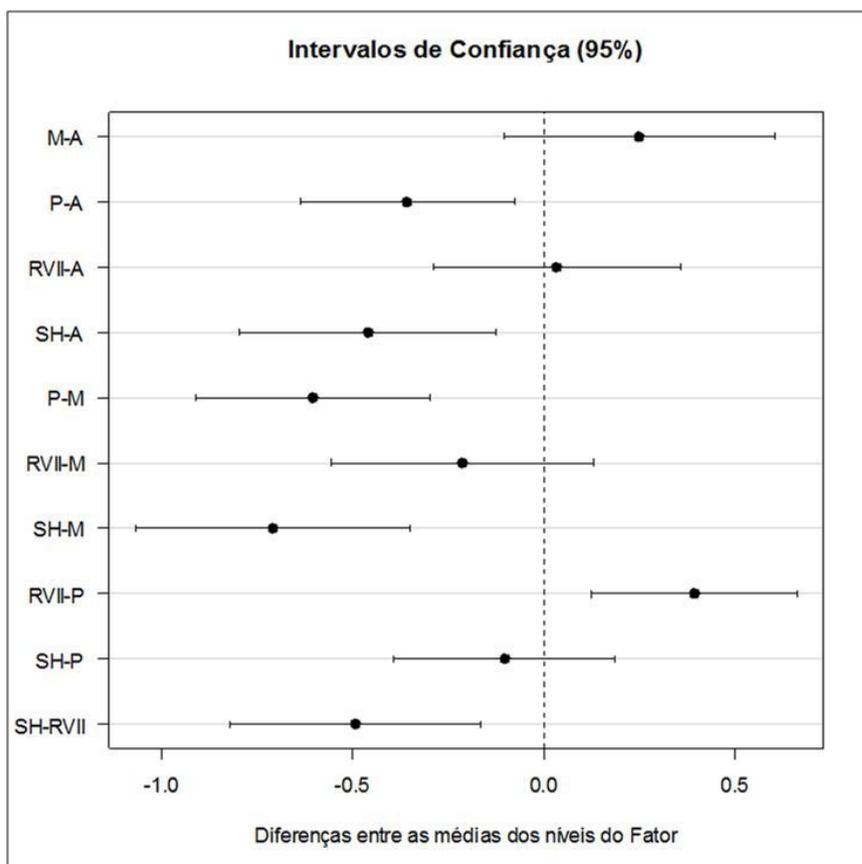
Tabela 5 – Teste de Tukey – Umidade – Análise de entrada nos armazéns

Níveis	Centro	Limite.Inferior	Limite.Superior	P-valor
M-A	0,24848462	-0,10569808	0,602667321	0,309689717
P-A	-0,358522344	-0,641033629	-0,076011058	0,004887128
RVII-A	0,033736884	-0,288381067	0,355854835	0,998544863
SH-A	-0,462348569	-0,799816811	-0,124880327	0,001749948
P-M	-0,607006964	-0,914931318	-0,299082609	7,73452E-07
RVII-M	-0,214747736	-0,559370365	0,129874893	0,433786066
SH-M	-0,710833189	-1,069845162	-0,351821217	6,78429E-07
RVII-P	0,392259228	0,121829944	0,662688512	0,000728955
SH-P	-0,103826226	-0,392368835	0,184716383	0,863579125
SH-RVII	-0,496085454	-0,823505956	-0,168664951	0,000347899

Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 24 demonstra visualmente os resultados do teste de Tukey para a característica *umidade*, com base nas classificações de entrada dos grãos nos armazéns.

Figura 24 – Teste de Tukey – Análise da umidade da soja recebida nos armazéns



Fonte: elaborado pela autora.

A mesma análise foi realizada com base nos dados da classificação de saída, tendo como resultado os dados expressos na Tabela 6.

Como se pode observar, entre os armazéns de Palmeiras e Acreúna e também Santa Helena e Montividiu, o P-valor é maior que 0,05. Sendo assim, mantém-se a hipótese H_0 , de que não existe diferença significativa na umidade dos grãos enviados dos armazéns para a Indústria Guará.

Analisando as demais comparações, verifica-se que Montividiu conseguiu melhorar o produto com relação à Acreúna pois, voltando à análise de entrada, Montividiu recebeu produto com umidade próxima aos grãos recebidos em Acreúna e, no entanto, os grãos após processados foram destinados à indústria com umidade menor do que Acreúna enviou. Acreúna também entregou grãos com maior teor de umidade do que as unidades de Rio Verde II e Santa Helena.

Outro ponto relevante é que, ao se comparar os resultados de entrada e saída, percebe-se que Palmeiras não recebe produto tão ruim, recebeu grãos melhores se comparado à Acreúna, Montividiu e Rio Verde II, porém entregou produto para a indústria com maior teor de umidade do que Montividiu, Rio Verde II e Santa Helena. Ou seja, recebeu em melhores condições do que a maioria dos armazéns e entregou em condições piores.

Tal fato pode estar ligado, assim, a questões relativas à gestão e operação do armazém, já que, conforme foi apresentado anteriormente, o armazém de Palmeiras é um dos armazéns com boas condições estruturais e de mão de obra. Entretanto, mesmo assim não conseguiu reduzir a umidade dos grãos tão significativamente quanto os demais armazéns conseguiram.

Continuando a análise, verifica-se também que Rio Verde II enviou produto menos úmido para a indústria do que se comparado à Santa Helena e Montividiu.

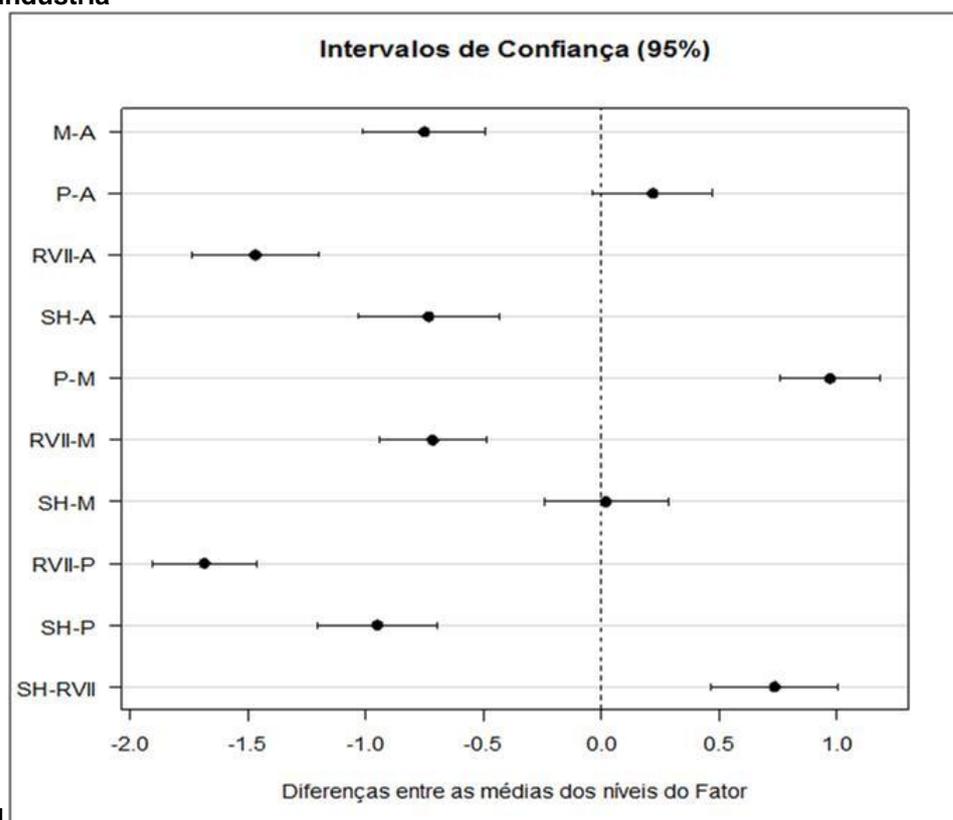
Tabela 6 – Teste de Tukey – Umidade – Análise de saída dos armazéns

<i>Níveis</i>	<i>Centro</i>	<i>Limite.Inferior</i>	<i>Limite.Superior</i>	<i>P-valor</i>
M-A	-0,752976937	-1,011725953	-0,494227921	6,47101E-11
P-A	0,217688728	-0,035317249	0,470694706	0,130072883
RVII-A	-1,46824166	-1,737605136	-1,198878184	6,46204E-11
SH-A	-0,731305043	-1,028110371	-0,434499715	2,85706E-10
P-M	0,970665666	0,761059588	1,180271743	6,46204E-11
RVII-M	-0,715264723	-0,944348474	-0,486180971	6,46675E-11
SH-M	0,021671894	-0,239127043	0,282470832	0,999413582
RVII-P	-1,685930388	-1,908506975	-1,463353802	6,46204E-11
SH-P	-0,948993772	-1,204095824	-0,693891719	6,46672E-11
SH-RVII	0,736936617	0,4656034	1,008269834	6,63881E-11

Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 25 demonstra visualmente os resultados Tabela 6 do Teste de Tukey para a característica umidade.

Figura 25 – Teste de Tukey – Análise da umidade da soja enviada dos armazéns para a Indústria



Fonte: elaborado pela autora.

Em seguida, o teste de Tukey foi realizado para todas as demais características de qualidade do grão verificadas na classificação dos mesmos. Analisando o teor de *impurezas* da soja recebidos nos armazéns, através do software Microsoft Excel utilizando o suplemento Action, obteve-se os resultados representados na Tabela 7.

Tabela 7 – Teste de Tukey – Impureza – Análise de entrada nos armazéns

Níveis	Centro	Limite.Inferior	Limite.Superior	P-valor
M-A	0,480421104	0,3448	0,616087875	3,8558E-13
P-A	0,318475553	0,2103	0,426689177	4,15334E-13
RVII-A	-0,07163068	-0,195	0,051753948	0,507687464
SH-A	-0,25046037	-0,38	-0,121195934	1,27974E-06
P-M	-0,16194555	-0,28	-0,04399766	0,001695705
RVII-M	-0,55205179	-0,684	-0,420046925	3,3995E-13
SH-M	-0,73088147	-0,868	-0,59336489	3,38618E-13
RVII-P	-0,39010624	-0,494	-0,286520524	3,85358E-13
SH-P	-0,56893592	-0,679	-0,458412048	3,38618E-13
SH-RVII	-0,17882968	-0,304	-0,053413954	0,000957994

Fonte: elaborado pela autora.

Conforme os dados expressos na Tabela 7, observa-se que não há diferença significativa entre o teor de impureza dos grãos recebidos quando é comparado o armazém Rio Verde II com Acreúna, sendo que para todos os demais existe diferença.

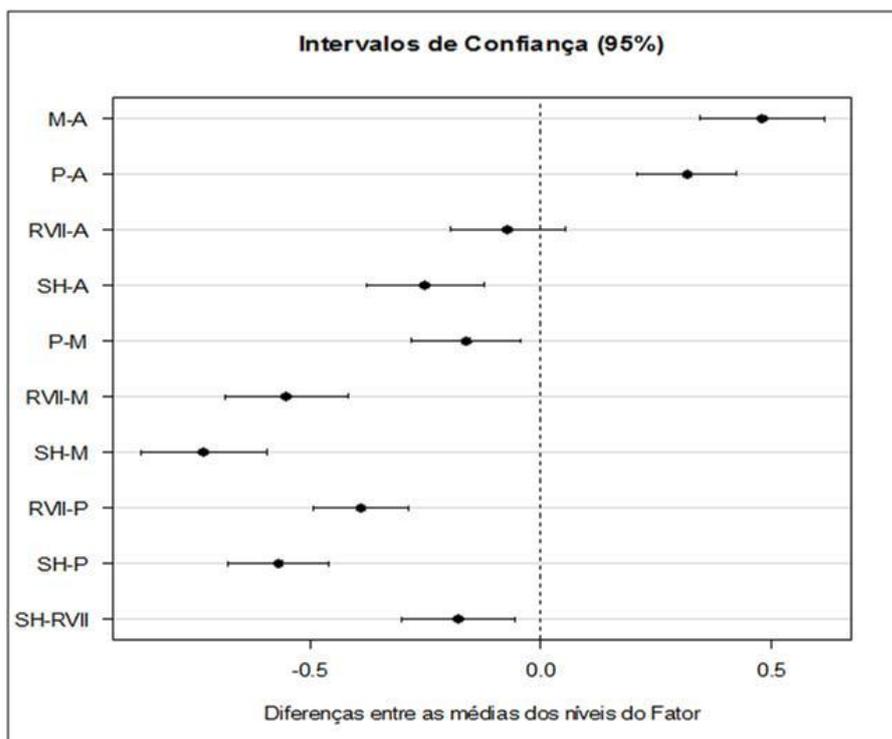
Observando a Figura 26, observa-se que, comparado a Acreúna, o armazém de Montividiu recebe grãos com maior teor de impurezas, e Acreúna recebe grãos com mais impureza do que Santa Helena.

Montividiu tem maior teor de impureza do que Palmeiras, Rio Verde II, Santa Helena e Acreúna, ou seja, comparado a todos os demais armazéns, este recebe sempre grãos em piores condições.

O mesmo ocorre quando se compara Palmeiras a Acreúna, a Santa Helena e a Rio Verde II. Palmeiras só não recebe grãos em piores condições do que Montividiu. Assim, conclui-se que Montividiu e Palmeiras são os armazéns que recebem em piores condições de todos os armazéns da empresa, com relação à característica impureza.

Santa Helena recebe grãos em melhores condições do que todos os armazéns. Já Rio Verde II só recebe grãos em piores condições do que Santa Helena.

Figura 26 – Teste de Tukey – Análise da impureza da soja recebida nos armazéns



Fonte: elaborado pela autora.

Realizando a mesma análise para os dados de classificação na saída dos grãos, têm-se os resultados expressos na Tabela 8.

Tabela 8 – Teste de Tukey – Impureza – Análise de saída dos armazéns

<i>Níveis</i>	<i>Centro</i>	<i>Limite.Inferior</i>	<i>Limite.Superior</i>	<i>P-valor</i>
M-A	-0,25173911	-0,3	-0,203834099	6,48018E-11
P-A	-0,21863196	-0,265	-0,17179022	6,48018E-11
RVII-A	-0,14581153	-0,196	-0,095941353	6,48879E-11
SH-A	-0,2753765	-0,33	-0,220425714	6,48018E-11
P-M	0,03310715	-0,006	0,071913794	0,136053039
RVII-M	0,105927576	0,0635	0,148340334	1,83576E-10
SH-M	-0,02363739	-0,072	0,024647142	0,668377541
RVII-P	0,072820426	0,0316	0,114028442	1,48316E-05
SH-P	-0,05674454	-0,104	-0,009514734	0,009310066
SH-RVII	-0,12956497	-0,18	-0,079330109	9,02558E-11

Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 27 representa visualmente os resultados da Tabela 8. Através desta, é possível identificar que não há diferença significativa no teor de impureza de grãos enviados para a Indústria quando se compara Montividiu com Palmeiras e com Santa Helena.

Observando os resultados dos comparativos do armazém de Acreúna aos demais, é possível verificar que este entregou grãos com maior impureza do que Palmeiras, Montividiu, Santa Helena e Rio Verde II, o que é um péssimo indício, já que o armazém de Acreúna só recebeu grãos com maior impureza do que Santa Helena.

Isso demonstra que Acreúna recebeu grãos em melhores condições que os demais e entregou em piores condições do que todos. Apesar das boas condições de entrada, não houve tanta eficiência na limpeza dos grãos nesse armazém, como houve nos demais.

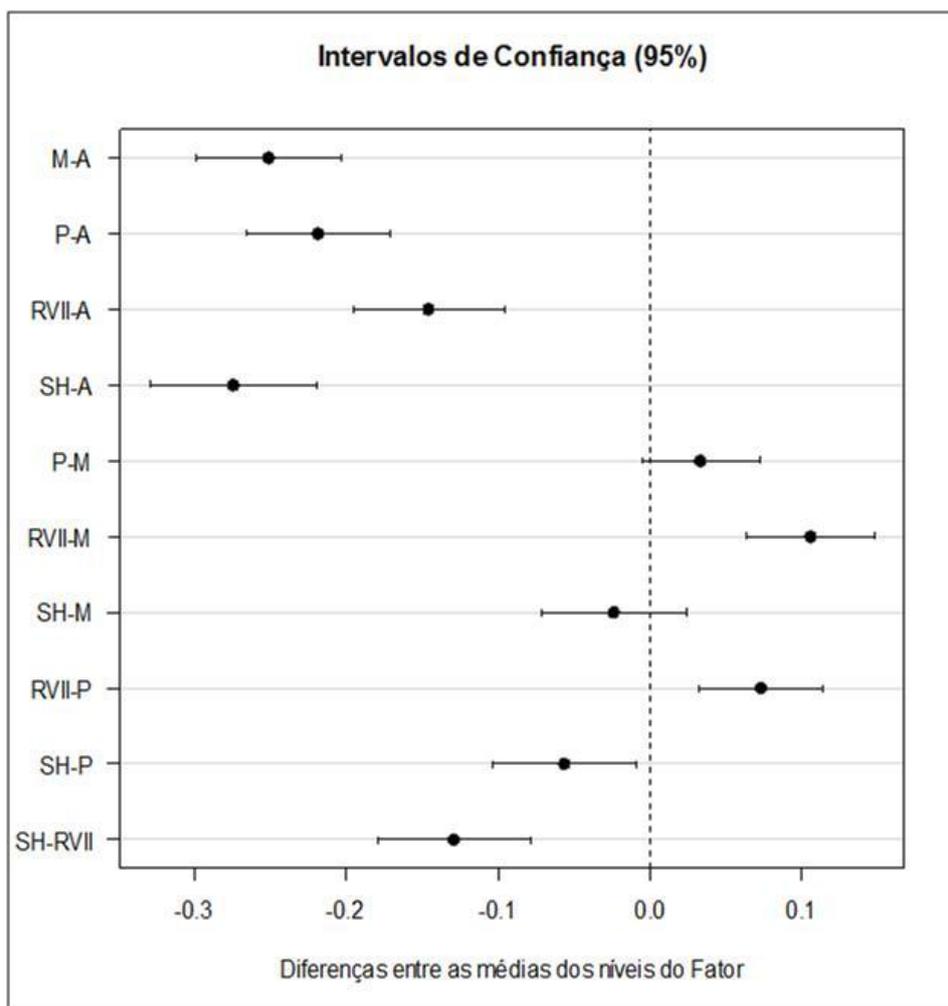
Montividiu pelo contrário, recebeu grãos em piores condições do que todos e conseguiu entregar em condições melhores que todos. O mesmo ocorreu com Palmeiras, que só não entregou grãos em condições melhores do que Santa Helena.

O armazém de Santa Helena entregou grãos em melhores condições se comparado a todos os armazéns da empresa, e o armazém de Rio Verde II só entregou grãos em piores condições do que o de Santa Helena.

Dessa maneira, pode-se concluir que todos os armazéns, principalmente Palmeiras e Montividiu, receberam grãos em condições desfavoráveis e conseguiram entregar em condições melhores. Contudo, em Acreúna aconteceu o inverso. Tal fato pode ser justificado possivelmente por problemas de gestão e pela estrutura do armazém de Acreúna. Como já foi explanado, por se tratar de um armazém alugado a empresa não faz investimentos significativos neste armazém, somente as manutenções e ajustes mais necessários são feitos. Assim, mesmo este armazém não sendo o que recebe grãos em piores condições, não consegue melhorá-los tanto quanto os demais armazéns conseguem. Tal questão deve, portanto, ser avaliada pela empresa, esta precisa desenvolver ações para melhoria do armazém de modo que a qualidade dos grãos não seja afetada como está ocorrendo.

Como Palmeiras e Montividiu são armazéns próprios que estão em ótimas condições estruturais, ficou evidente o quanto eles receberam grãos ruins e conseguiram entregar em condições muito melhores do que os demais armazéns comparados. Isso demonstra que os armazéns influenciam diretamente na qualidade dos grãos destinados à Indústria: armazéns com piores estruturas não conseguem melhorar os grãos e garantir um padrão de qualidade tão bom quanto os armazéns com boa estrutura.

Figura 27 – Teste de Tukey – Análise da impureza da soja enviada dos armazéns para a Indústria



Fonte: elaborado pela autora.

Realizou-se, em seguida, o teste de Tukey para a característica *avariados*, cujos resultados foram expressos na Tabela 9. Ressalta-se que o armazém Rio Verde II (RVII) não realiza a análise desta característica nem na entrada e nem na saída das cargas recebidas, e por esse motivo não houve dados suficientes para realizar o Teste de Tukey para esta unidade.

Tabela 9 – Teste de Tukey – Avariados – Análise de entrada nos armazéns

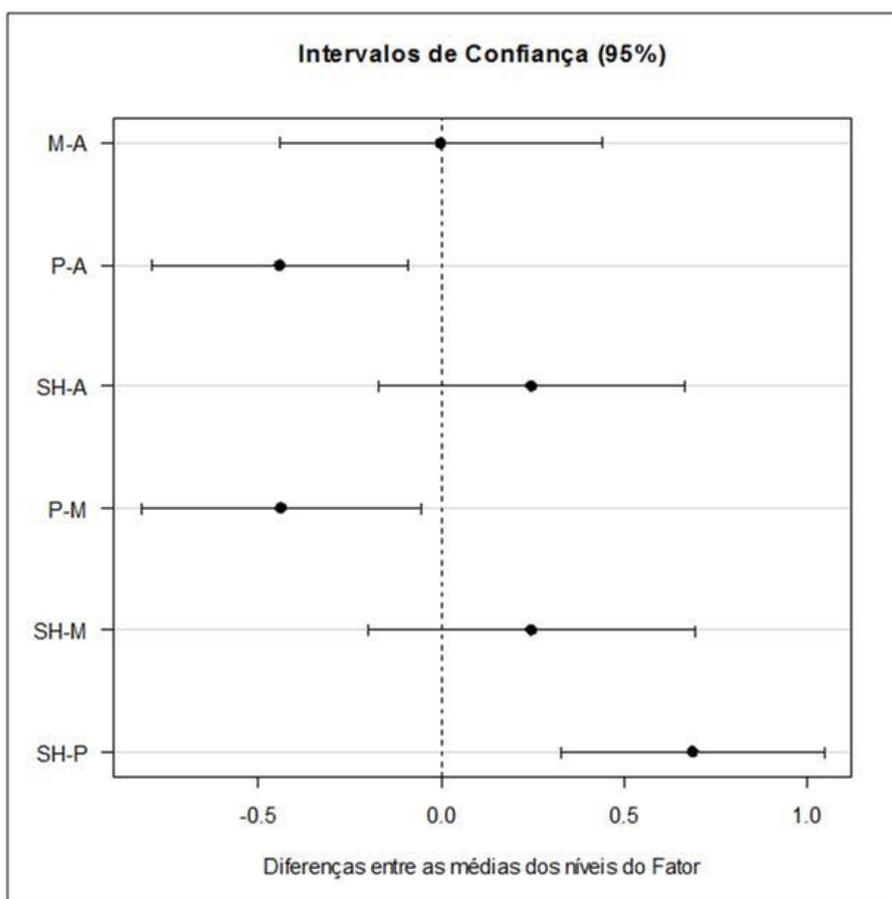
<i>Níveis</i>	<i>Centro</i>	<i>Limite.Inferior</i>	<i>Limite.Superior</i>	<i>P-valor</i>
M-A	-0,00184706	-0,442	0,437998606	0,999999549
P-A	-0,44154395	-0,792	-0,090704219	0,006730137
SH-A	0,245265426	-0,174	0,664354057	0,435123126
P-M	-0,43969689	-0,822	-0,057297661	0,016582708
SH-M	0,247112484	-0,199	0,692955434	0,484075679
SH-P	0,686809378	0,3285	1,045139177	5,16732E-06

Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 28 demonstra claramente os resultados da tabela. Como se pode observar, comparando-se os armazéns de Montividiu e Acreúna, Santa Helena e Acreúna e Santa Helena e Montividiu nota-se que não há diferenças significativas no nível de grãos avariados recebidos, assim, estes armazéns recebem grãos praticamente nas mesmas condições.

Analisando os demais resultados, percebe-se que comparando o armazém de Palmeiras a Acreúna, Montividiu e Santa Helena, Palmeiras recebe cargas em melhores condições do que ambos.

Figura 28 – Teste de Tukey – Análise da Avariados da soja recebida nos armazéns



Fonte: elaborado pela autora.

Realizando a análise dos dados de saída, foram obtidos os resultados expressos na Tabela 10.

Tabela 10 – Teste de Tukey –Avariados – Análise de saída dos armazéns

Níveis	Centro	Limite Inferior	Limite Superior	P-valor
M-A	-0,51508382	-0,874	-0,15658917	0,001296584
P-A	-6,39676767	-6,747	-6,04622995	5,13978E-12
SH-A	-1,67228764	-2,084	-1,261066286	5,17753E-12
P-M	-5,88168385	-6,172	-5,591276339	5,13978E-12
SH-M	-1,15720383	-1,519	-0,795869028	5,18752E-12
SH-P	4,724480022	4,371	5,077921832	5,13978E-12

Fonte: elaborado pela autora.

Demonstrando mais claramente os resultados da tabela, tem-se a Figura 29. Como pode ser visto nesta, há diferença significativa entre os

característicos de qualidade grãos avariados entre todos os armazéns comparados.

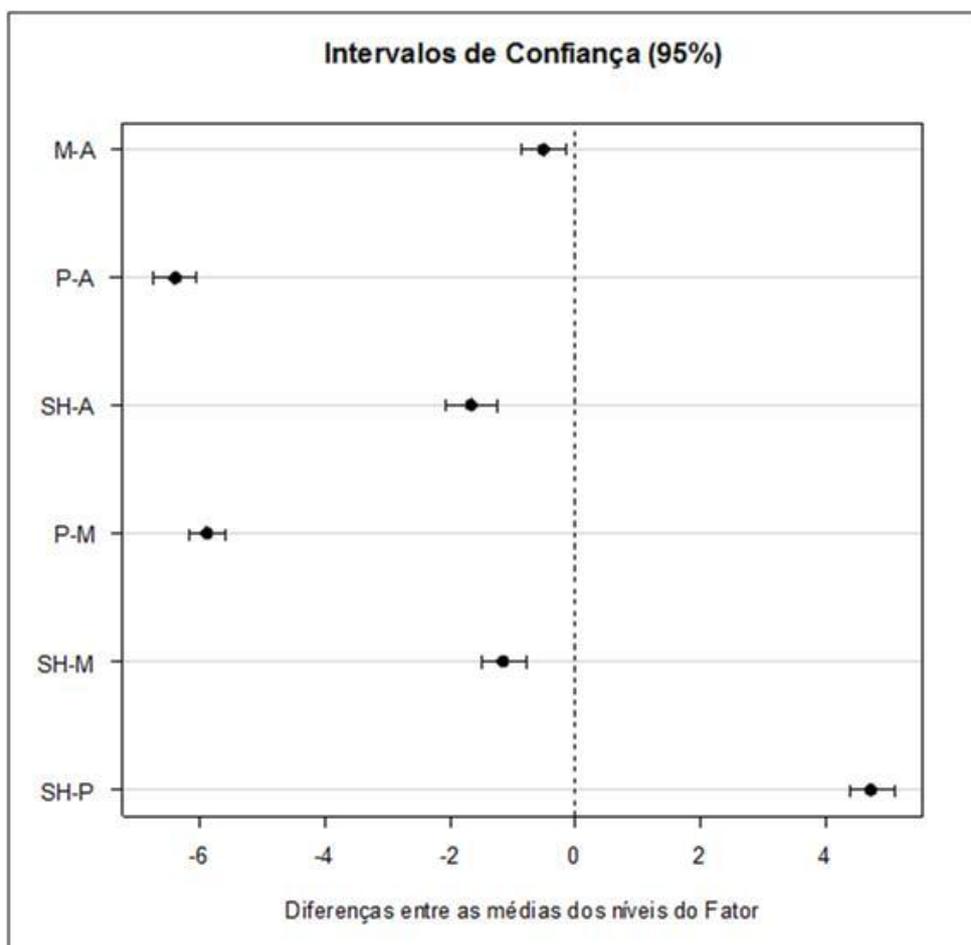
Observando os resultados para o armazém de Palmeiras, verifica-se que este tem grãos em melhores condições do que Acreúna, Montividiu e Santa Helena, ou seja, a unidade de Palmeiras recebe grãos em boas condições quanto a esta característica e também entrega em boas condições.

Pelo contrário, as unidades comparadas a Palmeiras receberam e entregaram em piores condições. Nessa característica os armazéns não conseguiram realizar grandes melhorias nos grãos recebidos, mas também não houve piora quando comparados a Palmeiras, deixando evidente que para essa característica os armazéns não influenciaram de modo negativo na qualidade dos grãos.

O armazém de Acreúna enviou grãos com maior teor de avariados do que Montividiu, Palmeiras e Santa Helena. Já Montividiu enviou grãos em piores condições do que Palmeiras e Santa Helena.

Conclui-se, desse modo, que quanto à característica *grãos avariados* inicialmente não havia diferença significativa entre alguns armazéns, e, para os que havia diferença, os armazéns que receberam em melhores condições continuaram sendo os que entregaram os grãos em melhores condições. Por conseguinte, observa-se que não houve tantas alterações e influência nos resultados finais pelos armazéns: quem melhor recebeu, melhor entregou.

Figura 29 – Teste de Tukey – Análise de avariados de soja enviada dos armazéns para a Indústria



Fonte: elaborado pela autora.

A última característica analisada foi a característica *esverdeados*. Para esta, os resultados estão expressos na Tabela 11. Os armazéns de Montividiu e Rio Verde II não realizam a classificação dos grãos quanto a essa característica, por esse motivo não há dados suficientes para o Teste de Tukey para essas unidades.

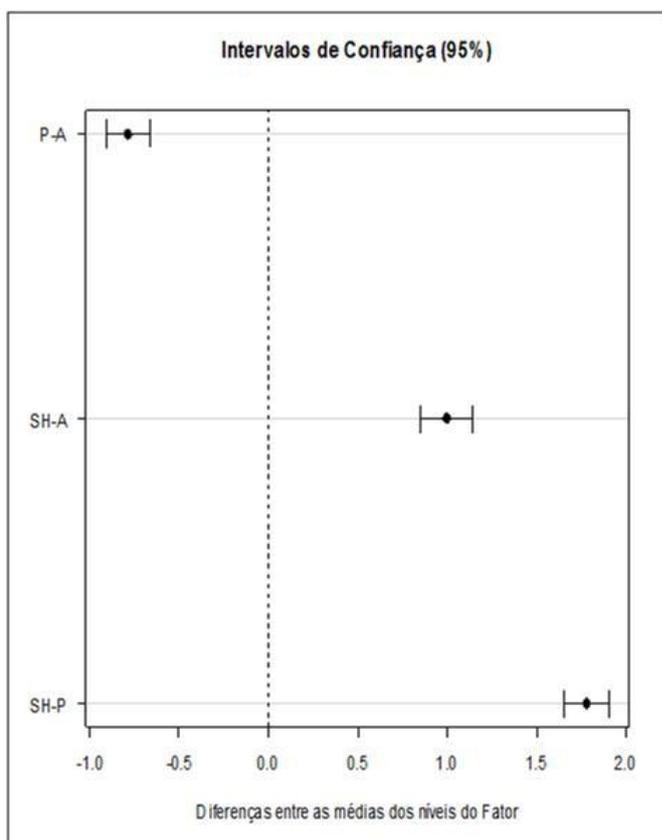
Tabela 11 – Teste de Tukey – Esverdeados – Análise de entrada dos armazéns

Níveis	Centro	Limite.Inferior	Limite.Superior	P-valor
P-A	-0,78497514	-0,907	-0,662772089	4E-08
SH-A	0,992905519	0,8469	1,138880748	4E-08
SH-P	1,777880661	1,6531	1,902692623	4E-08

Fonte: elaborado pela autora.

Conforme a Figura 30, comparando os armazéns da Indústria Guará, o armazém de Acreúna recebe grãos mais verdes do que Palmeiras, e Santa Helena recebe grãos mais verdes do que Acreúna e Palmeiras.

Figura 30 – Teste de Tukey – Análise de grãos esverdeados da soja recebida nos armazéns



Fonte: elaborado pela autora.

Quanto à saída, os resultados expressos na Tabela 12 e na Figura 31 demonstram que Acreúna destinou menos grãos esverdeados do que Palmeiras e Santa Helena, e Palmeiras destinou mais grãos esverdeados do que Santa Helena para a Indústria.

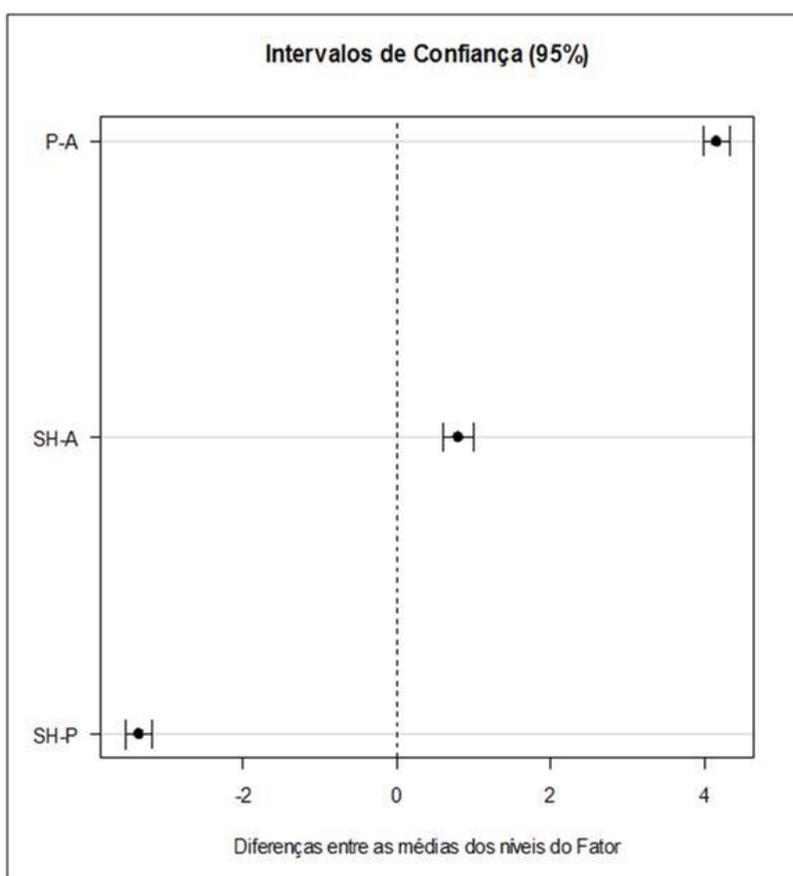
Tabela 12 – Teste de Tukey – Esverdeados – Análise de saída dos armazéns

Níveis	Centro	Limite.Inferior	Limite.Superior	P-valor
P-A	4,166287875	3,9923	4,340323013	0
SH-A	0,799677797	0,5955	1,00384118	0
SH-P	-3,36661008	-3,542	-3,191133113	0

Fonte: elaborado pela autora.

Comparando-se os resultados de entrada e saída dos grãos para essa característica, verifica-se que, comparando Acreúna e Palmeiras, Acreúna recebeu grãos com maior índice de esverdeados e entregou em melhores condições. Comparando-se Santa Helena e Acreúna, Santa Helena recebeu e entregou em piores condições. Entre Santa Helena e Palmeiras, Santa Helena recebeu pior e entregou melhor do que Palmeiras. Sendo assim, as unidades que melhoraram efetivamente esta característica foram as unidades de Acreúna e Santa Helena.

Figura 31 – Teste de Tukey – Análise de esverdeados de soja enviada dos armazéns para a Indústria



Fonte: elaborado pela autora.

Em suma, para a característica *umidade*, Palmeiras recebeu grãos em boas condições, isto é, com menor teor de umidade se comparada às demais, e não conseguiu melhorar tão efetivamente os resultados, entregando grãos mais úmidos do que as demais.

Quanto à característica *impureza*, Acreúna recebeu grãos com menos impurezas do que todos os demais armazéns e entregou em piores condições, demonstrando deficiência no processo em comparação aos outros. Já Montividiu e Palmeiras, pelo contrário, receberam grãos ruins e conseguiram entregar em melhores condições.

Analisando a característica *avariados*, Palmeiras recebeu e entregou grãos em melhores condições.

Para a característica *esverdeado*, as unidades que melhoraram efetivamente essa característica foram as unidades de Acreúna e Santa Helena.

Em linhas gerais, foi possível verificar que na maior parte das análises houve influência direta dos armazéns sobre a qualidade dos grãos destinados à Indústria Guará. Os armazéns que mais conseguiram melhorar a qualidade dos grãos foram aqueles que, conforme já comentado, possuem melhor estrutura tanto física quanto em relação à mão de obra.

Além dessas análises, realizou-se também o Teste de Tukey para cada um dos armazéns, a fim de constatar se os resultados das classificações da soja de saída eram melhores do que os resultados das classificações de entrada. Comprovou-se, com isso, que as operações de armazenagem da unidade observada conseguiram melhorar a qualidade dos grãos efetivamente.

Anteriormente as comparações foram realizadas entre armazéns distintos, a seguir, realizou-se a análise individual unidade por unidade, somente comparando entrada e saída para cada uma das características de qualidade.

Na Tabela 13 têm-se os resultados do Teste de Tukey para a característica *umidade*. Conforme os resultados, há diferença significativa em todos os casos, entre entrada e saída, e para todos os armazéns analisados a umidade de entrada é maior do que a de saída, ou seja, os grãos entram mais úmidos do que saem. Todos os armazéns conseguem então, reduzir a umidade dos grãos.

Tabela 13 – Teste de Tukey – Umidade – Comparativo Entrada e Saída por armazém

<i>Níveis</i>	<i>Centro</i>	<i>Limite.Inferior</i>	<i>Limite.Superior</i>	<i>P-valor</i>
A-Saída-A-Entrada	-2,739834837	-3,070991767	-2,408677907	0
M-Saída-M-Entrada	-3,741296395	-4,039830594	-3,442762195	0
P-Saída-P-Entrada	-2,163623765	-2,352259769	-1,974987761	0
RVII-Saída-RVII-Entrada	-4,241813381	-4,567708333	-3,91591843	0
SH-Saída-SH-Entrada	-3,008791311	-3,295099405	-2,722483217	0

Fonte: elaborado pela autora.

Na Tabela 14 estão demonstrados os resultados do Teste de Tukey para a característica *impureza*. Nele, há diferença significativa entre entrada e saída e, como se pode observar, em todas as unidades analisadas o teor de impureza dos grãos na entrada é superior à saída.

Tabela 14 – Teste de Tukey – Impureza – Comparativo Entrada e Saída por armazém

<i>Níveis</i>	<i>Centro</i>	<i>Limite.Inferior</i>	<i>Limite.Superior</i>	<i>P-valor</i>
A-Saída-A-Entrada	-0,54957	-0,63664	-0,4625	0
M-Saída-M-Entrada	-1,28173	-1,44573	-1,11774	0
P-Saída-P-Entrada	-1,08668	-1,17019	-1,00316	0
RVII-Saída-RVII-Entrada	-0,62375	-0,69119	-0,55631	0
SH-Saída-SH-Entrada	-0,57449	-0,64464	-0,50433	0

Fonte: elaborado pela autora.

Conforme apresenta a Tabela 15, não há diferença significativa entre entrada e saída para a característica *avariados* no armazém de Montividiu, não há tanta melhora nos grãos que saem da unidade. Para os demais, há diferença significativa entre grãos recebidos e destinados. As unidades de Palmeiras e Santa Helena enviam grãos com menos avarias do que recebem, porém na unidade de Acreúna os grãos saíram com maior grau de avarias do que foram recebidos, não havendo melhoras, pelo contrário, o armazenamento piorou os grãos quanto a esse fator.

Tabela 15 – Teste de Tukey – Avariados – Comparativo Entrada e Saída por armazém

<i>Níveis</i>	<i>Centro</i>	<i>Limite.Inferior</i>	<i>Limite.Superior</i>	<i>P-valor</i>
A-Saída-A-Entrada	0,732301	0,090779	1,373823	0,025298
M-Saída-M-Entrada	0,219065	-0,11915	0,55728	0,204084
P-Saída-P-Entrada	-0,82099	-1,01806	-0,62393	0
SH-Saída-SH-Entrada	-1,18525	-1,65084	-0,71967	6,73E-07

Fonte: elaborado pela autora.

Para a característica *esverdeados*, conforme expresso na Tabela 16, em todas as unidades há diferença significativa entre grãos recebidos e enviados. Nas unidades de Acreúna e Santa Helena as classificações de saída demonstram que houve redução no índice de esverdeados nos grãos enviados à Indústria Guará, exceto no caso da unidade de Palmeiras, onde o índice piorou. Essa é uma característica bastante peculiar: o armazenamento geralmente não é capaz de piorar essa característica, pois não influencia no teor de esverdeados. Seria possível que essa característica melhorasse naturalmente (grãos verdes amadurecerem), mas o inverso é bastante improvável. Por esse motivo, o resultado, neste caso, pode demonstrar uma disparidade entre as classificações de entrada e saída. Talvez devido ao processo de classificação ser manual, a piora desse índice pode se dar por erros e variações nos critérios de classificação.

Tabela 16 – Teste de Tukey – Esverdeados – Comparativo Entrada e Saída por armazém

<i>Níveis</i>	<i>Centro</i>	<i>Limite.Inferior</i>	<i>Limite.Superior</i>	<i>P-valor</i>
A-Saída-A-Entrada	-0,84673	-1,00167	-0,69178	0
P-Saída-P-Entrada	4,104536	4,004702	4,204371	0
SH-Saída-SH-Entrada	-1,03995	-1,27901	-0,8009	0

Fonte: elaborado pela autora.

Desse modo, percebe-se que o Teste de Tukey permite realizar importantes análises, levando a descobertas significativas sobre o processo de armazenamento e sua influência sobre as características de qualidade dos grãos, conforme visto.

4.3 Diagnósticos dos problemas observados

Esta sessão tem como objetivo apresentar alguns dos principais problemas que foram identificados ao longo das visitas *in loco* realizadas. Aqui estão registradas observações pertinentes e análises estatísticas dos processos.

Uma das principais fontes de dados para as análises estatísticas presentes nesta sessão é a Tabela 21, presente no Apêndice 2 - , a qual

apresenta os dados relativos à produção de farelo e óleo degomado de soja no período de 10/04/2015 a 10/05/2015, nos três turnos de produção. Foram utilizados dados relativos a esse período porque ele compreende um dos mais importantes para a empresa. Neste período ocorre o ápice do período de safra, onde o recebimento de grãos e processamento está em máxima atividade, e neste ano o período de safra total para a empresa foi compreendido entre os dias 25/01/2015 a 25/04/2015, sendo que entre os dias 10/04 e 10/05/2015 foi o período de maior fluxo.

E também os resultados das análises laboratoriais dos produtos produzidos pela empresa, conforme mencionado no Apêndice 3, Tabela 22.

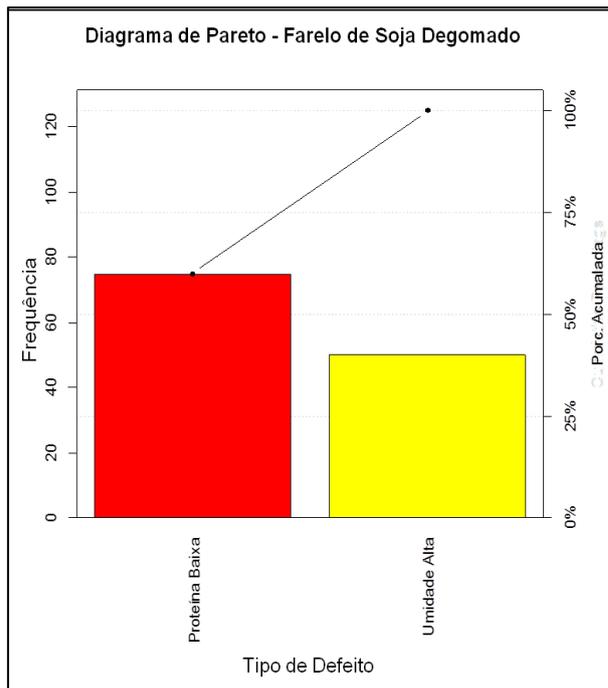
4.3.1 Problemas de qualidade do Farelo e Óleo degomado de soja e respectivas causas

Antes do levantamento dos problemas e causas, para melhor compreensão do processo realizou-se a descrição detalhada do mesmo presente no Apêndice 4.

Durante observação direta realizada na empresa, notaram-se também alguns problemas de qualidade dos produtos farelo e óleo degomado de soja. Para melhor analisá-los, foram gerados os diagramas de Pareto conforme expressos na Figura 32 e na Figura 33. No caso do farelo de soja, os principais problemas de qualidade são: alta umidade e proteína baixa. Já para o óleo degomado de soja, o principal problema é alta acidez, como pode ser identificado através dos diagramas.

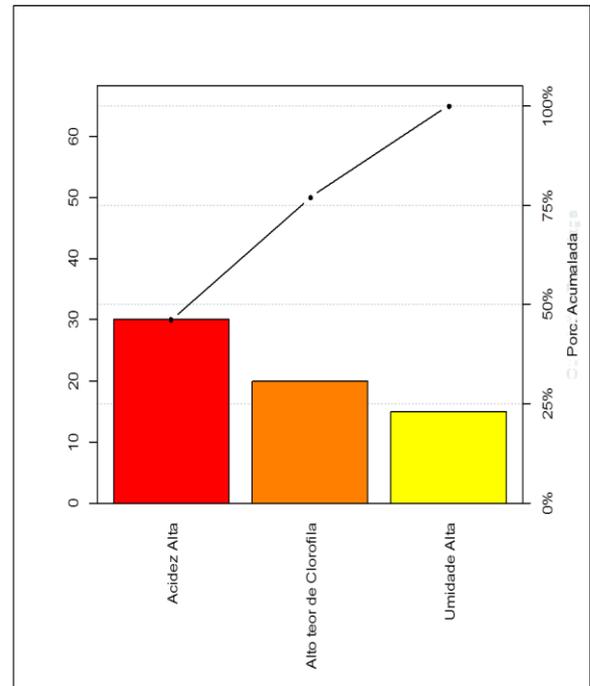
A elaboração do diagrama para farelo de soja baseou-se nos resultados das análises laboratoriais presentes no Apêndice 3, Tabela 22, e para óleo de soja, como não há registros suficientes através dos relatórios de análise laboratorial, foram consideradas informações obtidas através de entrevistas informais realizadas durante visitas à empresa.

Figura 32 – Diagrama de Pareto Farelo de Soja



Fonte: elaborado pela autora

Figura 33 – Diagrama de Pareto Óleo de Soja



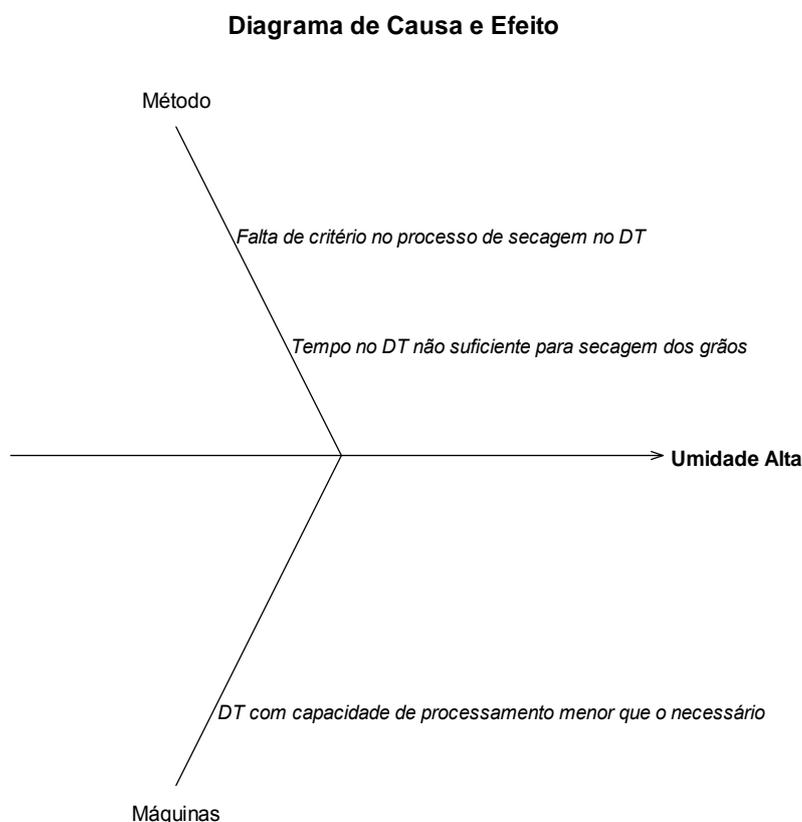
Fonte: elaborado pela autora

Após a análise dos principais problemas, realizou-se também a análise das causas potenciais de cada um destes, a partir do que foram gerados os Diagramas de causa e efeito que serão apresentados adiante. Estes foram gerados com base na coleta de dados realizada na empresa, baseado na observação *in loco* e segundo o conhecimento dos responsáveis pelos processos.

Para o problema de umidade alta do farelo de soja foi gerado o diagrama expresso na Figura 34. Como se pode observar, as principais causas deste estão relacionadas a:

- Falta de critério no processo de secagem do DT (Dessolventizador tostador) e tempo de secagem insuficiente. Não há um controle de operações muito eficiente do processo, assim, as calibrações e tempo para secagem são definidos pelo operador, não havendo processos formais descritos para seu direcionamento. Graças à falta de critério o processo pode variar muito de acordo com o julgamento do operador.
- DT com capacidade de processamento insuficiente. Capacidade física de processamento dos materiais não atende à demanda de produção.

Figura 34 – Diagrama de causa e efeito problema de Qualidade Farelo de Soja – Umidade Alta

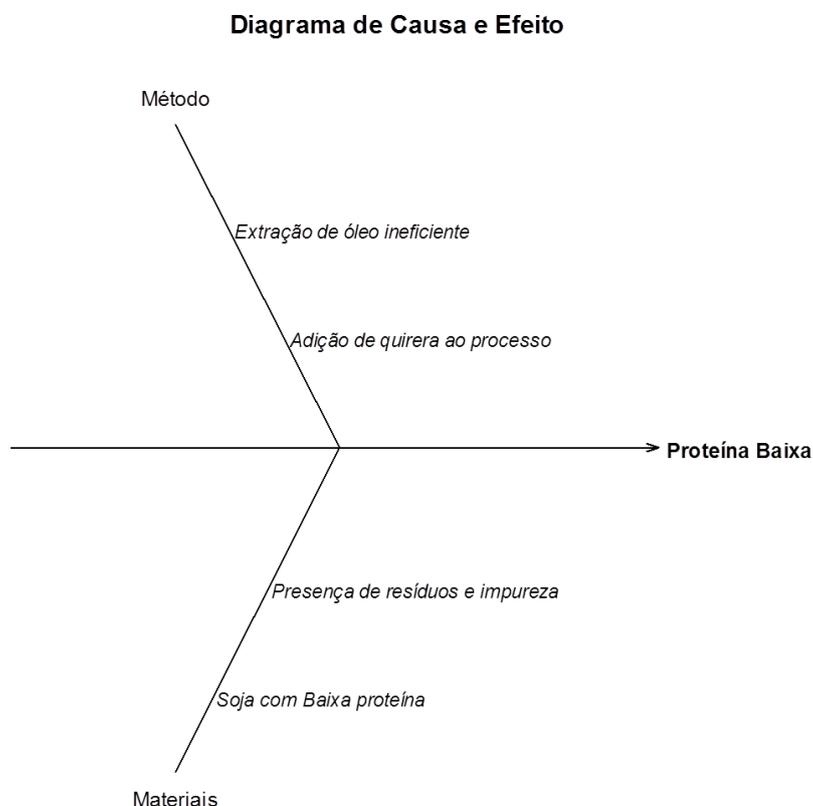


Fonte: elaborado pela autora

Na Figura 35 apresenta-se o diagrama de causa e efeito para o problema de baixa proteína do farelo de soja. Como pode ser observado, as principais causas levantadas são:

- Extração de óleo ineficiente, ainda restando óleo misturado ao farelo, baixando o teor de proteína;
- Adição de quirera ao processo e presença de resíduos. Acredita-se que tais fatores reduzam o teor de proteína;
- Soja com proteína baixa, o principal fator. O grão chega muitas vezes já fora do padrão esperado e grãos imaturos têm menor teor de proteína. Atualmente, a empresa não consegue fazer análise de proteína carga a carga na chegada dos grãos. Assim, não é capaz de reconhecer quais cargas estão dentro ou fora dos padrões, o que culmina em um produto final também fora do padrão.

Figura 35 – Diagrama de causa e efeito problema de Qualidade Farelo de Soja – Proteína Baixa



Fonte: elaborado pela autora

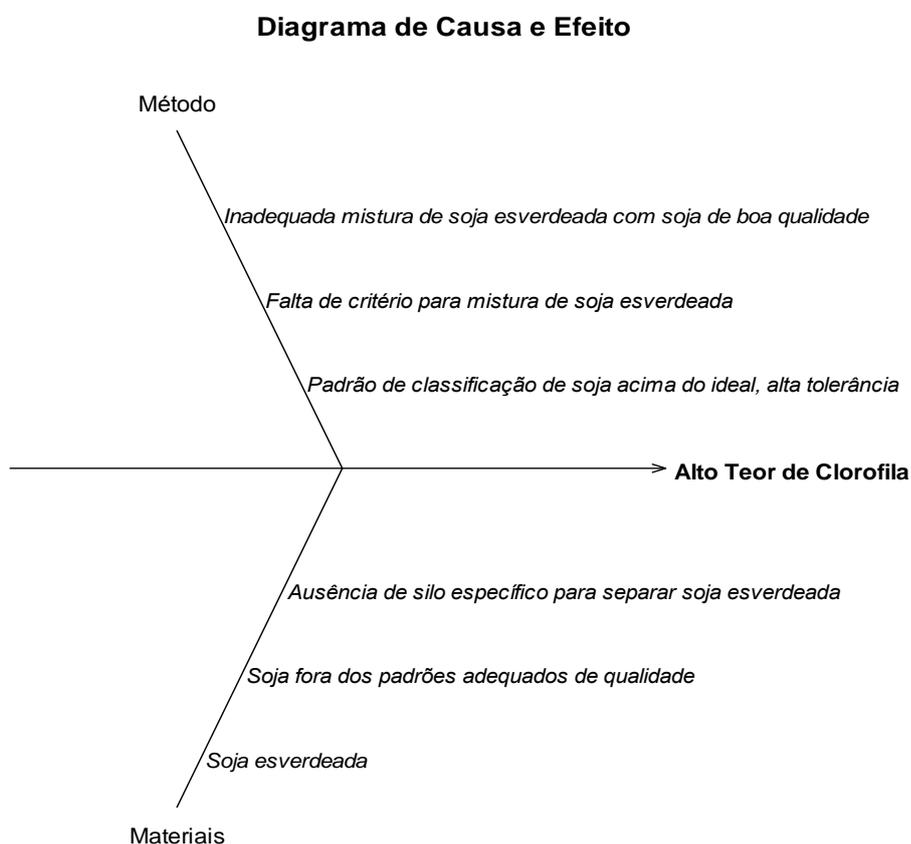
A mesma análise foi realizada também para os problemas de qualidade demonstrados no Diagrama de Pareto de óleo de soja, e as causas dos principais problemas levantados estão relacionadas na Figura 36 e na Figura 37.

Na Figura 36 observa-se que as principais causas para alta acidez do óleo degomado de soja são:

- Adição de quirera ao processo. Como não há análise de qualidade da quirera, esta muitas vezes pode estar fora do padrão elevando a acidez do óleo;
- Presença de soja fora do padrão;
- Ausência de silos para separar a soja fora dos padrões de qualidade. A destinação da armazenagem dos grãos recebidos é um problema muito sério,

Na Figura 37 tem-se as causas do problema de alto teor de clorofila, e as principais seriam: inadequada mistura de soja verde com demais grãos; ausência de critério para esta mistura; ausência de silos específicos para separação dos grãos fora de padrão; grão recebido fora dos padrões de qualidade. Outro ponto observado é que o padrão de tolerância de classificação para grãos esverdeados da empresa analisada é superior a de outras companhias: enquanto algumas empresas toleram somente 8% de grãos esverdeados, na empresa é tolerada carga com até 10% de esverdeados, sem penalização do vendedor.

Figura 37 – Diagrama de causa e efeito problema de Qualidade Óleo de Soja - Alto Teor de Clorofila



Fonte: elaborado pela autora

Além dos problemas relacionados, foram levantadas também as reclamações realizadas por clientes durante o período da pesquisa. Nelas observou-se que só houve quatro reclamações, as quais, em sua maioria, têm

relação com os problemas já identificados. As quatro reclamações relatadas foram:

- Reclamação de carga de farelo de soja apresentando baixo teor de proteína;
- Reclamação sobre farelo de soja apresentando umidade de 14,5%, sendo que o valor máximo tolerável é de 12,5%.
- Reclamação por farelo de soja queimado, tostado além do padrão ideal;
- Reclamação por solubilidade do farelo de soja fora do padrão.

O número de reclamações existente aparentemente é muito pequeno, pois foram somente quatro dentro do período de seis meses. Contudo, através de entrevistas e da observação direta, pode-se constatar que o que ocorre, na realidade, é que grande parte dos clientes não identifica produtos fora do padrão, e quando identificam preferem não reclamar, sendo poucos os que questionam. As falhas constantes denigrem, porém, a imagem da empresa, e muitas vezes fazem com que o cliente não apresente reclamações, mas, simplesmente, deixe de comprar da empresa, o que é extremamente prejudicial.

Além disso, como a concorrência ainda não é tão acirrada quanto em outros tipos de mercado, mesmo com desvios de padrão existentes a empresa consegue permanecer com bons níveis de venda. No entanto, a partir do momento que houver aumento na concorrência a tendência é que falhas e problemas de qualidade se tornem cada vez menos aceitáveis.

4.3.2 Adição de quirera ao processo

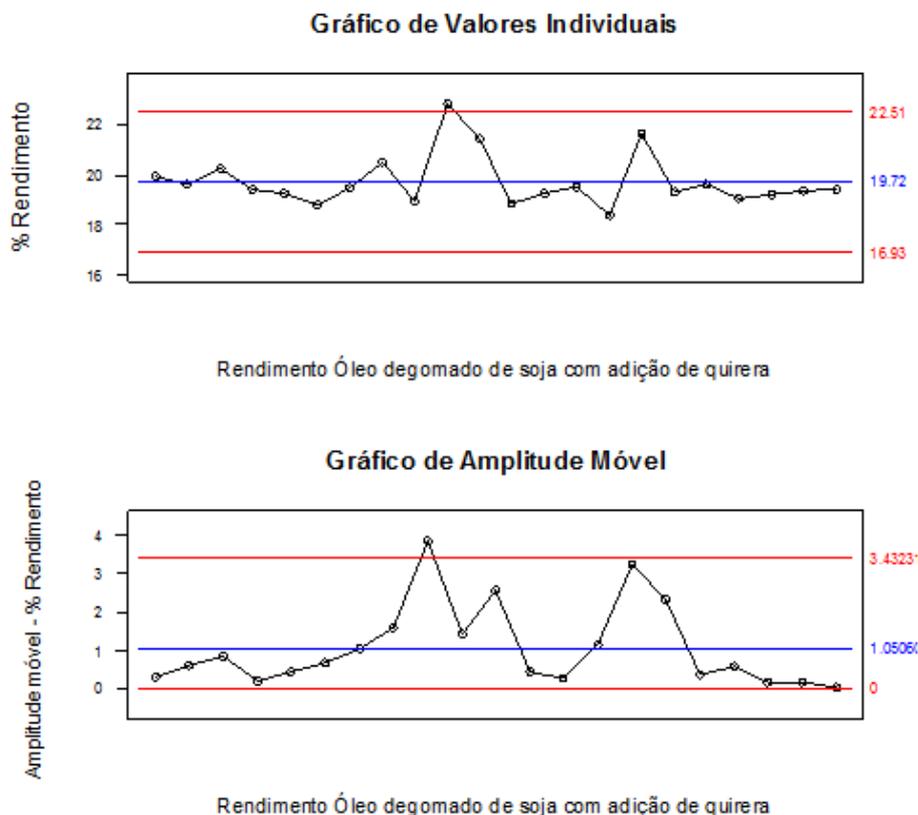
Durante a observação direta realizada na empresa, pode-se notar que, atualmente, parte dos resíduos do processo de limpeza dos grãos, chamado de quirera, é adicionada na produção de farelo e óleo degomado de soja após passar por processo de secagem. A adição é feita de acordo com a orientação do supervisor do setor e com o padrão de qualidade observado por ele e pelo operador de produção. Nele a quirera é classificada empiricamente pelos operadores e supervisor em “quirera de boa qualidade” e “quirera de má qualidade”. A quirera de boa qualidade seria aquela mais limpa visualmente, ou seja, com menor quantidade de impureza e menor acidez, e para este tipo adiciona-se cinco bags (embalagens de aproximadamente 1000 Kg) em 8

horas de produção. Já a quirera de má qualidade geralmente apresenta coloração mais escura, possui maior percentual de impurezas e maior acidez, por isso ela é dosada no processo com três bags a cada 8 horas de produção. Nota-se que a dosagem é realizada de modo totalmente empírico e não há nenhuma comprovação técnica de que dessa maneira, além de não prejudicar o processo, a quirera possa contribuir para o rendimento da produção. Isso significa que além de não ajudar, a quirera pode ser um dos fatores que faz com que os produtos apresentem sérios problemas de qualidade, e consequentemente gerem custos da qualidade.

Dessa maneira, direcionado por este possível problema diagnosticado, gerou-se a carta de valores individuais, observando o comportamento do rendimento do óleo degomado de soja a partir da adição de quirera no processo, com o intuito de verificar se essa adição aumenta o rendimento da produção. Para geração das cartas de valores individuais foram utilizados os dados presentes na Tabela 21, constante no Apêndice 2. Nela estão registradas as 93 observações realizadas, correspondentes aos 3 turnos de produção acompanhados durante 31 dias. Na carta representada na Figura 38 estão registradas 22 observações correspondentes aos casos em que houve adição de quirera, e as demais 71 observações foram registradas na carta de controle presente na Figura 39, correspondente aos dias de produção em que não houve adição de quirera.

Na Figura 38 pode-se observar que quando adicionada quirera ao processo, o mesmo fica menos estável, apresentando variações significativas no rendimento. O rendimento médio é 0,11% maior do que quando não se adiciona quirera, mas perde-se no controle do processo. Também se pode observar, conforme Tabela 17, que a média do rendimento, linha central do gráfico, fica em 19,72% e o coeficiente de variação é de 4,72%, indicando variabilidade no processo. Nota-se, além disso, que há um ponto fora de controle, e este provavelmente é consequência da adição de quirera que elevou, no período observado, o rendimento do óleo.

Figura 38 – Gráfico de valores individuais - Rendimento de Óleo de Soja com adição de quirera



Fonte: elaborado pela autora

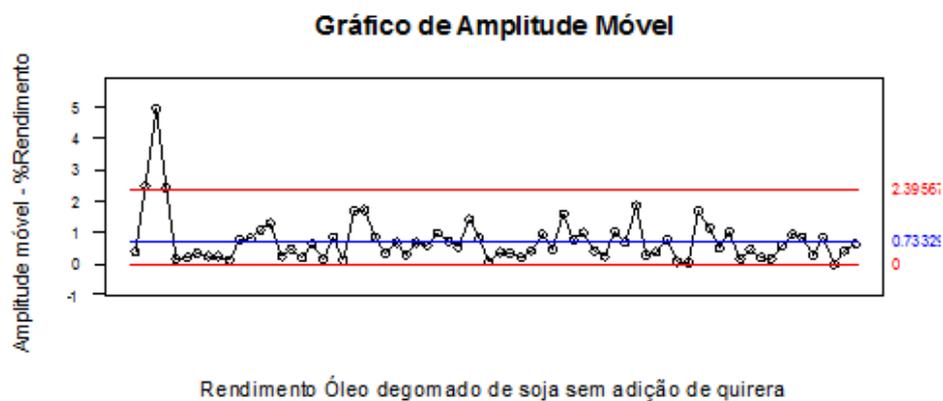
Tabela 17 – Medidas resumo para Gráfico de valores individuais - Rendimento de Óleo de Soja com adição de quirera

Dados do processo	
Gráfico de Valores Individuais	
Média	19,72%
Coeficiente de Variação	4,72%

Fonte: elaborado pela autora

Já quando não há adição de quirera no processo, como se observa na Figura 39, este fica bem mais estável e dentro dos limites de controle, sem apresentar variações muito significativas. Com exceção dos dois primeiros pontos, todos os demais ficam dentro dos limites de controle. Possivelmente, os dois primeiros pontos podem estar fora dos limites de controle por equívocos no registro da produção, já que em um dia o rendimento foi muito abaixo do normal e no dia seguinte foi muito acima.

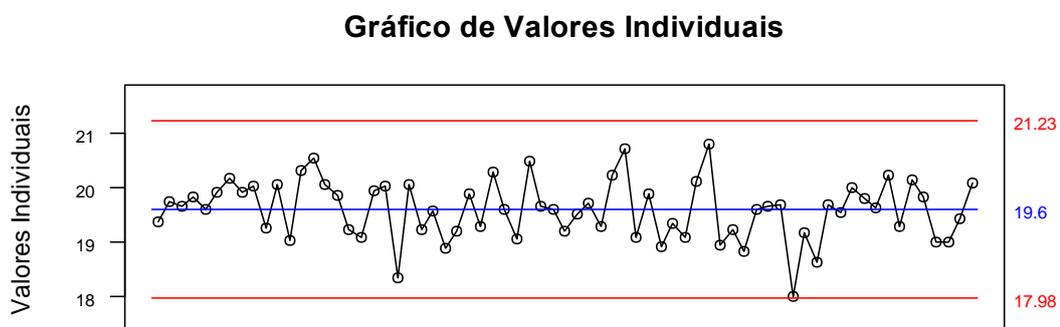
Figura 39 – Gráfico de Valores Individuais – Rendimento de Óleo de soja sem adição de quirera



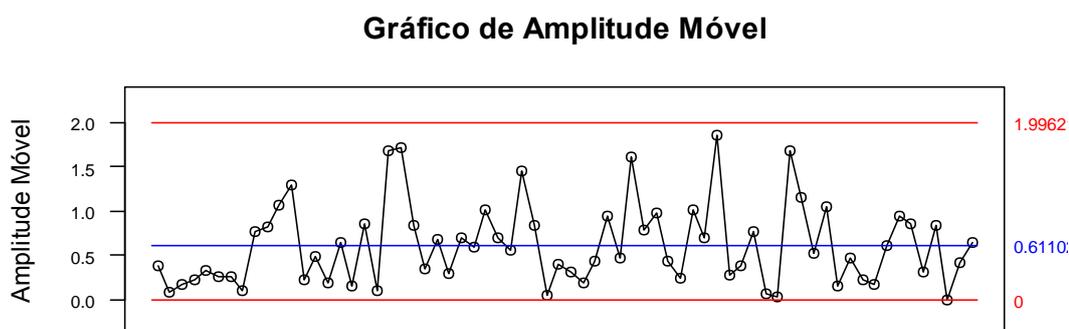
Fonte: elaborado pela autora

Eliminando-se os pontos fora de controle e gerando-se a carta de controle novamente, conforme a Figura 40 , todos os pontos ficam dentro dos limites superior e inferior, ou seja, o processo está estável.

Figura 40 – Gráfico de Valores Individuais - processo estável – Rendimento de Óleo de soja sem adição de quirera



Rendimento Óleo Degomado de soja sem adição de quirera



Rendimento Óleo Degomado de soja sem adição de quirera

Fonte: elaborado pela autora

Observando também a Tabela 18, pode-se notar que o rendimento médio do processo é 19,63% e o coeficiente de variação é 3,57%, isto é, a variabilidade do processo é bem menor do que quando adicionada quirera.

Tabela 18 - Medidas resumo para Gráfico de valores individuais - Rendimento de Óleo de Soja sem adição de quirera

Dados do processo	
Gráfico de Valores Individuais	
Média	19,63%
Coeficiente de Variação	3,57%

Fonte: elaborado pela autora

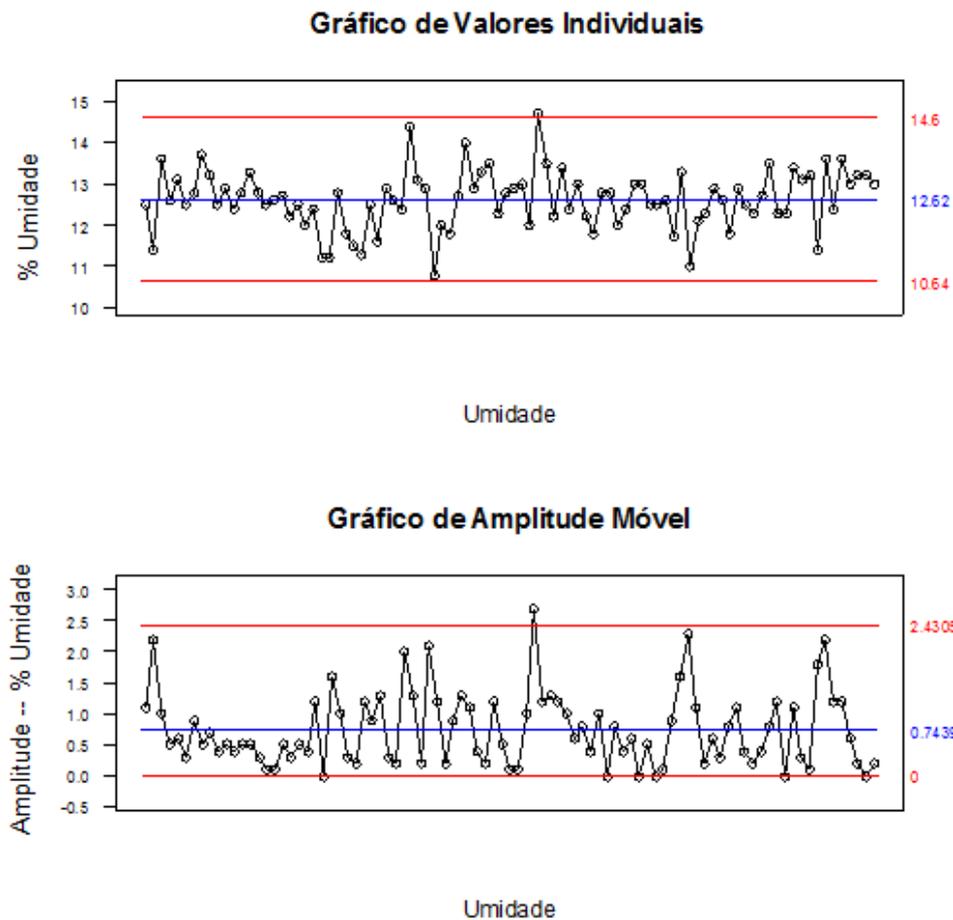
Assim, pode-se concluir que a adição de quirera praticamente não contribui para a melhoria do rendimento e ainda gera maior variabilidade e descontrole do processo.

4.3.3 Análise de estabilidade e capacidade baseada em resultados de análises dos produtos finais

Observando os resultados das análises laboratoriais conforme mencionado no Apêndice 3, Tabela 22, foi possível gerar os Gráficos de Controle e realizar a análise de capacidade para cada um dos parâmetros de qualidade. Assim, é possível identificar como está a qualidade do óleo de soja degomado e do farelo de soja produzidos pela empresa, ao comparar os resultados das análises com os padrões esperados presentes na Tabela 2 e na Tabela 3.

A Figura 41 possibilita identificar que há variabilidade na umidade do farelo de soja produzido. A umidade média é de 12,62%, o que está acima do padrão de umidade aceitável que é 12,5%, e há um ponto fora de controle, demonstrando a existência de causas especiais de variação no processo.

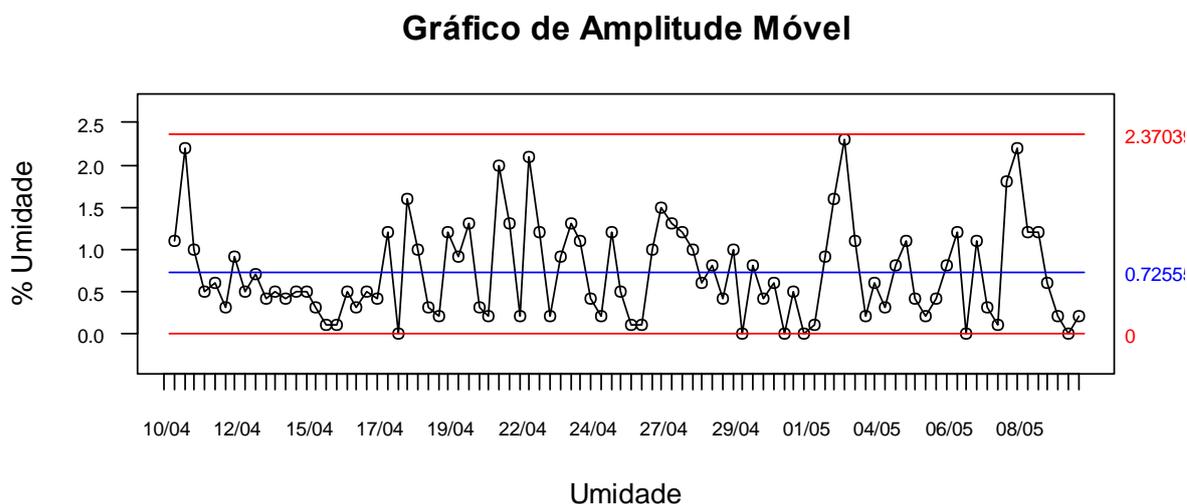
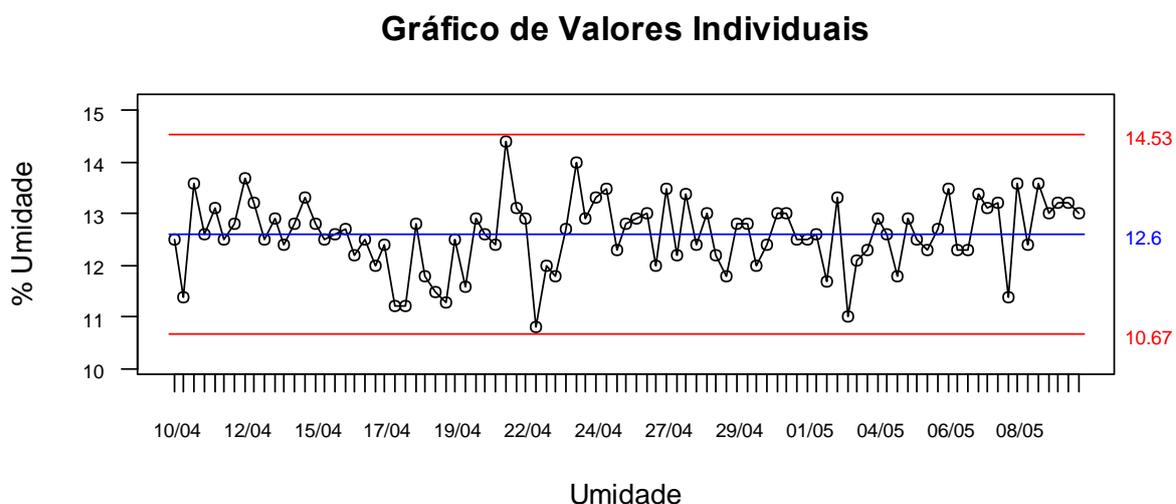
Figura 41 – Gráfico de Valores Individuais – Umidade Farelo de soja



Fonte: elaborado pela autora

Após a eliminação das causas especiais, como demonstra a Figura 42, mesmo havendo variabilidade o processo passa a estar sob controle, quando todas as medições estão dentro do limite superior e inferior estabelecidos.

Figura 42 – Gráfico de Valores Individuais – processo estável – Umidade Farelo de soja

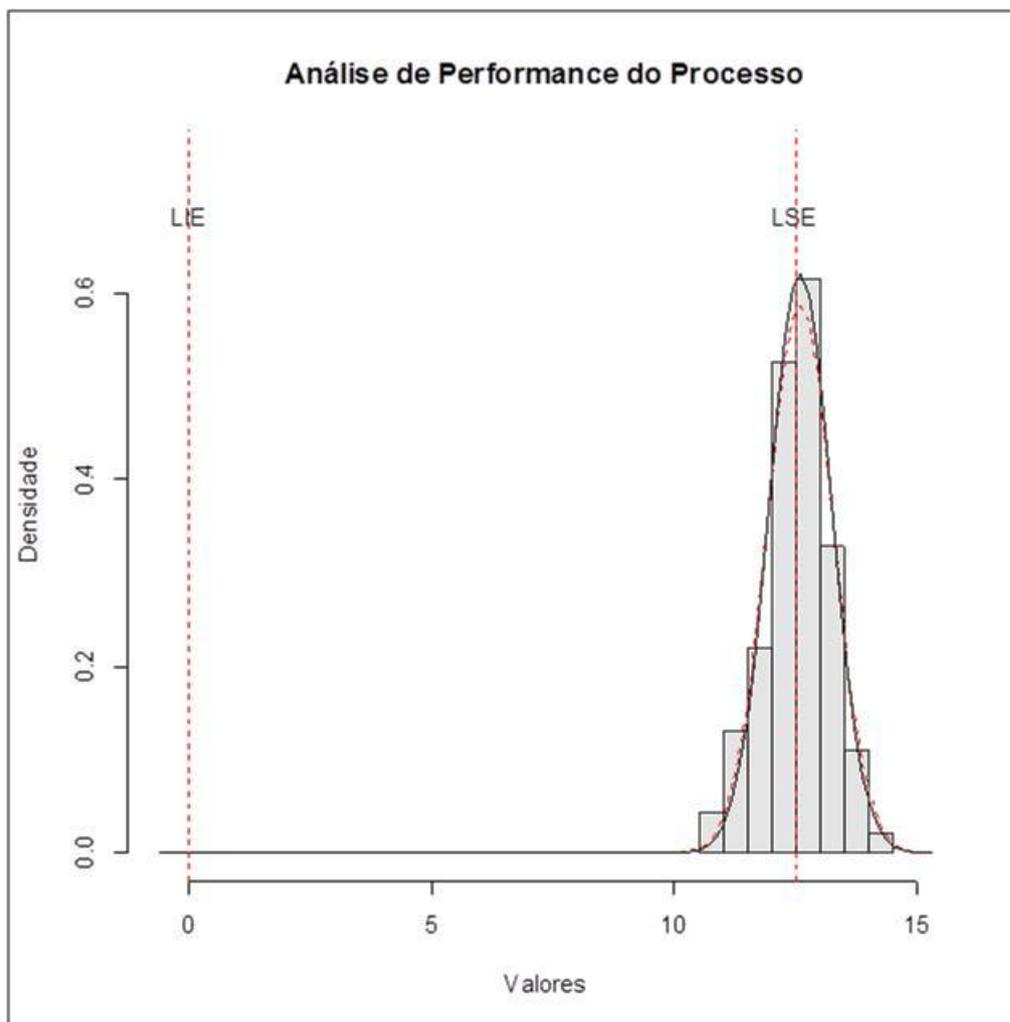


Fonte: elaborado pela autora

Avaliando a capacidade do processo, retratada na Figura 43, considerando Limite inferior = 0 e Limite Superior= 12,50%, que se refere ao teor de umidade máxima aceitável para o farelo de soja produzido pela empresa, tem-se $Cpk = -0,05$, que é muito baixo, e percebe-se que o processo não é capaz e não está centralizado. Grande parte das observações estão acima do limite superior, ou seja, em muitos turnos de produção, em vários dias observados, a empresa não conseguiu atender o limite especificado para esta característica de qualidade, mesmo eliminando-se as causas especiais, com o processo dentro dos limites de controle.

Isso representa um problema, já que esta é uma importante especificação de qualidade que não está sendo atendida corretamente, gerando insatisfação por parte dos clientes.

Figura 43 – Análise de capacidade – Umidade Farelo de soja



Fonte: elaborado pela autora

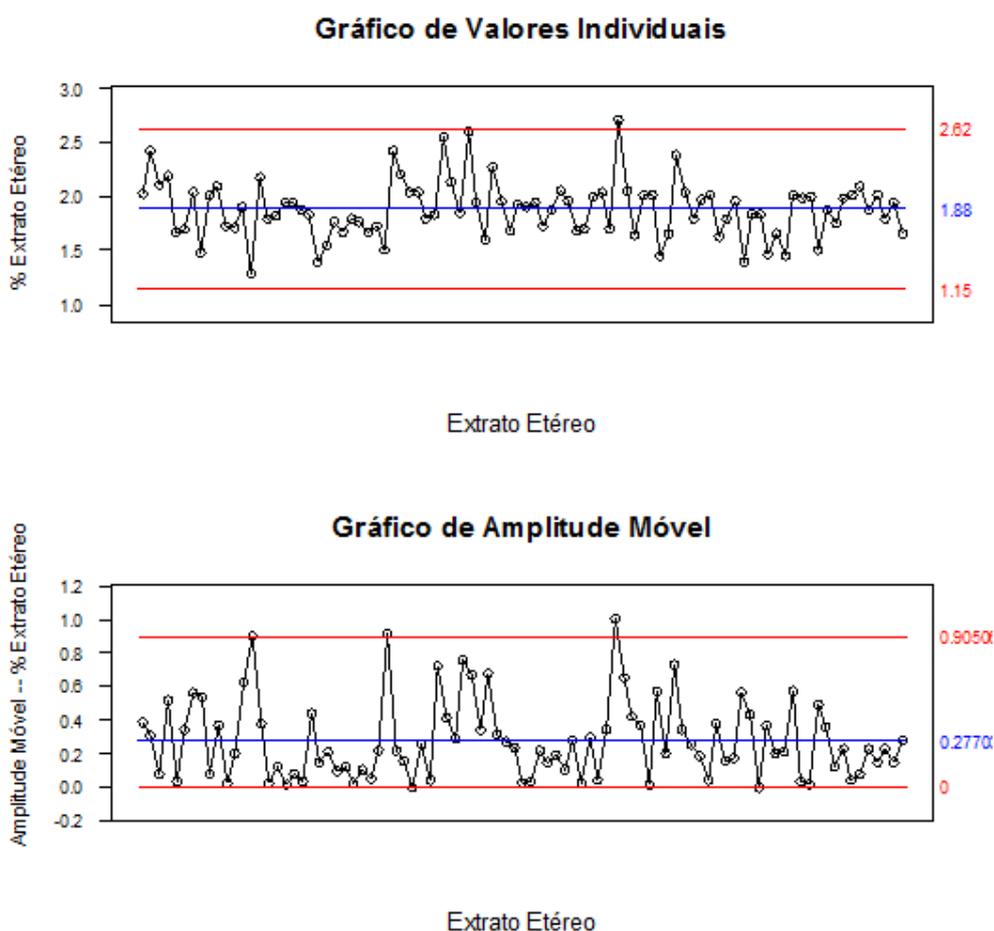
A mesma análise foi realizada também para as características de qualidade mais importantes mensuradas pela empresa, presentes na Tabela 22.

A Figura 44 apresenta a carta de controle para a característica *extrato etéreo*. Essa característica, na prática, conforme informação obtida através de entrevistas, demonstra o fator de óleo presente no farelo de soja. Para o cliente, essa especificação estar fora do padrão não é um problema, pois

demonstra que há mais óleo no farelo e este está ainda mais nutritivo do que o normal. Para a empresa, porém, torna-se um problema porque deixa evidente a ineficiência no processo de extração de óleo. Quanto mais óleo houver no farelo de soja, menos óleo bruto foi extraído e transformado em óleo degomado.

Na Figura 44 observa-se que há variabilidade no processo, como demonstra a carta de controle, e um dos pontos medidos está acima do limite superior especificado.

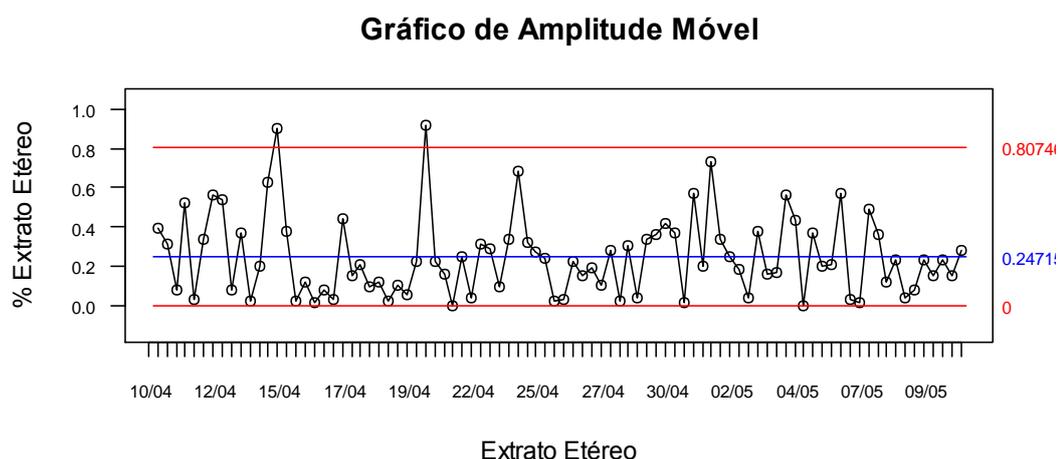
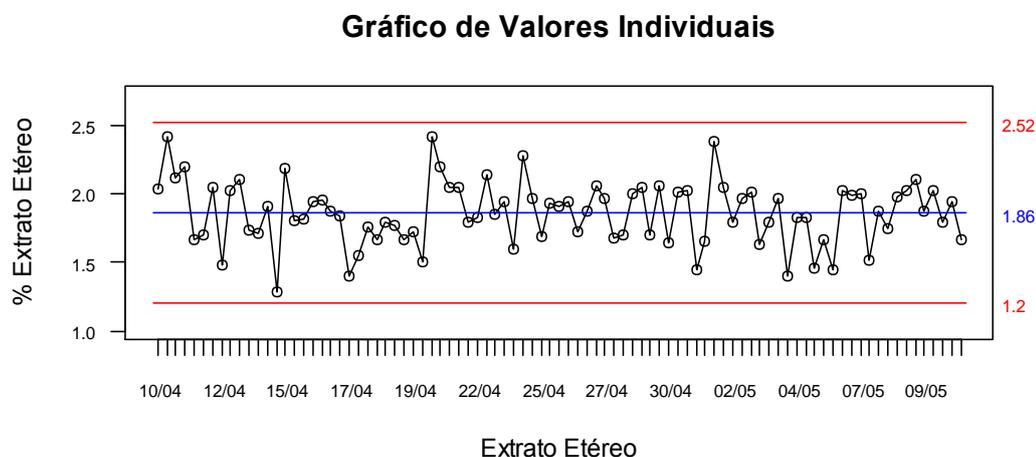
Figura 44 – Gráfico de Valores Individuais – Extrato Etéreo Farelo de soja



Fonte: elaborado pela autora

Após eliminar-se as causas especiais, ou seja, os pontos fora de controle, a carta foi gerada novamente, até que todos os pontos estivessem dentro dos limites de especificações, conforme é possível observar na Figura 45.

Figura 45 – Gráfico de Valores Individuais – processo estável – Extrato Etéreo Farelo de soja



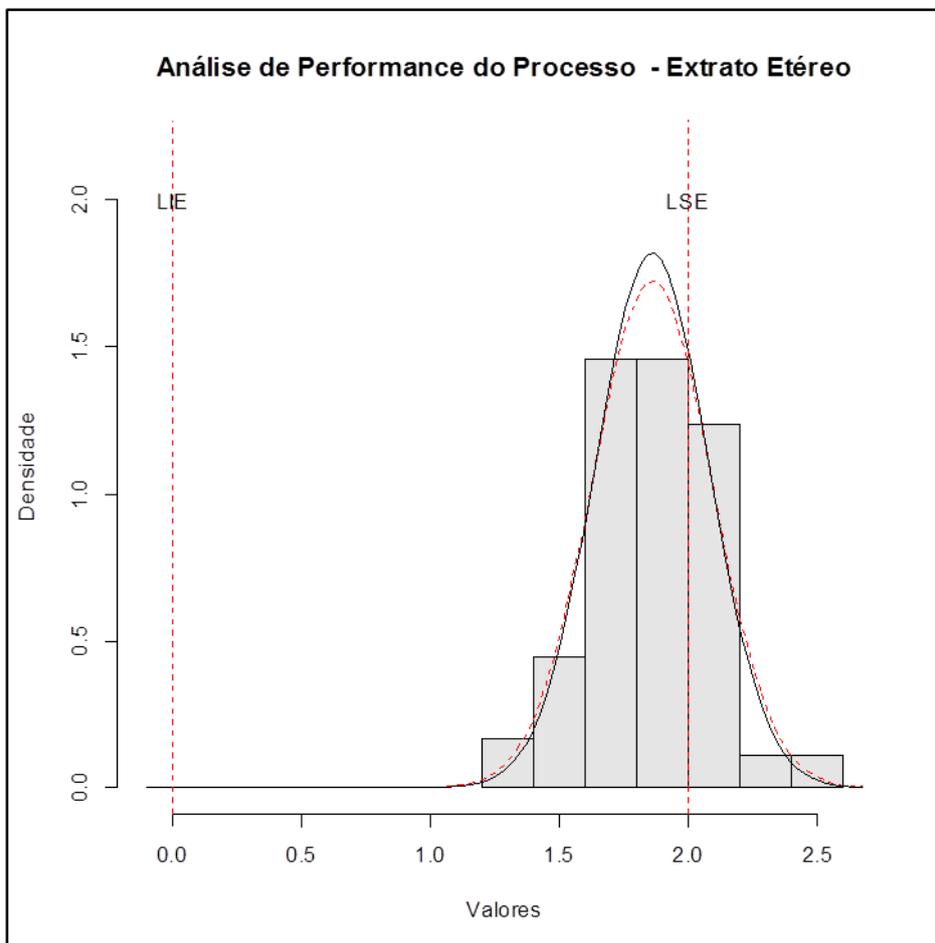
Fonte: elaborado pela autora

A seguir, tornou-se possível realizar a análise da capacidade representada na Figura 46. Concluindo-se que o processo não é capaz, tem-se $Cpk = 0,21$, considerado muito baixo. Além disso, há vários pontos além do limite superior, demonstrando presença de óleo no farelo de soja acima dos padrões adequados.

Pode-se concluir, desse modo, que há problemas no processo de extração de óleo bruto. O excesso de extrato etéreo observado nas análises representa perda efetiva para a organização, gerando custo da qualidade em função da falha interna existente. Isso porque o óleo que deveria ser extraído

adequadamente, transformado e vendido, gerando receitas para organização, está integrando indevidamente o farelo de soja produzido.

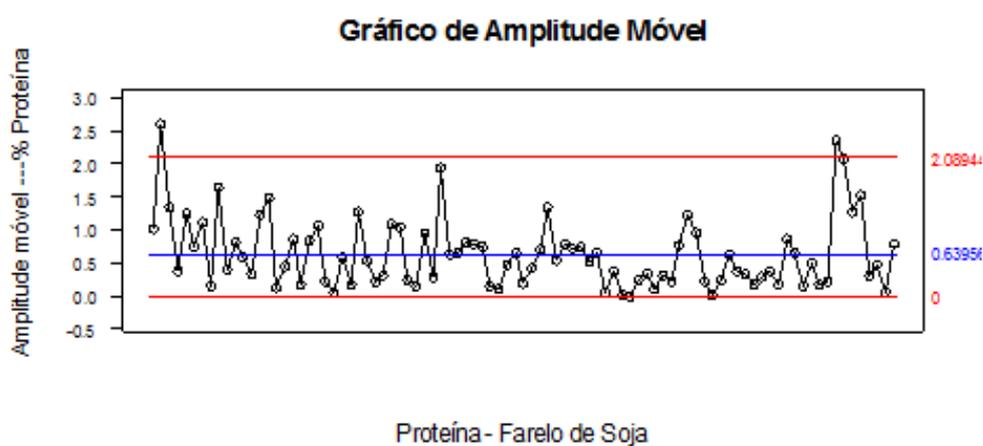
Figura 46 – Análise de capacidade – Extrato Etéreo Farelo de soja



Fonte: elaborado pela autora

Na Figura 47 tem-se a carta de controle para o teor de proteína presente no farelo de soja. Como pode-se observar, o processo não está sob controle apresentando variabilidade e um ponto abaixo do limite inferior.

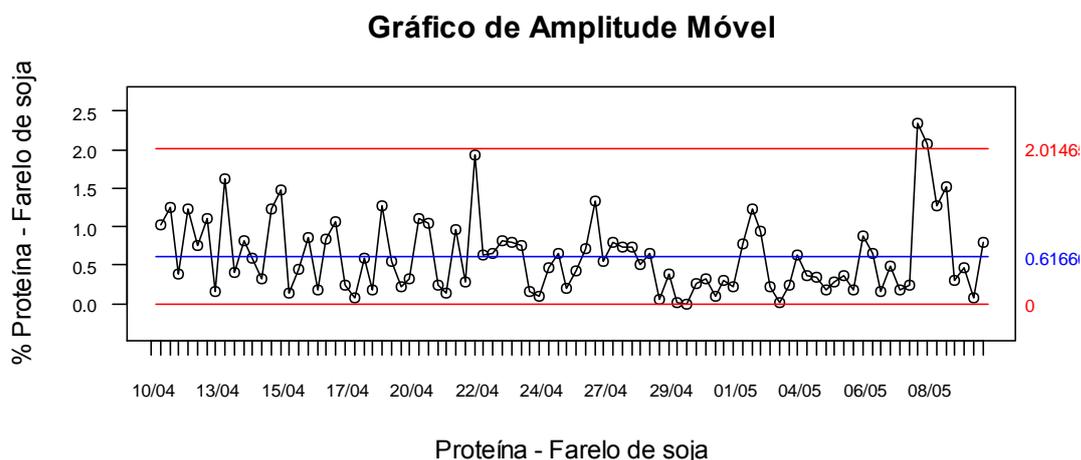
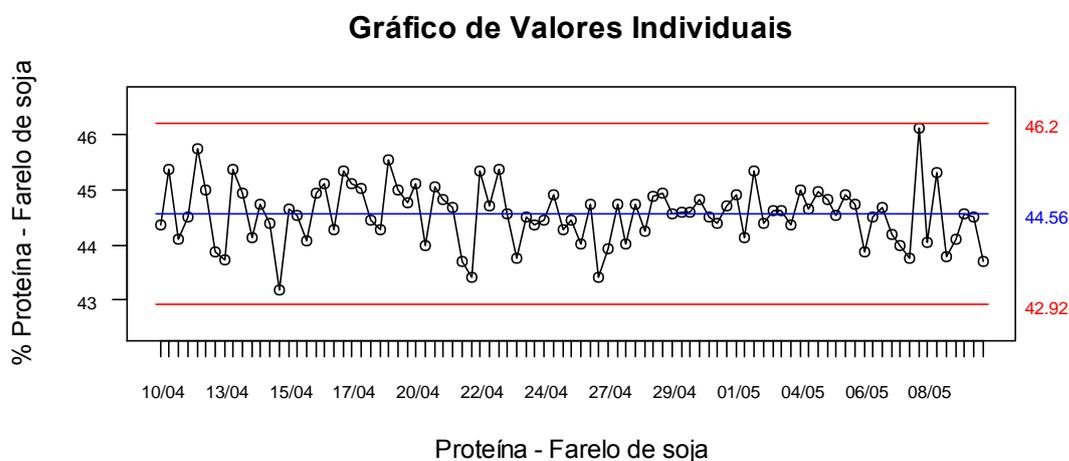
Figura 47 – Gráfico de Valores Individuais – Proteína Farelo de soja



Fonte: elaborado pela autora

Eliminando-se as causas especiais presentes, foi gerada novamente a carta de controle para a característica proteína, conforme Figura 48.

Figura 48 – Gráfico de Valores Individuais – processo estável - Proteína Farelo de soja



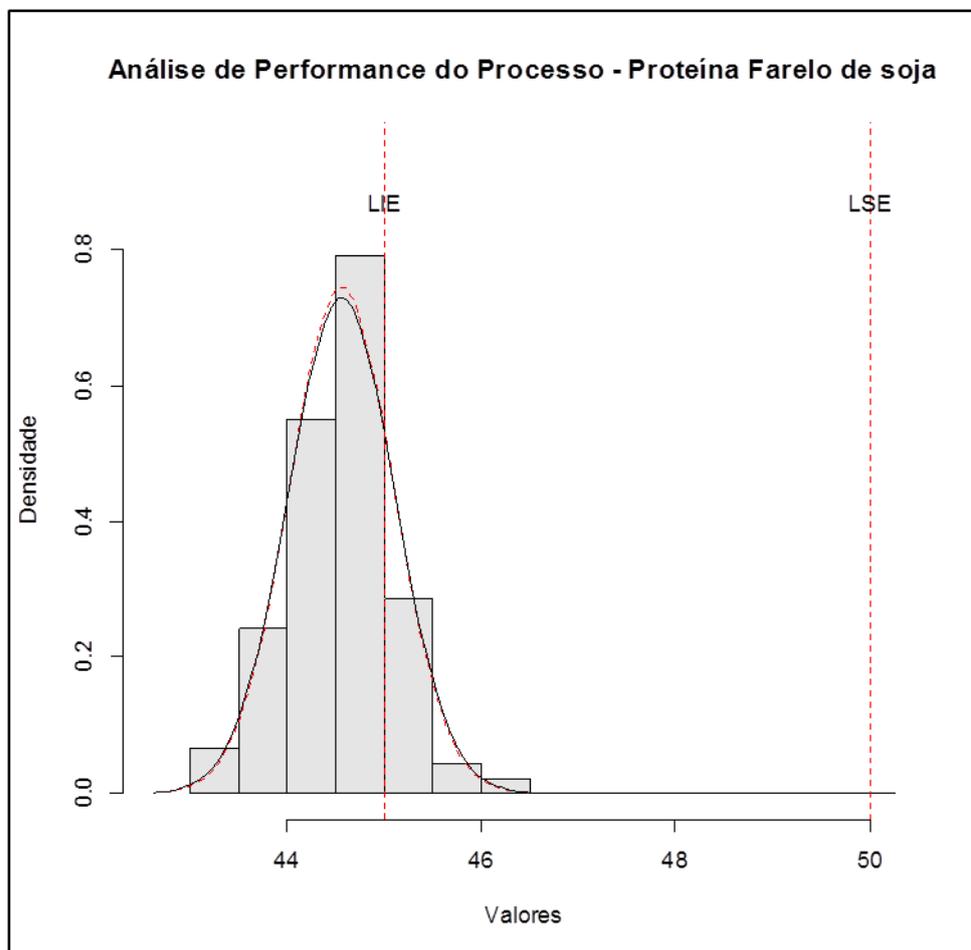
Fonte: elaborado pela autora

Analisando a capacidade do processo para a característica *teor de proteína* constante no farelo de soja, após o processo estar estável tem-se $Cpk = -0,270$. Com base na Figura 49, fica evidente que o processo não é capaz, está abaixo do limite inferior e não está centralizado.

Como pode ser visto, a empresa não está conseguindo produzir farelo de soja com o padrão de no mínimo 45% de proteína, algumas das possíveis causas desse desvio já foram apresentadas anteriormente. Essa é uma das características de qualidade mais importantes para o cliente, pois quanto mais alto o percentual de proteína presente no farelo de soja, mais nutritivo ele é, assim, o não atendimento dessa característica como já discutido, traz

problemas para a organização, insatisfação e não atendimento das exigências dos consumidores.

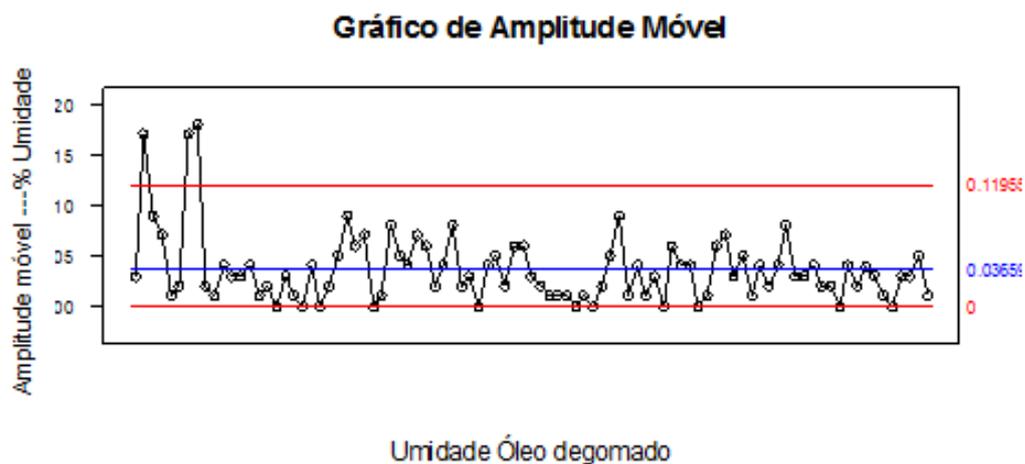
Figura 49 – Análise da capacidade – Proteína Farelo de soja



Fonte: elaborado pela autora

Na Figura 50 tem-se a carta de controle para umidade do óleo degomado, nela percebe-se que o processo se encontra fora de controle, havendo pontos acima do limite superior.

Figura 50 – Gráfico de Valores Individuais – Umidade Óleo degomado

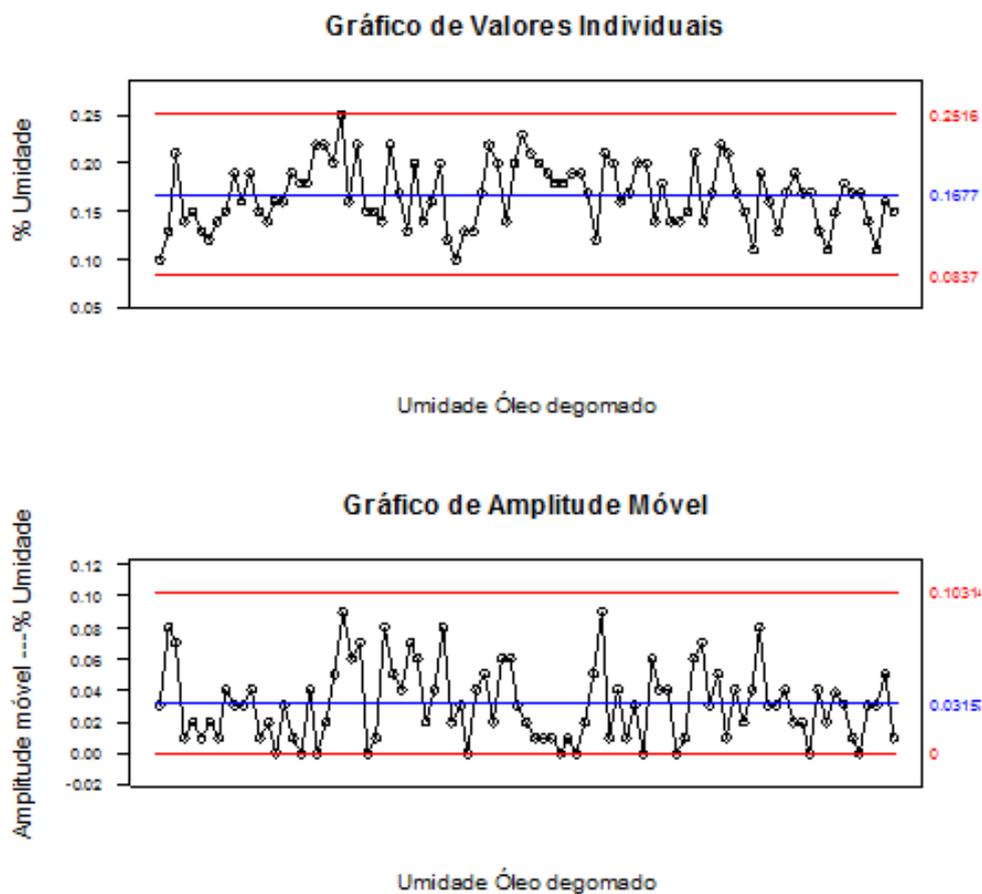


Fonte: elaborado pela autora

Tal problema pode-se justificar pela presença de grão muito úmido, que não foi secado adequadamente para posterior processamento, e pela adição de vapor ao processo. Além disso, há outras operações, muitas vezes realizadas empiricamente, de acordo com a experiência dos operadores de produção, sem que haja análises e operações bem desenhadas, nem seguindo procedimentos e padrões devidamente estabelecidos.

Eliminando as causas especiais, ou seja, os pontos fora de controle registrados na carta anterior, foram geradas novamente as cartas e constatou-se que o processo passaria a estar conforme, como apresenta a Figura 51.

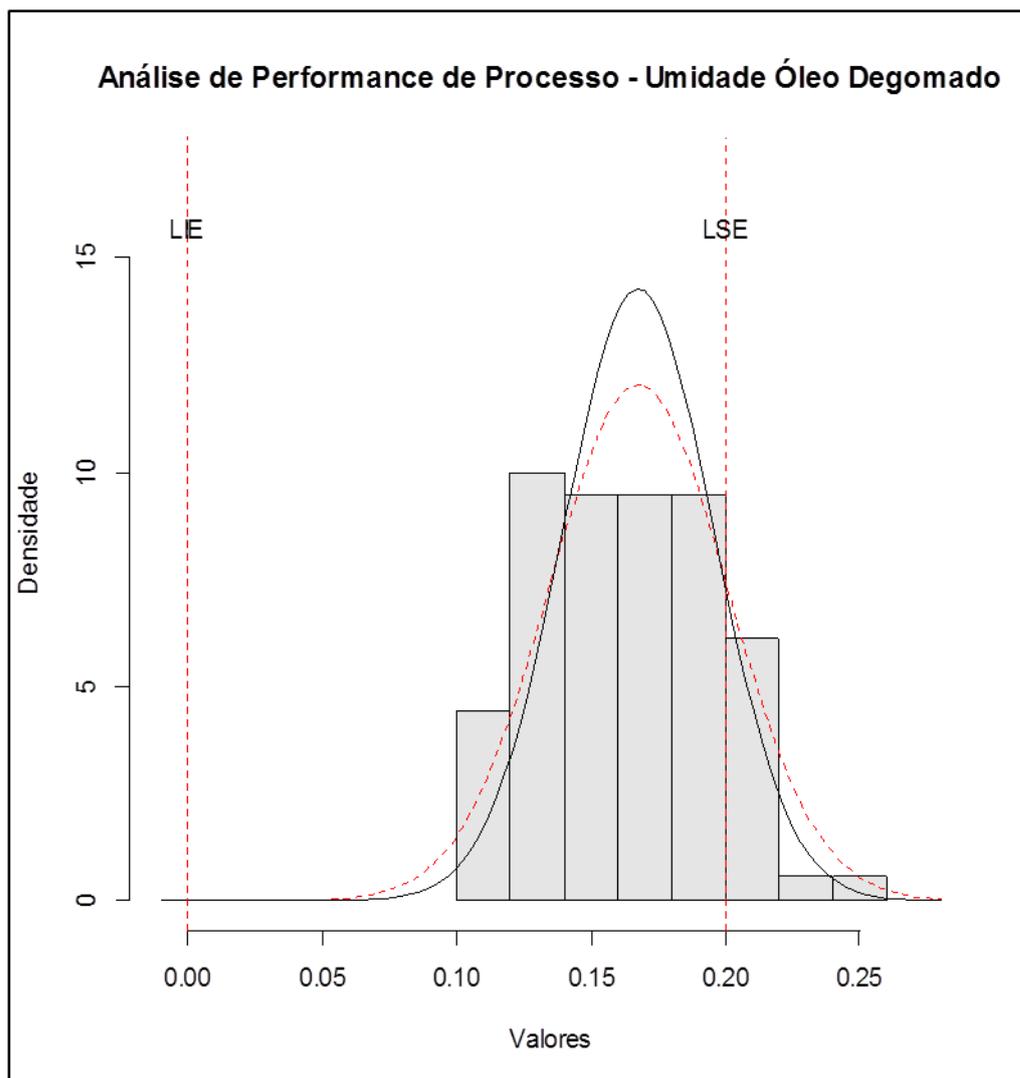
Figura 51 – Gráfico de Valores Individuais – Processo estável - Umidade Óleo degomado



Fonte: elaborado pela autora

Ainda para essa característica, a análise da capacidade demonstrada na Figura 52, gerada desconsiderando os pontos que estão fora de controle, demonstra que mesmo excluindo as causas especiais o processo ainda não é capaz, produzindo fora dos limites de especificações, e não está centralizado, com o $C_{pk} = 0,3853$. Essa característica está um pouco melhor do que as demais, mas ainda assim apresenta desvio.

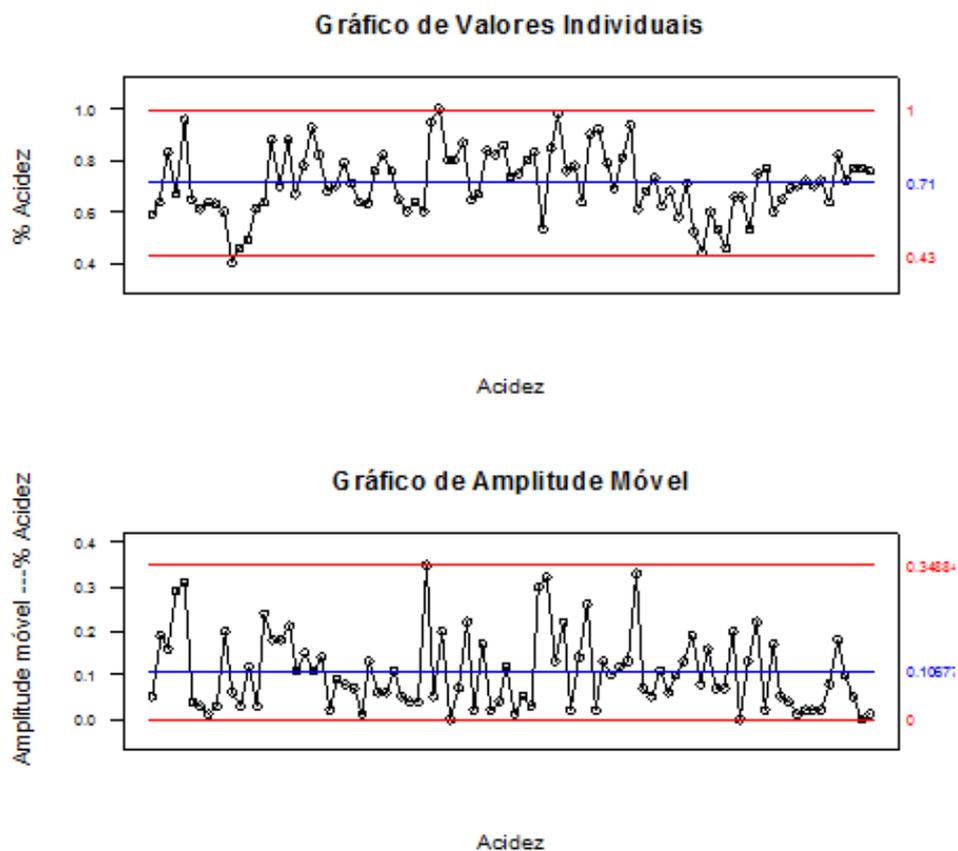
Figura 52 – Análise da capacidade – Umidade Óleo degomado



Fonte: elaborado pela autora

Na Figura 53, observa-se a carta para a característica *acidez* do óleo degomado. Como pode ser observado, há elevada variabilidade no processo, porém com apenas um ponto fora de controle. Nota-se que a acidez tem variado substancialmente na produção de óleo degomado, sendo que as causas desta variabilidade também já foram comentadas anteriormente e estão associadas principalmente à adição de quirera ao processo, presença de soja fora do padrão e ausência de silos para separar a soja fora dos padrões de qualidade.

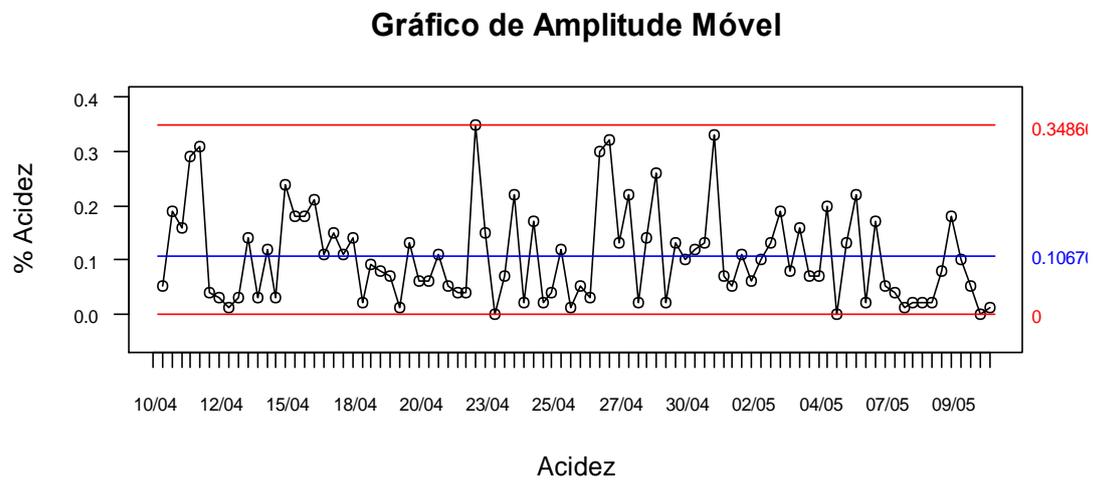
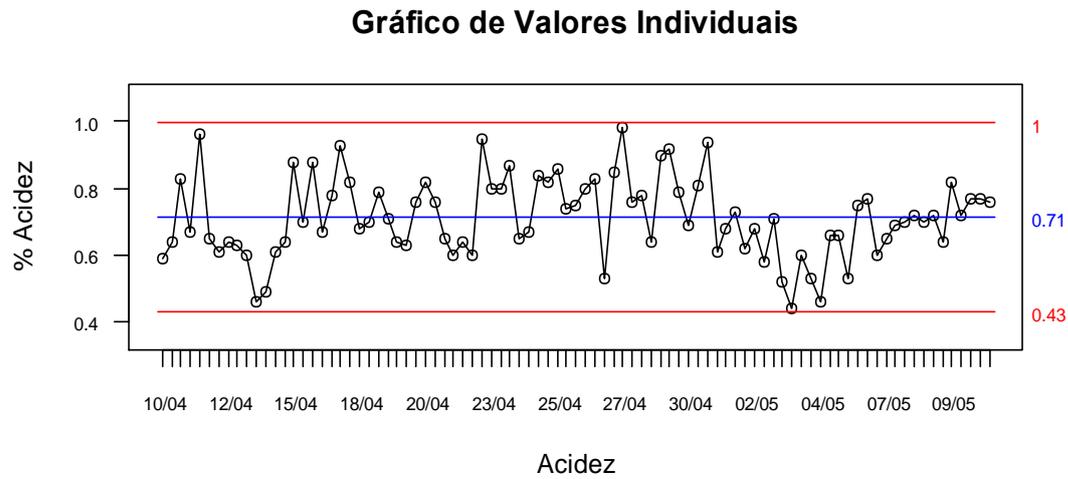
Figura 53 – Gráfico de Valores Individuais - Acidez Óleo degomado



Fonte: elaborado pela autora

Após a eliminação das causas especiais, foi gerada novamente a carta de controle, onde o processo tornou-se estável, com todas as observações dentro dos limites de especificações, como pode ser visto na Figura 54.

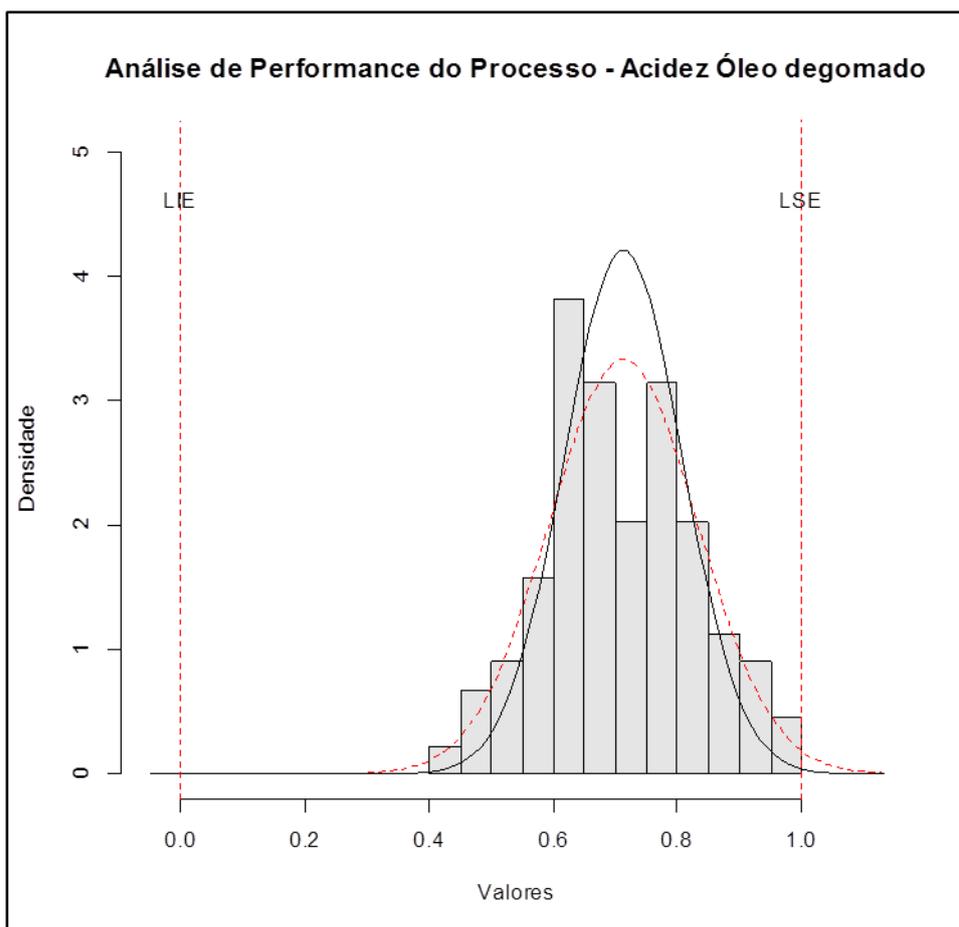
Figura 54 – Gráfico de Valores Individuais – processo estável - Acidez Óleo degomado



Fonte: elaborado pela autora

Já na Figura 55, Análise da Capacidade do Processo, observa-se que o processo varia, mas mesmo assim a empresa consegue produzir dentro dos padrões especificados.

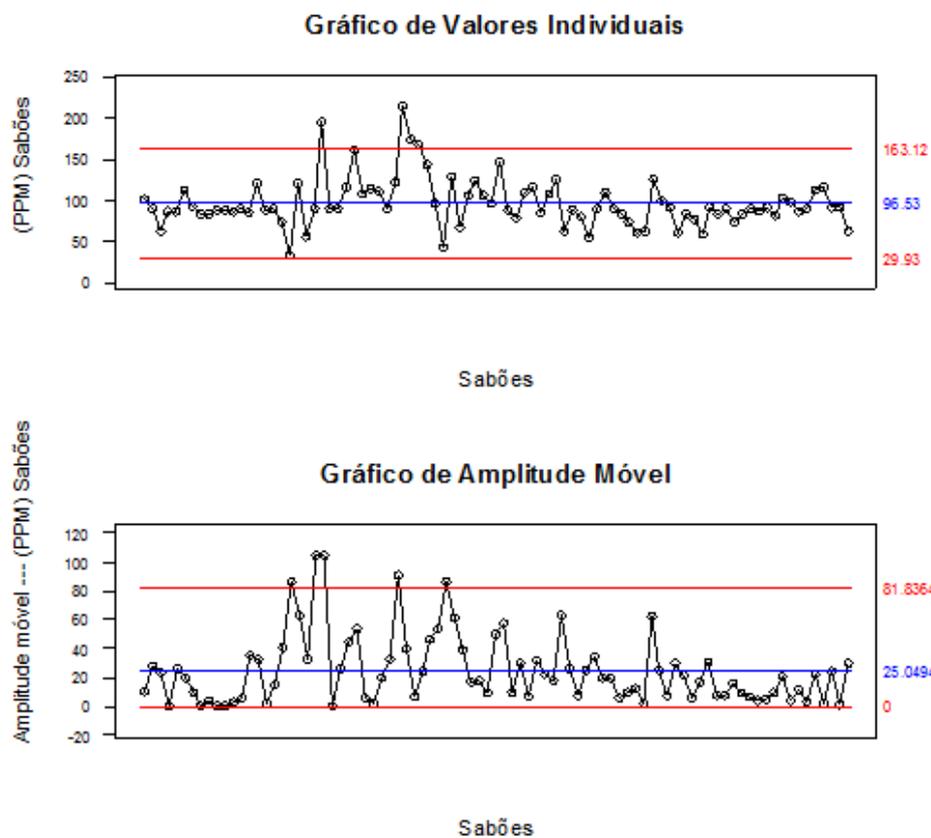
Figura 55 – Análise de capacidade – Acidez Óleo de degomado



Fonte: elaborado pela autora

Como se pode observar através da Figura 56, há variabilidade elevada na característica *sabões* (os valores estão representados em Partes por Milhão (P.P.M.)). Sabões são compreendidos como resíduos existente no óleo, geralmente a existência destes resíduos, também chamados popularmente de borra, está relacionada a não eliminação adequada no processo de centrifugação, e esta pode ser a causa dos pontos fora de controle representados na carta. Quanto maior o índice de presença de sabões, pior é a qualidade do óleo que está sendo produzido.

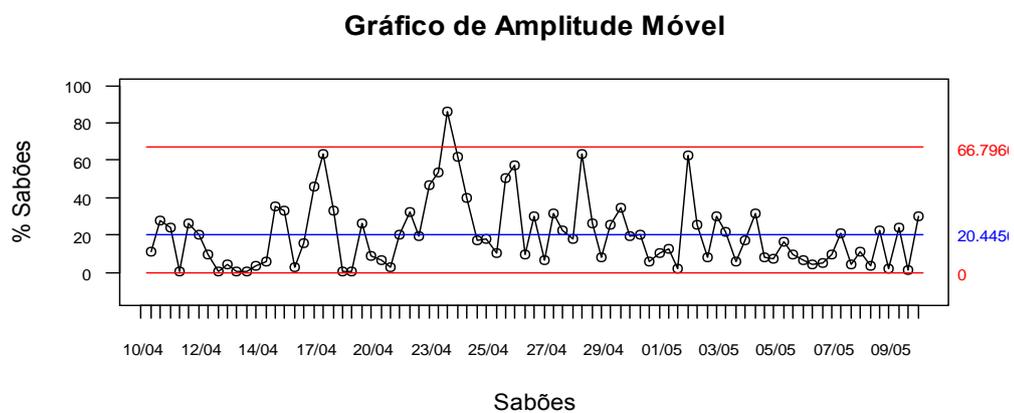
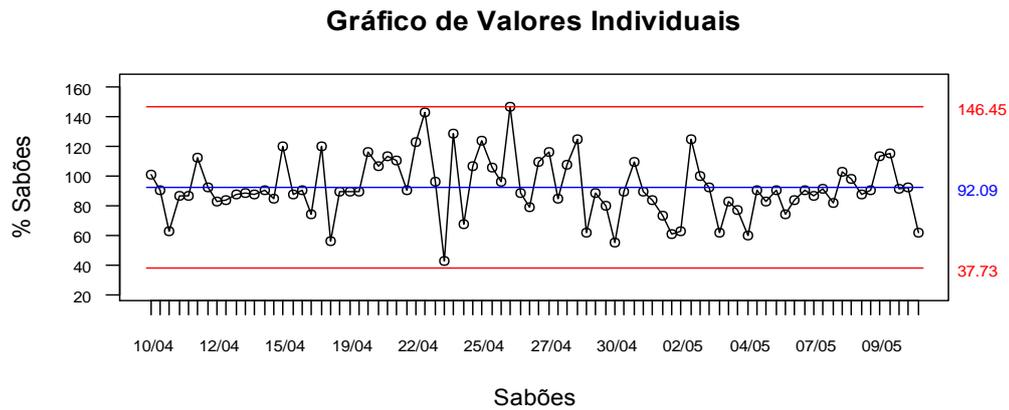
Figura 56 – Gráfico de Valores Individuais – Sabões



Fonte: elaborado pela autora

Após a eliminação das causas especiais presentes, foi gerada novamente a carta, conforme a Figura 57, onde é possível observar que o processo passaria a estar estável.

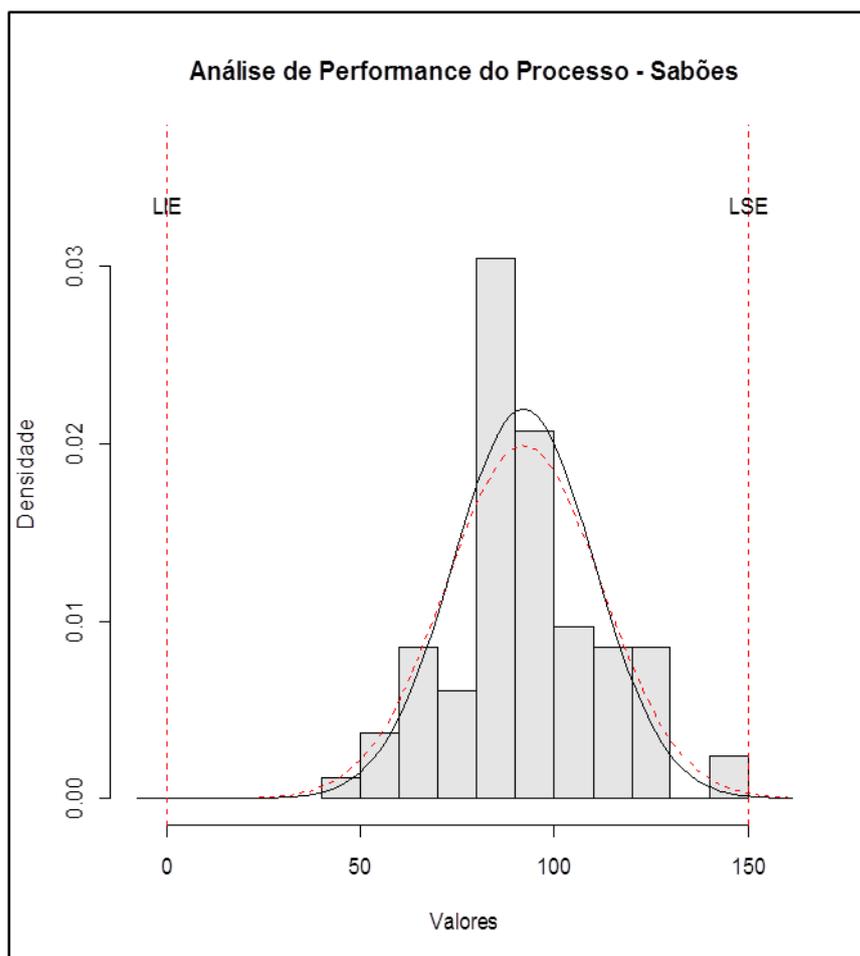
Figura 57 – Gráfico de Valores Individuais – processo estável – Sabões



Fonte: elaborado pela autora

A análise da capacidade do processo representada na Figura 58 demonstra que o processo está dentro dos limites de especificações, possuindo índices de $C_p = 1,38$ e $C_{pk} = 1,07$, e está quase centralizado.

Figura 58 – Análise de capacidade – Sabões



Fonte: elaborado pela autora

Para melhor compreensão das cartas de controle apresentadas anteriormente, e para maiores análises, tem-se as medidas resumo para cada uma das cartas, conforme Tabela 19 a seguir.

Tabela 19 – Medidas resumo para os Gráficos de Valores Individuais apresentados

		Medidas resumo para Gráficos de Valores Individuais apresentados			
		Índices Observados			
	Gráficos de valores individuais	Média	Mediana	Desvio Padrão	Variância
Análises Farelo de soja	Umidade	12,62	12,60	0,71	0,50
	Umidade - processo estável	12,60	12,60	0,68	0,46
	Extrato Etéreo	1,88	1,87	0,27	0,07
	Extrato Etéreo - processo estável	1,86	1,87	0,23	0,05
	Proteína	44,54	44,57	0,56	0,32
	Proteína - processo estável	44,56	44,57	0,53	0,29
Análises Óleo de Soja Degomado	Umidade	0,171	0,170	0,038	0,00
	Umidade - processo estável	0,168	0,170	0,033	0,00
	Acidez	0,70	0,70	0,15	0,02
	Acidez - processo estável	0,71	0,70	0,12	0,01
	Sabões	92,33	89,99	35,09	1.231,31
	Sabões - processo estável	92,09	89,99	20,01	400,45

Fonte: elaborado pela autora

A base de dados utilizada para a elaboração das cartas de controle traz informações sobre os resultados das análises dia a dia e por turno. Gerou-se também as cartas de controle por turno, a fim de observar se havia diferenças significativas e variações ligadas aos turnos de trabalho. Porém, constatou-se que independentemente do turno, os resultados eram semelhantes, não foi observada nenhuma variação significativa ou tendência que justificasse a inclusão das cartas de controle por turno neste trabalho.

Outra informação importante, advinda dos resultados da análise da capacidade, é o resultado do índice PPM - Partes Por Milhão fora dos limites de especificações. Esse índice permite visualizar para cada milhão de peças, partes ou itens produzidos, quantos estão fora dos limites de especificações, seja acima do LSE - Limite Superior de Especificações, e/ou abaixo do LIE – Limite Inferior de Especificações.

Na Tabela 20 tem-se o resultado do índice com base nas análises de capacidades geradas e apresentadas anteriormente. Nas primeiras linhas, tem-se o resultado do PPM em si, logo após, fez-se cálculo para identificar do volume total de farelo de soja e óleo de soja degomado produzido, quanto estava acima ou abaixo dos limites de especificações.

Como pode ser observado, de todo o farelo de soja produzido, mais de 10 mil toneladas estão com umidade acima do LSE – Limite Superior de Especificação, ou seja, mais da metade do farelo de soja da empresa é produzido com umidade além das especificações. Para a característica *extrato etéreo*, mais de 5 mil toneladas são produzidas acima do LSE, e quanto à característica *proteína*, 15 mil toneladas foram produzidas abaixo do LIE – Limite Inferior de Especificações.

Já para a produção de óleo de soja degomado, ainda analisando a Tabela 20, vemos que 700 t. do volume produzido possui umidade acima do LSE. A acidez e o índice sabões estão dentro das especificações, não havendo itens acima ou abaixo dos limites.

Tabela 20 – Análise PPM – Partes por milhão fora dos limites de especificações

<i>Índices Observados</i>	Análises Farelo de soja			Análises Óleo de Soja Degomado		
	Umidade	Extrato Etéreo	Proteína	Umidade	Acidez	Sabões
PPM > LSE	538.462	292.135	-	144.444	-	-
PPM < LIE	-	-	813.187	-	-	-
% Porcentagem	53,85%	29,21%	81,32%	14,44%	0,00%	0,00%
Volume produzido (t.)	19.039	19.039	19.039	4.848	4.848	4.848
Volume acima do LSE (t.)	10.252	5.562	-	700	-	-
Volume abaixo do LSI (t.)	-	-	15.482	-	-	-

Fonte: elaborado pela autora

Nota-se, por conseguinte, que são bastante significantes os volumes de produtos produzidos fora das especificações adequadas, reforçando que a empresa em questão deve dar atenção a esses índices e pensar ações que possam vir a melhorá-los.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

O objetivo principal da pesquisa foi alcançado, uma vez que foram verificadas a qualidade da produção de farelo e do óleo degomado de soja, da Indústria Guará, através da aplicação de análises estatísticas e controle estatístico do processo, e com a utilização de tais métodos tornou-se possível obter-se importantes conclusões.

Dentre os métodos utilizados para alcançar os objetivos propostos foram utilizados os métodos estatísticos: Controle Estatístico de Processo, através das Cartas de Controle para análise da estabilidade e análise da Capacidade do processo; Diagrama de Pareto, para identificar problemas de qualidade existentes; Diagrama de Ishikawa, para identificar as possíveis causas dos problemas; por fim realizou-se a Anova e o Teste de Tukey.

Propôs-se descrever o processo de armazenamento de grãos realizado pela empresa objeto deste estudo e suas características. Através da pesquisa de campo realizada, compreendeu-se os processos produtivos da Indústria Guará e dos armazéns, visualizando como são organizados os processos e como está a estrutura física dos armazéns da empresa. Todas essas informações tornaram viável a comparação dos resultados das análises estatísticas da qualidade dos grãos armazenados, com as condições dos armazéns.

Através do Teste de Tukey, tornou-se possível verificar se existem diferenças significativas entre características de qualidade na entrada e saída dos grãos nos armazéns gerais, constatando, na maioria dos casos, existência de influência da armazenagem sobre a qualidade dos grãos.

Realizando o teste de Tukey para a característica de qualidade *umidade*, identifica-se que o armazém de Palmeiras recebeu grãos em boas condições, com menor teor de umidade, se comparada aos demais armazéns, e não conseguiu melhorar tão efetivamente os resultados, entregando grãos mais úmidos do que outros armazéns.

A seguir, aplicando o Teste de Tukey para as demais características, observou-se que para a característica *impureza* o armazém de Acreúna recebeu grãos com menos impurezas do que todos os demais armazéns e entregou em piores condições para a Indústria, demonstrando deficiência no

processo. Já Montividiu e Palmeiras, pelo contrário, receberam grãos ruins e conseguiram entregar em melhores condições.

Com relação à característica *avariados*, o teste de Tukey demonstra que Palmeiras recebeu e entregou grãos com menor teor de avariados do que as demais unidades. Já para a característica *esverdeado*, as unidades que melhoraram efetivamente foram as unidades de Acreúna e Santa Helena.

Em síntese, constata-se que na maior parte das análises realizadas houve influência direta dos armazéns sobre a qualidade dos grãos destinados à Indústria Guará. Os armazéns que mais conseguiram melhorar a qualidade dos grãos foram aqueles que, conforme já comentado, possuem melhor estrutura, tanto física, quanto de mão de obra.

Realizando-se ainda o Teste de Tukey ao se comparar entrada e saída por armazém, no que se refere às características *umidade* e *impureza* todos os armazéns conseguiram entregar grãos com menor teor do que receberam. Já para a característica *avariados*, na unidade de Montividiu não houve diferença significativa entre os grãos recebidos e enviados, e a unidade de Acreúna entregou grãos em piores condições do que recebeu. Para a característica *esverdeados*, Palmeiras entregou grãos com maior teor de esverdeados do que recebeu, enquanto os demais armazéns conseguiram reduzir/melhorar esta característica.

Outro ponto importante desenvolvido neste estudo foi a observação da existência de problemas de qualidade na produção de farelo e óleo de soja degomado e suas respectivas causas. Como visto, na produção de farelo os maiores problemas são: 1) proteína baixa, causada por extração de óleo ineficiente, adição de quirera ao processo e soja com proteína baixa; 2) umidade alta, cuja causa está ligada à tempo insuficiente e baixa capacidade do DT. Quanto ao óleo degomado, os maiores problemas de qualidade são: 1) acidez alta, causada possivelmente por adição de quirera ao processo, presença de soja fora do padrão e ausência de silos para separar a soja fora dos padrões de qualidade; 2) elevado teor de clorofila, causado por inadequada mistura de soja verde com demais grãos; 3) ausência de critério para esta mistura, com ausência de silos específicos para separação dos grãos fora de padrão, grãos recebidos fora dos padrões de qualidade, além do padrão de

tolerância de classificação para grãos esverdeados da empresa analisada ser superior a de outras companhias, bem como àquela prevista na legislação.

A adição de quirera ao processo foi outro ponto analisado, para a qual se concluiu que a melhoria no rendimento gerada pela adição de quirera é pequena, e a adição deixa o processo menos estável e fora de controle. Sendo assim, a adição de quirera piora o controle do processo e não traz benefícios significativos.

Analisando a estabilidade e capacidade dos processos, com base em resultados da análise da qualidade dos produtos finais produzidos, conclui-se que quanto à produção de farelo de soja a característica *umidade* apresenta-se fora dos limites de controle, não está estável e também não é capaz, a empresa não consegue produzir adequadamente farelo de soja com umidade dentro dos padrões esperados. Ainda para a produção de farelo de soja, observando a característica *extrato etéreo* o processo também não é estável, e não é capaz. O mesmo ocorre para a característica *proteína*. Percebe-se que a produção de farelo de soja não está dentro dos padrões adequados de qualidade, o que pode acarretar insatisfação dos clientes, devoluções de produtos, perda de credibilidade da empresa e, conseqüentemente, perdas financeiras, gerando custo da não qualidade.

Verificando também a estabilidade e capacidade do processo para a produção de óleo degomado de soja dentro do período avaliado tem-se que para a característica *umidade* o processo não está estável e também não é capaz, o produto é produzido mais úmido do que deveria. Para as características *sabões* e *acidez* o processo também não está estável, porém o resultado da capacidade demonstra que o processo é capaz e está dentro dos limites de especificações.

Diante dessas conclusões, obtidas através do estudo realizado, sugere-se que a Indústria Guará reveja seus processos em razão das adversidades apontadas, buscando padronizar operações de modo a evitar procedimentos baseados somente no empirismo, e assim melhorando o controle e garantindo a estabilidade e capacidade dos processos. Outra ação a ser desenvolvida pela empresa seria também investir nas análises de entrada, garantindo que sejam conhecidas a característica dos grãos recebidos, podendo assim segregar

grãos bons dos grãos ruins e criar padrões para as misturas dos grãos, evitando misturas inadequadas e produtos fora do padrão.

Além disso, deve-se analisar e acompanhar os processos, identificando as causas especiais dos desvios, trabalhando efetivamente para eliminá-las e garantindo que os processos passem a estar dentro das especificações.

Para dar continuidade ao estudo dos temas abordados nesta dissertação, propõe-se como estudos futuros: analisar outras companhias, comparando os resultados aos resultados da Indústria Guará; investigar custos da qualidade e propor metodologias de mensuração desses custos nas empresas, de modo a compreender o impacto financeiro gerado por problemas de qualidade como os identificados neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **Pesquisa de Capacidade Instalada da Indústria de Óleos Vegetais - 2013.** Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>>. Acesso em: 16 mar. 2014.

ACTION, 2015. Equipe Estatcamp (2014). Software Action. Estatcamp-Consultoria em estatística e qualidade, São Carlos - SP, Brasil. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/anova>> . Acesso em: 10 ago. 2015.

BEHBAHANI, M.; SAGHAEI, A.; NOOROSSANA, R. A case-based reasoning system development for statistical process control: Case representation and retrieval. **Computers & Industrial Engineering**. v.63. n.4. p.1107-1117. 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036083521200174X>> . Acesso em: 05 set. 2014.

BONDUELLE, G. M.. **Avaliação e análise dos custos da má qualidade na indústria de painéis de fibra.** Tese. (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: <<http://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/336>>. Acesso em: 06 mai.2014.

BRASIL. Portaria Nº 795, de 15 de dezembro de 1993. Aprovar as Normas de Identidade, Qualidade, Embalagem, Marcação e Apresentação do Óleo de Soja Bruto, do Óleo de Soja Degomado e do Farelo de Soja. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 20 de dezembro de 1993, Seção 1. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1431040401>>. Acesso em: 30 nov.2015.

_____. Instrução Normativa Nº 49, de 22 de dezembro de 2006. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Óleos Vegetais Refinados; a Amostragem; os Procedimentos Complementares; e o Roteiro de Classificação de Óleos Vegetais Refinados. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 26 de dezembro de 2006, Seção 1. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=643062246>>. Acesso em: 02 nov.2015.

BRITO, F. G. de. **Proposta de uma sistemática para mensuração dos custos de falhas internas aplicada à indústria vinícola.** Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção) - Pontifícia Universidade Católica do

Paraná, Paraná, 2007. Disponível em: < http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetailObraForm.do?select_action=&co_obra=78331> . Acesso em: 22 abr. 2015.

CASTRO, M. A. S. DELAI, I.. SILVA, D. A. L.. OMETTO, A. R.. Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology. **Journal of Cleaner Production**. v.47, p.174-187,2013. Disponível em< <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652612005586>>. Acesso em: 05 fev. 2015.

CHEAH, S.; SHAHBUDIN, A. S. M.; TAIB, F. M.. Tracking hidden quality costs in a manufacturing company: an action research. **International Journal of Quality & Reliability Management**. v.28, n.4, p.405–425, 2011. Disponível: < <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/02656711111121816>>. Acesso em: 14 mai.2015.

CHENG, T.C.E ; LEE, C. H.; RHEE, B. Quality uncertainty and quality-compensation contract for supply chain coordination. **European Journal of Operational Research**. v. 228, n.3, p.582–591,2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221713001604>> . Acesso em: 05 fev. 2015.

CHOPRA, A.; GARG, D.. Introducing models for implementing cost of quality system. **The TQM Journal**. v. 24, n.6, p. 498–504, 2012. Disponível:< <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/17542731211270061>> . Acesso em: 14 mai.2015.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries Históricas Relativas às Safras 1976/77 a 2013/14 de Área Plantada, Produtividade e Produção**. 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 16 mar. 2014.

CORAL, E.. **Avaliação e gerenciamento dos custos da não qualidade**. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/76465>>. Acesso em: 05 mai. 2015.

CROSBY, P. B. **Qualidade é investimento**. 7. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1999.

FONS, L.A. S.. Integration of quality cost and accounting practices. **The TQM Journal**. v.24, n.4, p.338–351,2012. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/17542731211247364>> Acesso em: 14 mai.2015.

_____. S.. Measuring economic effects of quality management systems. **The TQM Journal**. v.23, n.4, p.458-474, 2011. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/17542731111139527>>. Acesso em: 14 mai. 2015.

GADALETA, L.; LUPIN, H. M.; PARIN, M. A; ZUGARRAMURDI, A. .A quality cost model for food processing plants. **Journal of food engineering**. v.83, p.414-421, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877407002099>>. Acesso em: 01 abr.2014.

GANGULY, A.; PATEL, S.K.; A teaching–learning based optimization approach for economic design of X-bar control chart. **Applied Soft Computing**. v. 24, p.643–653. 2014.Disponível:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568494614003871>>. Acesso em: 05 jun.2015.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade**: a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GMP feed certification scheme. GMP+ B2(2010) Production of Feed Ingredients. 01 de março de 2013. GMP International. Disponível em: <<https://www.gmpplus.org/bestand/4181/gmp-b22010---en-20130301.pdf.ashx>> . Acesso em: 11 ago. 2015.

GUILHERMET, Rogério; MATIELLO, Kerla. Custos da Qualidade: desafios para mensuração no setor de transportes. **Con Texto**, Porto Alegre, v. 13, n.23, p. 61-75, 2013. Disponível: <<http://seer.ufrgs.br/ConTexto/article/view/28258>>. Acesso: 19 mar.2014.

HANSEN, D.R.; MOWEN, M. M. **Gestão de custos**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

HO, L.L.; QUININO, R.C.; An attribute control chart for monitoring the variability of a process. *Int. J. Production Economics*. V.145.P. 263-267.2013.

JUNIOR, M. A. P. G.. **Aplicação de HACCP e técnicas estatísticas em uma fábrica de farelo de soja**. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4707>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

JURAN, J. M. GODFREY, A. B. **Juran's Quality Handbook**. 5. ed. United States of America: McGraw-Hill. 1998. Disponível: <<http://www.pqm-online.com/assets/files/lib/books/juran.pdf>>. Acesso em: 07 jul.2015.

KORZENOWSKI, A.L. Teoria e prática na implantação de CEP em empresas gaúchas. XXXIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Salvador, BA, Brasil, 2013. Disponível em:< http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_186_059_21945.pdf >. Acesso em: 08 nov 2014.

KURESHI, N. I.; MAHMOOD, S.; PANTHI, S. M. A. K. Determining the cost of poor quality and its impact on productivity and profitability. **Built Environment Project and Asset Management**. v.4, n.3, p.296–311, 2014. Disponível: < <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/BEPAM-09-2013-0034?journalCode=bepam>>. Acesso em: 14 mai. 2015.

MANUAL do Sistema de Gestão Integrada: Indústria Guará, Rio Verde, 2014.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002.

MARTINS, E.. **Contabilidade de custos**. 10.ed. São Paulo: Atlas. 2010.

MARTINS, J. C.; MENEZES, T. M; VACCARO, G. L. R.. Análise estatística da qualidade de níveis de tensão em sistemas de distribuição de energia elétrica. **Produção**. v..21, n.3, p. 539-552, 2011. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132011000300016>. Acesso em: 06 dez 2015.

MIGUEL, P. A.C.,org. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

NEZHAD, M. S. F.; NIAKI, S. T. A.. A new monitoring design for uni-variate statistical quality control charts. **Information Sciences**.V. 180. p. 1051-1059. 2010. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025509005039>>.
Acesso em: 05 mai.2015.

OAKLAND, J. S. **Gerenciamento da Qualidade Total**. São Paulo: Nobel, 1994.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PAULA, E. V. de. **Programas de qualidade e sua influência nos indicadores de desempenho da indústria torrefadora de café na região Sudeste do Brasil**. Dissertação. (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2002. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/174>>. Acesso em: 19 fev . 2014.

PLANTE, R.D.; TANG, J.; WANG, W., Minimum cost allocation of quality improvement targets under supplier process disruption. **European Journal of Operational Research**. v.228, n.2, p.388-396. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221713000957>>. Acesso em: 01 abr. 2014.

ROBLES JR, A.. **Custos de Qualidade**. São Paulo: Atlas, 2003.

_____. **Custos de Qualidade: uma estratégia para a competição global**. São Paulo: Atlas, 1996.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Critérios e conceitos para classificação de empresas**. 2015. Disponível em: <www.sebrae.com.br> Acesso em: 20 set. 2015.

SOARES, D. M. **Aplicabilidade de sistemas e métodos de qualidade na redução de perdas em indústria de embalagens de papel**. 2013. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, 2013. Disponível em: <http://tede.biblioteca.ucg.br/tde_arquivos/25/TDE-2013-09-09T091247Z-1351/Publico/Denes%20Magalhaes%20Soares.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2015.

SOUZA,Wander José Theopilo de. **Estudo Sobre os custos da não qualidade na construção**.2001.Dissertação. (Mestrado Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79912>> .
Acesso em 19 fev. 2014.

TRIENEKENS, J.; ZUURBIER, P.. Quality and safety standards in the food industry, developments and challenges. **International Journal of Production Economics**. v. 113, p. 107–122, 2008. Disponível: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092552730700312X>>. Acesso em: 05 fev. 2015.

TSOU, Jia-Chi. Economic order quantity model and Taguchi's cost of poor quality. **Applied Mathematical Modelling**, v. 31, n.2, p. 283–291, 2007. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X05002325>. Acesso em: 19 mar. 2014.

VILLAR, K. K. C.; SMITH, N. R.; SIMONTON, J. L.. A model for supply chain design considering the cost of quality. **Applied Mathematical Modelling**. v. 36. p.5920-5935. 2012. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X12000613>>. Acesso em: 19 mar.2014.

WALPOLE, R. E., MYERS, R. H., MYERS, S. L., YE, K. **Probability & Statistics for Engineers & Scientists**, 9. ed. USA: Pearson, 2012.

WEIMER, R. **Percepção sobre custos da qualidade em indústrias: um estudo de caso**. 2011. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3925>. Acesso em: 20 fev. 2015.

WU, S. J.; ZHANG, D.. Analyzing the effectiveness of quality management practices in China. **International Journal Production Economics**. v.144, p. 281-289, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527313000820>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

YIN, R. K. **Estudo de Caso - Planejamento e Métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Roteiro Entrevista estruturada

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SISTEMAS

Aluna: Cássia da Silva Castro Arantes

Roteiro de Entrevista Estruturada - Unidades armazenadoras de grãos

- 1- Nome fantasia da empresa:
- 2- Cidade:
- 3- Estado:
- 4- Cargo do respondente da entrevista:
- 5- Tempo que está na empresa:
- 6- Qual o principal tipo de grão armazenado?
- 7- Ano de construção do armazém:
- 8- Data da última reforma no armazém:
- 9- Data da última manutenção expressiva:
- 10- Capacidade total atual de armazenagem:
- 11- Principais máquinas que compõe o armazém? Há: Balança, Máquina de Pré Limpeza, Secadores, Elevadores, Sistema de Termometria, Sistema de Aeração, Quadro de Comando? Quantos itens?
- 12- Quais os componentes da unidade armazenadora (estrutura)? Na unidade armazenadora há silos, barracões/armazém, moega, fornalha? Quantos
- 13- Quantos funcionários trabalham no armazém?
- 14- Há quantos anos, em média, estes funcionários trabalham na empresa?
- 15- Com que periodicidade são realizados treinamentos aos operadores?
- 16- Descreva qual é o processo atual de armazenagem, desde a chegada do grão até a saída do mesmo.
- 17- Como é realizado o controle de qualidade dos produtos no armazém?
- 18- Existem perdas no processo? Quais seriam? Por quais motivos?
- 19- É realizado o controle de umidade no armazém? De que modo?
- 20- É realizado o processo de controle temperatura? Como é feito?

Apêndice 2 - Base de dados análise de produção

A partir dos levantamentos de dados realizados através de visitas em campo, foi construída a Tabela 21. Nela estão relacionados dados importantes sobre a produção de farelo e óleo degomado de soja da empresa analisada. Como pode ser visto, é possível visualizar se no período relacionado e no turno especificado houve adição de quirera no processo, os volumes de óleo degomado de soja produzido, volume de grãos processados para a produção, rendimento do óleo, volume e rendimento da produção de farelo de soja, além de informações sobre de qual silo são originários os grãos processados e para qual local de armazenagem foi destinado o farelo de soja produzido. Todos os dados são relevantes, foram e ainda serão utilizados intensamente para realização de análises estatísticas.

Tabela 21 – Controle de produção da indústria

Controle de produção da indústria, origem e destinação dos materiais												
Observação	Houve dosagem de quirera no processo?	Turno	Data	Volume Produzido de óleo degomado	Volume de soja utilizado	Volume após conversão adição de 4% de umidade	Rendimento do Óleo degomado	Rendimento do farelo	Volume produzido de farelo de soja	Silo Origem Indústria	Paradas de produção	Destino – armazenagem farelo de soja
				A	B	$C = B * 1,04$	$D = A / C$	E = Valor Fixo definido pela empresa	$F = C * E$			
1	sim	1º	10/04/2015	55.201,20	266.566,30	277.228,95	19,91%	77%	213.466,29	1		Graneleiro
2	não	2º	10/04/2015	37.653,00	186.887,30	194.362,79	19,37%	77%	149.659,35	1		Graneleiro
3	não	3º	10/04/2015	31.153,20	151.719,70	157.788,49	19,74%	77%	121.497,14	2		Graneleiro
4	não	1º	11/04/2015	36.840,40	159.490,00	165.869,60	22,21%	77%	127.719,59	1	1	Graneleiro
5	não	2º	11/04/2015	46.497,00	259.334,40	269.707,78	17,24%	77%	207.674,99	1	1	Graneleiro
6	não	3º	11/04/2015	57.725,90	282.278,00	293.569,12	19,66%	77%	226.048,22	1		Graneleiro
7	não	1º	12/04/2015	55.783,10	270.393,80	281.209,55	19,84%	77%	216.531,36	1	1	Graneleiro

8	não	2º	12/04/2015	55.792,20	273.478,90	284.418,06	19,62%	77%	219.001,90	1	1	Graneleiro
9	não	3º	12/04/2015	57.430,10	277.028,10	288.109,22	19,93%	77%	221.844,10	2		Graneleiro
10	não	1º	13/04/2015	57.813,50	275.419,60	286.436,38	20,18%	77%	220.556,02	2		Graneleiro
11	não	2º	13/04/2015	56.959,20	274.782,80	285.774,11	19,93%	77%	220.046,07	2	1	Graneleiro
12	não	3º	13/04/2015	55.689,80	267.412,50	278.109,00	20,02%	77%	214.143,93	2		Graneleiro
13	não	1º	14/04/2015	53.887,80	268.982,90	279.742,22	19,26%	77%	215.401,51	2		Graneleiro
14	não	2º	14/04/2015	56.167,00	268.990,20	279.749,81	20,08%	77%	215.407,35	2		Graneleiro
15	sim	3º	14/04/2015	52.982,00	259.517,80	269.898,51	19,63%	77%	207.821,85	2		Graneleiro
16	não	1º	15/04/2015	48.606,80	245.684,90	255.512,30	19,02%	77%	196.744,47	2	2	Graneleiro
17	não	2º	15/04/2015	54.878,60	259.728,90	270.118,06	20,32%	77%	207.990,90	2		Graneleiro
18	sim	3º	15/04/2015	54.457,00	258.738,60	269.088,14	20,24%	77%	207.197,87	2	1	Graneleiro
19	sim	1º	16/04/2015	54.305,80	268.921,30	279.678,15	19,42%	77%	215.352,18	2	1	Graneleiro
20	sim	2º	16/04/2015	54.861,30	274.220,50	285.189,32	19,24%	77%	219.595,78	2		Graneleiro
21	sim	3º	16/04/2015	43.811,00	224.066,30	233.028,95	18,80%	77%	179.432,29	2	1	Graneleiro
22	sim	1º	17/04/2015	48.294,90	238.541,80	248.083,47	19,47%	77%	191.024,27	2		Graneleiro
23	sim	2º	17/04/2015	57.386,00	268.963,70	279.722,25	20,52%	77%	215.386,13	2		Graneleiro
24	sim	3º	17/04/2015	46.912,00	238.244,90	247.774,70	18,93%	77%	190.786,52	2		Graneleiro
25	sim	1º	18/04/2015	30.723,10	129.559,00	134.741,36	22,80%	77%	103.750,85	2	4	Graneleiro
26	não	2º	18/04/2015	52.823,00	247.276,00	257.167,04	20,54%	77%	198.018,62	2		Graneleiro
27	sim	3º	18/04/2015	51.776,00	232.650,40	241.956,42	21,40%	77%	186.306,44	2		Graneleiro
28	não	1º	19/04/2015	56.009,10	268.415,30	279.151,91	20,06%	77%	214.946,97	2		Graneleiro
29	não	2º	19/04/2015	52.488,30	253.957,00	264.115,28	19,87%	77%	203.368,77	2		Graneleiro
30	não	3º	19/04/2015	54.047,00	270.115,10	280.919,70	19,24%	77%	216.308,17	2		Graneleiro
31	não	1º	20/04/2015	54.635,20	275.300,80	286.312,83	19,08%	77%	220.460,88	2		Graneleiro
32	não	2º	20/04/2015	53.265,50	256.887,60	267.163,10	19,94%	77%	205.715,59	2		Graneleiro
33	não	3º	20/04/2015	53.394,10	256.269,40	266.520,18	20,03%	77%	205.220,54	2		Graneleiro
34	não	1º	21/04/2015	52.142,20	273.066,90	283.989,58	18,36%	77%	218.671,97	2		Graneleiro
35	não	2º	21/04/2015	48.864,00	234.121,30	243.486,15	20,07%	77%	187.484,34	2	2	Graneleiro
36	não	3º	21/04/2015	54.393,90	271.991,70	282.871,37	19,23%	77%	217.810,95	2		Graneleiro
37	não	1º	22/04/2015	54.498,00	267.673,00	278.379,92	19,58%	77%	214.352,54	2		Graneleiro
38	não	2º	22/04/2015	51.449,00	261.660,70	272.127,13	18,91%	77%	209.537,89	2		Caixa/Rosca2/4ª Boca
39	sim	3º	22/04/2015	51.803,00	264.385,20	274.960,61	18,84%	77%	211.719,67	2	1	Graneleiro
40	não	1º	23/04/2015	50.789,00	254.365,70	264.540,33	19,20%	77%	203.696,05	2	1	Graneleiro
41	sim	2º	23/04/2015	52.287,50	261.111,60	271.556,06	19,25%	77%	209.098,17	2	1	Caixa/Rosca3/3ª boca
42	não	3º	23/04/2015	53.827,00	260.205,00	270.613,20	19,89%	77%	208.372,16	2	1	Graneleiro

43	sim	1º	24/04/2015	55.904,10	275.681,50	286.708,76	19,50%	77%	220.765,75	2		Caixa/Rosca3
44	sim	2º	24/04/2015	51.339,70	268.702,80	279.450,91	18,37%	77%	215.177,20	2		Caixa/Rosca2/3ª boca
45	sim	3º	24/04/2015	60.048,00	267.170,18	277.856,99	21,61%	77%	213.949,88	2		graneleiro
46	sim	1º	25/04/2015	51.195,80	255.321,70	265.534,57	19,28%	77%	204.461,62	2	1	graneleiro
47	sim	2º	25/04/2015	57.497,40	281.540,00	292.801,60	19,64%	77%	225.457,23	2		graneleiro
48	não	3º	25/04/2015	56.208,00	280.071,00	291.273,84	19,30%	77%	224.280,86	2		graneleiro
49	não	1º	26/04/2015	57.375,70	271.706,00	282.574,24	20,30%	77%	217.582,16	2		graneleiro
50	não	2º	26/04/2015	56.095,90	275.158,90	286.165,26	19,60%	77%	220.347,25	2		graneleiro
51	não	3º	26/04/2015	55.094,00	278.023,10	289.144,02	19,05%	77%	222.640,90	2		graneleiro
52	não	1º	27/04/2015	55.780,80	261.699,00	272.166,96	20,50%	77%	209.568,56	2	1	Caixa/Rosca3
53	sim	2º	27/04/2015	54.377,70	274.270,20	285.241,01	19,06%	77%	219.635,58	2		Caixa/Rosca2/3ª boca
54	sim	3º	27/04/2015	56.137,00	280.907,00	292.143,28	19,22%	77%	224.950,33	2		Caixa
55	não	1º	28/04/2015	54.686,20	267.361,20	278.055,65	19,67%	77%	214.102,85	2		
56	não	2º	28/04/2015	56.350,60	276.234,50	287.283,88	19,61%	77%	221.208,59	2		Graneleiro
57	não	3º	28/04/2015	55.503,20	277.687,20	288.794,69	19,22%	77%	222.371,91	2	1	Caixa
58	não	1º	29/04/2015	56.620,50	278.729,60	289.878,78	19,53%	77%	223.206,66	2		Caixa/Rosca3
59	não	2º	29/04/2015	55.495,50	270.506,80	281.327,07	19,73%	77%	216.621,85	2	1	Caixa
60	não	3º	29/04/2015	56.152,90	279.818,30	291.011,03	19,30%	77%	224.078,49	2		Caixa
61	não	1º	30/04/2015	56.652,70	269.091,80	279.855,47	20,24%	77%	215.488,71	2		Caixa/Rosca3
62	não	2º	30/04/2015	58.502,80	271.618,00	282.482,72	20,71%	77%	217.511,69	2		Caixa/Rosca3/2º boca
63	não	3º	30/04/2015	52.765,00	265.628,00	276.253,12	19,10%	77%	212.714,90	2		Graneleiro
64	não	1º	01/05/2015	54.847,00	265.173,70	275.780,65	19,89%	77%	212.351,10	2		Graneleiro
65	não	2º	01/05/2015	50.857,00	258.468,60	268.807,34	18,92%	77%	206.981,65	2		
66	não	3º	01/05/2015	53.072,00	263.671,38	274.218,24	19,35%	77%	211.148,04	2		Graneleiro
67	não	1º	02/05/2015	49.393,20	248.552,90	258.495,02	19,11%	77%	199.041,16	2	3	Caixa/Rosca3
68	não	2º	02/05/2015	41.089,00	196.406,00	204.262,24	20,12%	77%	157.281,92	2	2	Caixa
69	não	3º	02/05/2015	52.386,00	242.090,00	251.773,60	20,81%	77%	193.865,67	2		Rosca3
70	não	1º	03/05/2015	44.636,10	226.407,70	235.464,01	18,96%	77%	181.307,29	2	2	Graneleiro
71	não	2º	03/05/2015	51.068,00	255.391,50	265.607,16	19,23%	77%	204.517,51	2		Graneleiro
72	não	3º	03/05/2015	29.037,00	148.170,18	154.096,99	18,84%	77%	118.654,68	2		Graneleiro
73	não	1º	04/05/2015	48.773,20	239.269,30	248.840,07	19,60%	77%	191.606,86	2	1	Graneleiro
74	não	2º	04/05/2015	50.424,50	246.509,60	256.369,98	19,67%	77%	197.404,89	2		Graneleiro
75	não	3º	04/05/2015	47.384,00	231.329,60	240.582,78	19,70%	77%	185.248,74	2		Graneleiro
76	não	1º	05/05/2015	45.251,50	241.451,10	251.109,14	18,02%	77%	193.354,04	2	1	Rosca3

77	não	2º	05/05/2015	49.644,00	249.062,00	259.024,48	19,17%	77%	199.448,85	2		Caixa	
78	não	3º	05/05/2015	48.128,00	248.244,50	258.174,28	18,64%	77%	198.794,20	2		CaixaRosca3	
79	não	1º	06/05/2015	55.345,30	270.254,50	281.064,68	19,69%	77%	216.419,80	2		CaixaRosca3	
80	não	2º	06/05/2015	49.191,30	241.954,20	251.632,37	19,55%	77%	193.756,92	2	1	CaixaRosca3	
81	não	3º	06/05/2015	57.255,60	275.129,30	286.134,47	20,01%	77%	220.323,54	2		Caixa	
82	não	1º	07/05/2015	53.691,80	260.798,20	271.230,13	19,80%	77%	208.847,20	2	1	Caixa	
83	não	2º	07/05/2015	54.114,10	265.000,60	275.600,62	19,63%	77%	212.212,48	2		Caixa	
84	não	3º	07/05/2015	53.608,50	254.634,60	264.819,98	20,24%	77%	203.911,39	2		Caixa	
85	sim	1º	08/05/2015	52.713,60	261.837,50	272.311,00	19,36%	77%	209.679,47	2		Caixa	
86	não	2º	08/05/2015	52.261,00	260.377,80	270.792,91	19,30%	77%	208.510,54	2		CaixaRosca3	
87	não	3º	08/05/2015	54.575,00	260.372,30	270.787,19	20,15%	77%	208.506,14	2		Graneleiro	
88	não	1º	09/05/2015	54.051,60	261.850,50	272.324,52	19,85%	77%	209.689,88	2		Graneleiro	
89	não	2º	09/05/2015	53.035,70	268.218,00	278.946,72	19,01%	77%	214.788,97	2		Graneleiro	
90	não	3º	09/05/2015	53.035,70	268.218,00	278.946,72	19,01%	77%	214.788,97	2		Graneleiro	
91	sim	1º	10/05/2015	54.809,20	271.810,80	282.683,23	19,39%	77%	217.666,09	2		Caixa	
92	não	2º	10/05/2015	53.784,10	266.109,90	276.754,30	19,43%	77%	213.100,81	2		Graneleiro	
93	não	3º	10/05/2015	50.736,00	242.923,00	252.639,92	20,08%	77%	194.532,74	2		Graneleiro	
Total				4.848.286						19.039.03			
Total em Toneladas				4.848						5			
										19.039			

Apêndice 3 – Análises Laboratoriais produto final

Na Tabela 22 podem-se observar os resultados das análises laboratoriais realizadas diariamente, uma vez por turno na empresa. As análises são realizadas por um setor específico da empresa e buscam identificar as características dos produtos produzidos, verificando se estão dentro do padrão de qualidade esperado.

Tabela 22 – Análise laboratorial característica dos produtos finais

Padrão		Análise Farelo de Soja			Análises Óleo de Soja Degomado		
		Máx. 12,5%	Máx 2,0	Maior que 45%	Menor que 0,20%	Menor que 1,0%	Menor 150 p.p.m
Data	TURNO	Umidade	Extrato Etéreo	PROTEÍNA	Umidade ÓLEO	ACIDEZ	Sabões ¹
01/abr	1º	12,30%	2,08	45,75%	0,17%	0,42%	80,61
01/abr	2º	12,00%	2,33	45,16%	0,22%	0,55%	83,33
01/abr	3º	13,50%	1,85	45,06%	0,12%	0,39%	65,74
02/abr	1º	12,80%	2,24	44,49%	0,10%	0,69%	92,65
02/abr	2º	12,60%	2,30	44,35%	0,11%	0,40%	57,69
02/abr	3º	Fábrica parada					
04/abr	1º	Fábrica parada					
04/abr	2º	13,00%	2,50	44,05%	0,22%	0,78%	28,92
04/abr	3º	12,60%	1,66	44,59%	0,16%	0,79%	87,18
05/abr	1º	13,10%	1,62	44,23%	0,19%	0,54%	129,48
05/abr	2º	12,70%	2,47	44,56%	0,11%	0,64%	102,33
05/abr	3º	12,60%	2,37	44,28%	0,11%	0,52%	93,95
06/abr	1º	12,20%	2,30	43,98%	0,12%	0,48%	127,33
06/abr	2º	12,80%	2,07	44,72%	0,18%	0,54%	84,41
06/abr	3º	12,70%	1,75	44,83%	0,15%	0,86%	128,44
07/abr	1º	Fábrica parada					
07/abr	2º	13,00%	2,02	43,99%	0,18%	0,97%	139,01
07/abr	3º	13,50%	2,23	44,49%	0,16%	0,52%	89,74
08/abr	1º	13,30%	2,19	43,91%	0,10%	0,59%	81,96
08/abr	2º	12,30%	2,51	44,83%	0,19%	0,45%	102,95
08/abr	3º	12,50%	1,61	44,76%	0,18%	0,51%	56,8
09/abr	1º	13,30%	2,12	44,73%	0,19%	0,63%	63,24
09/abr	2º	12,50%	1,99	45,11%	0,15%	0,67%	85,38
09/abr	3º	12,80%	1,84	45,03%	0,17%	0,52%	57,71
10/abr	1º	12,50%	2,03	44,35%	0,10%	0,59%	101,04
10/abr	2º	11,40%	2,42	45,37%	0,13%	0,64%	90,24

¹ Teor de oleato de sódio quantificado no produto que ocorre devido ao processo de neutralização dos ácidos graxos livres (BRASIL, 2006).

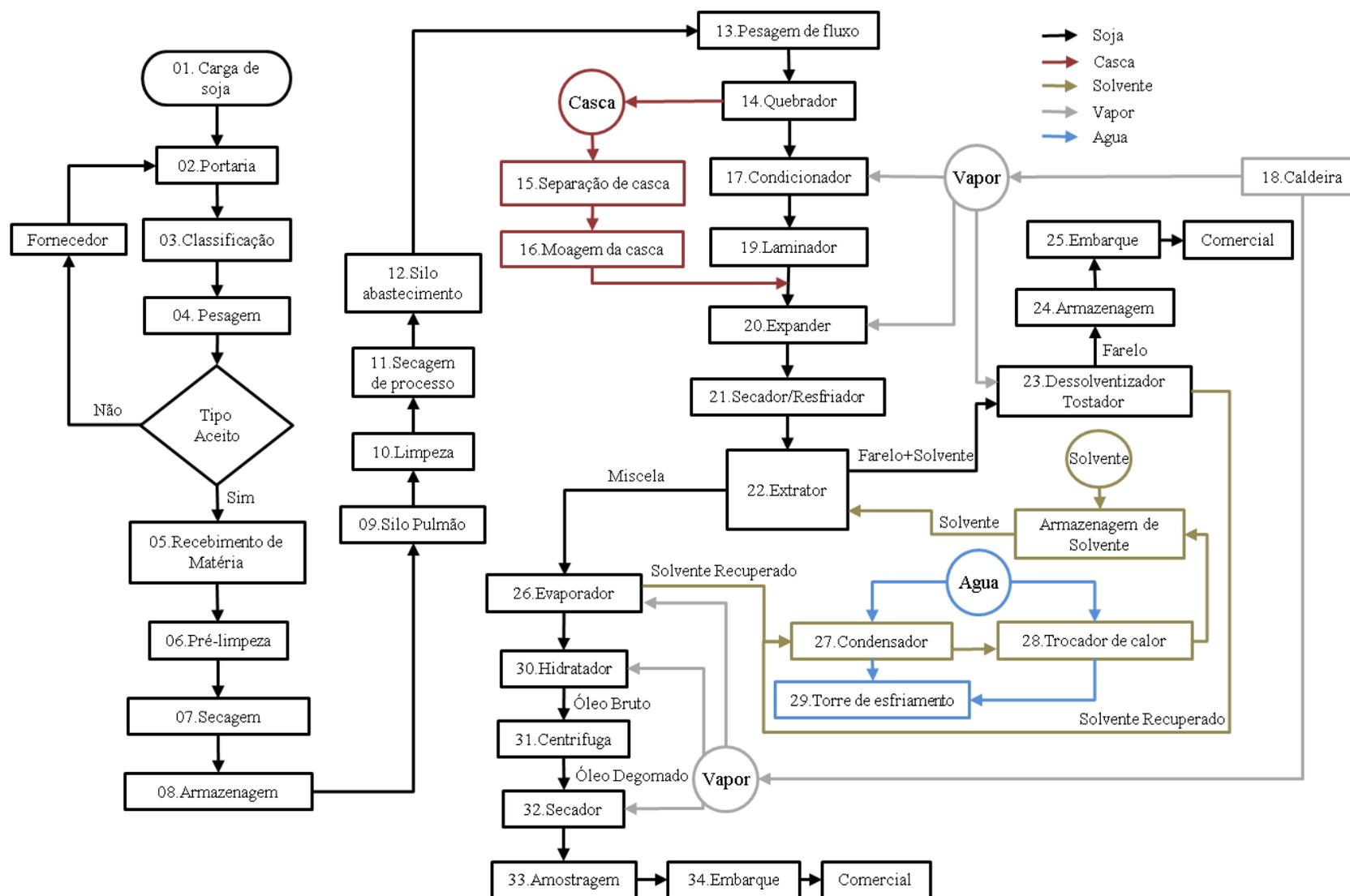
10/abr	3º	13,60%	2,11	42,76%	0,30%	0,83%	62,33
11/abr	1º	Fábrica parada					
11/abr	2º	12,60%	2,19	44,11%	0,21%	0,67%	86,34
11/abr	3º	13,10%	1,67	44,50%	0,14%	0,96%	86,12
12/abr	1º	12,50%	1,70	45,74%	0,15%	0,65%	112,51
12/abr	2º	12,80%	2,04	44,99%	0,13%	0,61%	92,31
12/abr	3º	13,70%	1,48	43,88%	0,30%	0,64%	82,85
13/abr	1º	13,20%	2,02	43,73%	0,12%	0,63%	-
13/abr	2º	12,50%	2,10	45,36%	0,14%	0,60%	83,54
13/abr	3º	12,90%	1,73	44,95%	0,15%	0,40%	87,81
14/abr	1º	12,40%	1,71	44,14%	0,19%	0,46%	88,07
14/abr	2º	12,80%	1,91	44,73%	0,16%	0,49%	87,26
14/abr	3º	13,30%	1,28	44,40%	0,19%	0,61%	90,57
15/abr	1º	12,80%	2,18	43,18%	0,15%	-	-
15/abr	2º	12,50%	1,80	44,66%	0,14%	0,64%	84,69
15/abr	3º	12,60%	1,82	44,53%	0,16%	0,88%	120,21
16/abr	1º	12,70%	1,94	44,08%	0,16%	0,70%	87,57
16/abr	2º	12,20%	1,95	44,93%	0,19%	0,88%	90,15
16/abr	3º	12,50%	1,87	45,10%	0,18%	0,67%	74,43
17/abr	1º	12,00%	1,84	44,27%	0,18%	0,78%	33,41
17/abr	2º	12,40%	1,40	45,33%	0,22%	0,93%	120,02
17/abr	3º	11,20%	1,55	45,10%	0,22%	0,82%	56,42
18/abr	1º	11,20%	1,76	45,03%	0,20%	0,68%	89,07
18/abr	2º	12,80%	1,67	44,45%	0,25%	0,70%	-
18/abr	3º	11,80%	1,79	44,27%	0,16%	0,79%	-
19/abr	1º	11,50%	1,77	45,54%	0,22%	0,71%	194,02
19/abr	2º	11,30%	1,67	45,00%	0,15%	0,64%	89,62
19/abr	3º	12,50%	1,72	44,78%	0,15%	0,63%	89,82
20/abr	1º	11,60%	1,50	45,10%	0,14%	0,76%	115,93
20/abr	2º	12,90%	2,42	44,00%	0,22%	0,82%	160,86
20/abr	3º	12,60%	2,20	45,05%	0,17%	0,76%	106,81
21/abr	1º	12,40%	2,04	44,81%	0,13%	0,65%	113,24
21/abr	2º	14,40%	2,04	44,67%	0,20%	0,60%	110,56
21/abr	3º	13,10%	1,79	43,71%	0,14%	0,64%	90,3
22/abr	1º	12,90%	1,83	43,42%	0,16%	0,60%	122,82
22/abr	2º	10,80%	2,55	45,35%	0,20%	0,95%	213,74
22/abr	3º	12,00%	2,14	44,71%	0,12%	1,00%	173,94
23/abr	1º	11,80%	1,85	45,37%	0,10%	0,80%	167,16
23/abr	2º	12,70%	2,61	44,56%	0,13%	0,80%	142,49
23/abr	3º	14,00%	1,94	43,76%	0,13%	0,87%	95,86
24/abr	1º	12,90%	1,60	44,51%	0,17%	0,65%	42,27
24/abr	2º	13,30%	2,28	44,35%	0,22%	0,67%	128,52
24/abr	3º	13,50%	1,96	44,45%	0,20%	0,84%	67,07
25/abr	1º	12,30%	1,69	44,92%	0,14%	0,82%	106,65
25/abr	2º	12,80%	1,93	44,27%	0,20%	0,86%	123,9
25/abr	3º	12,90%	1,91	44,46%	0,23%	0,74%	105,8
26/abr	1º	13,00%	1,94	44,03%	0,21%	0,75%	95,8
26/abr	2º	12,00%	1,72	44,74%	0,20%	0,80%	146,21
26/abr	3º	14,70%	1,87	43,40%	0,19%	0,83%	88,61
27/abr	1º	13,50%	2,06	43,94%	0,18%	0,53%	79,24
27/abr	2º	12,20%	1,96	44,74%	0,18%	0,85%	109,5
27/abr	3º	13,40%	1,68	44,01%	0,19%	0,98%	116,32
28/abr	1º	12,40%	1,70	44,75%	0,19%	0,76%	84,9
28/abr	2º	13,00%	2,00	44,24%	0,17%	0,78%	107,1
28/abr	3º	12,20%	2,04	44,89%	0,12%	0,64%	125,12
29/abr	1º	11,80%	1,70	44,94%	0,21%	0,90%	61,61
29/abr	2º	12,80%	2,71	44,56%	0,20%	0,92%	87,94

29/abr	3º	12,80%	2,06	44,58%	0,16%	0,79%	80,22
30/abr	1º	12,00%	1,64	44,58%	0,17%	0,69%	54,87
30/abr	2º	12,40%	2,01	44,83%	0,20%	0,81%	89,72
30/abr	3º	13,00%	2,02	44,50%	0,20%	0,94%	109,34
01/mai	1º	13,00%	1,45	44,40%	0,14%	0,61%	89,24
01/mai	2º	12,50%	1,65	44,70%	0,18%	0,68%	83,34
01/mai	3º	12,50%	2,38	44,91%	0,14%	0,73%	73,39
02/mai	1º	12,60%	2,04	44,13%	0,14%	0,62%	60,85
02/mai	2º	11,70%	1,79	45,35%	0,15%	0,68%	62,84
02/mai	3º	13,30%	1,97	44,40%	0,21%	0,58%	125,17
03/mai	1º	11,00%	2,01	44,62%	0,14%	0,71%	99,94
03/mai	2º	12,10%	1,63	44,61%	0,17%	0,52%	91,8
03/mai	3º	12,30%	1,79	44,37%	0,22%	0,44%	61,44
04/mai	1º	12,90%	1,96	45,01%	0,21%	0,60%	82,77
04/mai	2º	12,60%	1,40	44,64%	0,17%	0,53%	76,78
04/mai	3º	11,80%	1,83	44,98%	0,15%	0,46%	59,48
05/mai	1º	12,90%	1,83	44,81%	0,11%	0,66%	90,74
05/mai	2º	12,50%	1,46	44,53%	0,19%	0,66%	82,92
05/mai	3º	12,30%	1,66	44,90%	0,16%	0,53%	90,44
06/mai	1º	12,70%	1,45	44,73%	0,13%	0,75%	74,08
06/mai	2º	13,50%	2,02	43,86%	0,17%	0,77%	83,84
06/mai	3º	12,30%	1,99	44,52%	0,19%	0,60%	90,4
07/mai	1º	12,30%	2,00	44,67%	0,17%	0,65%	86,04
07/mai	2º	13,40%	1,51	44,18%	0,17%	0,69%	91,31
07/mai	3º	13,10%	1,87	44,00%	0,13%	0,70%	81,49
08/mai	1º	13,20%	1,75	43,77%	0,11%	0,72%	102,38
08/mai	2º	11,40%	1,98	46,12%	0,15%	0,70%	98,37
08/mai	3º	13,60%	2,02	44,05%	0,18%	0,72%	87,08
09/mai	1º	12,40%	2,10	45,32%	0,17%	0,64%	90,48
09/mai	2º	13,60%	1,87	43,80%	0,17%	0,82%	112,88
09/mai	3º	13,00%	2,02	44,10%	0,14%	0,72%	115,16
10/mai	1º	13,20%	1,79	44,57%	0,11%	0,77%	90,91
10/mai	2º	13,20%	1,94	44,50%	0,16%	0,77%	92,04
10/mai	3º	13,00%	1,66	43,71%	0,15%	0,76%	61,86
11/mai	1º	13,30%	1,88	43,04%	0,11%	0,83%	97,84
11/mai	2º	13,80%	1,94	43,76%	0,17%	0,88%	89,88
11/mai	3º	13,10%	1,76	43,69%	0,18%	0,79%	82,96
12/mai	1º	13,30%	1,67	44,26%	0,12%	0,77%	94,29
12/mai	2º	13,10%	1,70	44,23%	0,13%	0,82%	83,68
12/mai	3º	14,60%	1,95	43,60%	0,17%	0,99%	86,88
13/mai	1º	13,50%	1,44	43,34%	0,20%	0,66%	81,99
13/mai	2º	13,10%	2,19	43,19%	0,19%	0,88%	83,92
13/mai	3º	13,40%	1,90	44,50%	0,18%	0,60%	90,4
14/mai	1º	13,50%	1,84	43,47%	0,18%	0,58%	117,06
14/mai	2º	13,30%	1,91	43,45%	0,10%	0,66%	88,32
14/mai	3º	12,60%	2,09	43,00%	0,27%	0,63%	159,08
15/mai	1º	12,80%	1,85	43,86%	0,27%	0,66%	62,72
15/mai	2º	13,40%	1,79	43,12%	0,21%	0,43%	55,18
15/mai	3º	12,80%	2,00	43,21%	0,22%	0,56%	90,01
16/mai	1º	12,70%	-	44,09%	0,21%	0,62%	89,53
16/mai	2º	12,80%	-	44,47%	0,10%	0,74%	84,18
16/mai	3º	13,00%	1,98	43,09%	0,17%	0,76%	90,23

Apêndice 4 – Descrição dos processos industriais analisados

A seguir, para possibilitar o entendimento do processo de produção dos principais produtos da empresa objeto deste estudo, que são farelo e óleo degomado de soja, cada um dos processos apresentados na Figura 59 será descrito detalhadamente, desde o início até a saída do produto final. A descrição apresentada foi construída a partir da observação direta dos processos e também de consulta a documentos da empresa, tais como o Manual de SGI – Sistema de Gestão Integrado.

Figura 59 - Fluxograma do processo de produção de óleo degomado e farelo de soja



Fonte: Manual SGI (2014).

O processo de produção na empresa inicia-se com a chegada da matéria-prima. Os grãos de soja advêm diretamente de produtores rurais da região ou de armazéns gerais pertencentes à própria empresa, são transportados por caminhões terceirizados de responsabilidade do produtor rural vendedor do grão ou do setor de transporte da Indústria Guará.

Adiante estão descritas as etapas do processo produtivo individualmente, de acordo com a mesma numeração proposta no fluxograma da Figura 59, acima.

Etapa 1 – Carga de soja

Conforme pode ser visto no fluxograma apresentado, Figura 59, a primeira etapa do processo compreende a chegada do caminhão contendo soja ao parque industrial da empresa, onde este se apresenta inicialmente à portaria e de lá é encaminhado para a pesagem e classificação.

Etapa 2 – Portaria

Etapa em que os caminhões aguardam no pátio de triagem para a vistoria. Se aprovados, a entrada é liberada mediante apresentação de documentos requeridos, tais como: autorizações do vendedor do grão para descarga, documentos pessoais do motorista e do veículo.

Etapa 3 - Classificação

A classificação é um dos processos mais importantes para a garantia da qualidade do produto final, já que a principal matéria-prima da produção de farelo e óleo degomado de soja é o grão soja.

O processo inicia-se com a retirada de amostra em vários pontos diferentes da carga. Após a coleta, a amostra é homogeneizada e, em seguida, levada a um equipamento que identificará a umidade exata.

A próxima etapa realizada é a observação dos demais parâmetros de classificação: impureza, grãos avariados, quebrados e esverdeados. Para isso a amostra é colocada em duas peneiras (uma sobre a outra): a primeira peneira é de furo oblongo (elíptico/circular) 5 mm e a segunda possui furos circulares de 3mm. O material que passar a primeira peneira e ficar parado na segunda será considerado grão quebrado. Caso ultrapasse a primeira e a segunda peneiras será considerada impureza. Logo após são analisadas as

quantidades obtidas nas peneiras e realizam-se cálculos para expressar em percentuais totais os resultados da classificação.

A análise dos avariados é realizada do seguinte modo: distribui-se toda a amostra em um fundo de peneira e coletam-se os grãos avariados aleatoriamente em várias partes diferentes da área em que estão distribuídos, até a quantidade máxima de 50g. Pesa-se em seguida e multiplica-se o peso por dois, chegando ao percentual total de avariados. São considerados grãos avariados aqueles que apresentem os seguintes defeitos: Grãos queimados; Ardidos; Mofado; Fermentado; Esverdeado; Brotados/germinados; Danificados; Picados por percevejo, ratos e outros tipos de pragas; Imaturo; Chochos; Amassados; Bandinha/Quebrado. Caso a carga de grãos apresentar mais de um desses defeitos, os mesmos serão identificados/classificados pelo defeito mais grave.

Desse modo, identificam-se as características da carga quanto à *umidade, impureza, avariados, grãos quebrados e esverdeados*. Comparando com os padrões internos estabelecidos pela empresa será possível concluir as condições em que se encontra a carga que está sendo recebida.

Na Tabela 23 têm-se os valores-padrão máximos para cada uma das características analisadas, e acima destes percentuais os grãos recebidos são considerados fora de padrão. Como também pode ser visto na tabela, existem dois parâmetros para os limites de especificações: Limite Mercado Externo e Limite para recebimento na Indústria Guará. O primeiro parâmetro representa os padrões aceitos por empresas em geral para mercadorias que posteriormente serão comercializadas internacionalmente. O segundo representa os limites internos utilizados pela empresa objeto deste estudo. Como pode ser observado, para a característica *esverdeado*, o limite da empresa é maior que o determinado para negociações internacionais, isso porque a empresa tem uma maior tolerância a este critério, acreditando que não é um problema tão significativo, não afetando a qualidade de seus produtos.

Tabela 23 - Limites de especificações para classificação de Soja

Parâmetro	Limite Mercado Externo	Limite para recebimento na Indústria Guará
Umidade	14%	14%
Impureza	1%	1%
Avariado	8%	8%
Quebrado	30%	30%
Esverdeado	8%	10%

Fonte: Elaborado pela autora baseado em pesquisa de campo

Após a análise finalizada, é preenchido laudo que ficará guardado juntamente com a amostra, preenche-se um formulário que é entregue ao motorista, e alimenta-se uma planilha no software Microsoft Excel com as informações da classificação. O processo de classificação ocorre carga a carga, para toda carga recebida mesmo quando o material está vindo de armazém geral pertencente a empresa.

Alguns tipos de defeitos mais graves, como soja inoculada ou grafitada (tóxica), ou semente tóxica, desclassificam o grão diretamente, não podendo este ser recebido na empresa.

No processo de classificação, caso identifiquem-se avarias, umidade, impureza, grãos quebrados e esverdeados acima dos padrões aceitáveis (conforme Tabela 23) a carga total é recebida, porém, realiza-se o desconto de peso penalizando o vendedor pelo material estar fora dos padrões adequados.

Para o farelo de soja produzido na empresa, na saída da carga é realizada análise de umidade real, que leva em consideração a umidade do produto no momento e a temperatura.

Etapa 4 - Pesagem

O processo de pesagem compreende a identificação do material, origem do mesmo e verificação da quantidade em peso de grão que será descarregado na empresa. Como visto na Figura 59 – Fluxograma, esta etapa ocorre posteriormente ao processo de classificação.

Etapa 5 – Recebimento de matéria prima

Após classificado, o grão é encaminhado para ser descarregado. A definição do destino dos grãos na empresa, ou seja, a moega e, em seguida, o silo para o qual o grão será destinado após o processo de limpeza e secagem, é realizada de acordo com as orientações do encarregado de armazém interno.

A descarga é realizada nas três moegas existentes na Linha 1 de produção e uma moega na Linha 2, manualmente com auxílio de rodos. Após a descarga, a soja é conduzida por sistema de transporte de sólidos, rosca continua, redlers, elevadores para o processo de pré-limpeza.

Etapa 6 – Pré-limpeza

O processo de pré-limpeza da soja, é imprescindível, pois garantirá a qualidade final dos produtos e a conservação da matéria-prima.

A pré-limpeza ocorre através de equipamentos específicos onde as impurezas existentes são eliminadas através de peneiras de limpeza vibratória. Estas consistem em uma moega receptora com dispositivo para regulagem da entrada dos grãos. O primeiro patamar oscilante, com peneira de crivos grossos, deixa vazar os grãos para o segundo patamar, retendo as impurezas de maior tamanho (pedras, ramas, gravetos, etc.). O patamar principal, com peneira de crivos finos, retém os grãos e elimina as impurezas de menor tamanho (terra, areia, etc.). Após o peneiramento, os grãos caem sobre um dispositivo em degraus que permite a separação por densidade de corpos de mesmo tamanho (pedras torrões e outros) (MANUAL SGI, 2014).

Durante o processo de pré-limpeza são separados os resíduos do processo: vagem, casca de soja, quirera (grão de soja quebrado em pequenos pedaços), película da soja, pó e pedras.

Este processo é importantíssimo, pois o acúmulo de impurezas junto ao grão armazenado nos silos atrapalha o processo de aeração dos mesmos, gerando aquecimento e conseqüentemente deterioração, levando a problemas de qualidade e redução do tempo de armazenagem do grão.

A pré-limpeza só é realizada para o caso de cargas que estão chegando diretamente do campo. Para cargas que vêm de armazéns do próprio Grupo

não é necessário realizar a pré-limpeza, pois a mesma já foi feita no armazém geral. Em seguida, após a limpeza, o material é encaminhado para a secagem.

Etapa 7 – Secagem da soja

Os grãos passam pelo processo de secagem para que seja possível aumentar o período de estocagem, sem que ocorra deterioração e alterações de suas características.

Os grãos cujo teor de umidade ultrapasse 12,5% devem sofrer uma secagem antes de serem conduzidos ao armazenamento. Para realizar a secagem, utilizam-se secadores verticais.

A Indústria Guará possui dois setores de descarga de soja e quatro moegas, sendo dois secadores e três moegas na linha 01, e dois secadores e uma moega na linha 02.

Caso não seja possível iniciar imediatamente o processo de secagem, devido ao alto volume de produto recebido e capacidade dos equipamentos, os materiais podem ser destinados a silos pulmões após a limpeza, onde aguardarão a secagem.

Etapa 8 – Armazenagem de soja

Para ser armazenada adequadamente, a soja deve estar com umidade mínima de 13,5% e máximo de 14,0%. Tais padrões possibilitam a armazenagem durante um período de 7 a 9 meses. Caso seja necessário estocar por períodos mais longos, faz-se necessário que o grão esteja com umidade inferior, em locais de temperatura amena.

O controle da temperatura e teor de umidade é fundamental para manutenção das características do grão, por isso os silos graneleiros da empresa são dotados de sistema de aeração e termometria, que permitem um controle rigoroso da condição de armazenamento dos produtos. Diariamente são feitas leituras em que o termômetro é aplicado à massa de grãos, acusando a temperatura interna do silo em pontos específicos, permitindo assim o controle.

Etapa 9 – Silo Pulmão

A matéria prima recebida e armazenada é destinada posteriormente ao silo pulmão, que garante o abastecimento da indústria caso ocorra algum problema de fornecimento.

Etapa 10 - Limpeza

Os grãos recebidos do setor de armazenagem passam por novo processo de limpeza já de responsabilidade da indústria, para que sejam retiradas impurezas que ainda não foram retiradas no primeiro processo.

Etapa 11 – Secagem de processo

Os grãos são recebidos na indústria com umidade aproximada de 14%, porém, para o processamento adequado, estes precisam estar com umidade de cerca de 9,5% a 10,5%, por isso passam novamente por processo de secagem para atingir a umidade ideal.

Etapa 12 - Silo Abastecimento

Após passar pelo processo de secagem, os grãos são destinados a dois silos de abastecimento que armazenam 600 toneladas temporariamente. Estes irão alimentar o processo produtivo na indústria.

Etapa 13 – Pesagem de fluxo

A soja recebida ao entrar para a produção passa por equipamento destinado a quantificar o volume de soja processada durante período de 1 hora, permitindo identificar o volume consumido na produção.

Etapa 14 – Quebrador

O grão de soja é quebrado em duas etapas. Na primeira, é quebrado em cerca de 2 a 4 pedaços; na segunda, em mais partes. Esse processo é fundamental, pois irá garantir que o próximo processo, processo de laminação, também ocorra de modo adequado.

A quebra dos grãos é efetuada em três quebradores de rolos que consistem em trituradores com um ou dois pares de cilindros com ranhuras que giram com velocidades diferentes. São equipados com dispositivo de

alimentação mecânico ou vibratório que asseguram a distribuição do material sobre toda a largura dos cilindros (MANUAL SGI, 2014).

Etapa 15 – Separação da casca

Após ser quebrada, a soja segue por equipamentos de transporte de grãos e elevadores até peneiras que separam a casca do grão quebrado. O grão quebrado segue para o condicionador e a casca é direcionada ao processo de moagem.

Etapa 16 – Moagem de casca

A casca sofre britagem a fim de diminuir sua granulometria e melhorar sua homogeneidade com o farelo (MANUAL SGI, 2014).

Etapa 17 – Condicionador

Etapa em que o grão quebrado é pré-cozido com o objetivo de deixá-lo mais macio, facilitando o processo de laminação e, posteriormente, o processo de extração de óleo de soja. Nesse processo, caso o grão esteja com umidade abaixo de 9,5% injeta-se vapor direto para garantir a umidade adequada, pois caso o grão esteja muito seco a massa não conseguirá passar pelo expander posteriormente, além disso, o rendimento final será baixo. Já se a umidade for muito alta a extração de óleo não será adequada, pois a água neutraliza a ação do solvente. Desse modo, durante todo o processo a umidade da massa é controlada, buscando-se sempre o equilíbrio e a umidade ideal.

Etapa 18 – Caldeira

Nesse equipamento é gerado o vapor para funcionamento dos processos de produção.

Etapa 19 - Laminador

O grão quebrado, após passar pelo condicionador, é prensado no laminador, formando flocos finos e facilitando o processo de extração de óleo.

Etapa 20 – Expander

Processo em que o grão laminado é umedecido através da injeção de vapor direto e prensado para se transformar em uma massa expandida. Esse processo torna a massa de soja mais porosa, permitindo maior permeabilidade de solvente.

Etapa 21 – Secador/Resfriador

Para ser expandida é necessário a adição de vapor, o que aumenta a umidade da massa, assim, depois do processo finalizado, a massa úmida precisa ser novamente secada e resfriada, garantindo o padrão adequado.

Etapa 22 – Extrator

Processo em que a massa é lavada pelo solvente Hexano. Desse processo se obterá a micela que corresponde a óleo bruto misturado com o solvente, e também será separada a massa lavada, conhecida ainda como farelo branco.

Etapa 23 – Dessolventizador Tostador – DT

A massa lavada é transportada até o DT onde será dessolventizada, secada e tostada. Nesse processo será também adicionada goma retirada do óleo bruto. Após lavada, a massa contém resíduos de solvente mas este é retirado no DT através do aquecimento da massa, assim o solvente é evaporado e extraído por vácuo.

Ao final do processo, tem-se normalmente farelo com umidade entre 18% livre de solvente que segue para o secador de farelo. O farelo floculado sai com 46% de proteína. No secador/resfriador o farelo é adequado aos níveis de umidade e temperatura de embarque. Este recebe o farelo normalmente a 100°C com umidade entre 18-20%, o mesmo é aquecido através de ar quente e seco para baixar esta umidade para 12,50%. O controle da umidade e temperatura é realizado pelo operador, sendo que quando é necessário aumentar a umidade pode-se, por exemplo, realizar a adição de água ligando a bomba d'água. O farelo já seco é resfriado a uma temperatura inferior a 40°C, evitando-se com isso um aumento de umidade. A seguir este é destinado para o armazém graneleiro ou diretamente para o embarque.

Etapa 24 – Armazenagem do farelo

O farelo produzido pela empresa é mantido no armazém graneleiro, observando as condições adequadas para que não haja alterações em suas características: local fresco e arejado com umidade desejável de 12,5%. Este também pode ser armazenado na forma *in-natura* (floculado).

Etapa 25 – Embarque do farelo

Após a fabricação, o farelo é liberado pela qualidade e é embarcado em caminhões a granel. Atualmente, o volume máximo que poderá ser estocado de farelo de soja é de 8 mil toneladas. Sendo assim, pode-se observar que não há altos volumes de produtos em estoque e o tempo de giro do estoque é relativamente rápido, até porque, como se trata de produto perecível, este não deve permanecer estocado por longos períodos, sob o risco de avarias e perdas do produto.

Etapa 26 – Evaporador

É o processo em que o óleo é separado da micela (óleo+solvente). A micela com concentração aproximada de 36% de óleo é conduzida para o primeiro evaporador, com uma temperatura de 60°C, que trabalha com um vácuo de 400-450mmHg. Em seguida, a micela é enviada para o segundo evaporador com concentração de 81%, com um vácuo de 400-450 mmHg e temperatura de 85°C. Saindo do segundo evaporador, a micela é bombeada para o terceiro evaporador com o vácuo de 400-450mmHg com temperatura de 100-110°C. Ao ser enviada para o quarto evaporador, em vácuo de 400-450mmHg, a temperatura passa a 127-130°C. Estes evaporadores funcionam com vapor indireto. Após essa etapa, a micela é enviada para o processo de Stripp, que consiste em trabalhar com vapor direto 115-120°C, com vácuo de 500mmHg. (MANUAL SGI, 2014).

Desse processo serão originados o óleo bruto, a ser destinado para um tanque específico, e o solvente ainda em estado gasoso, que será encaminhado ao condensador.

Etapa 27 – Condensador

Nessa etapa, o solvente em estado gasoso passa por processo de transformação por meio resfriamento do gás pela água em baixas temperaturas, voltando ao estado líquido para ser utilizado novamente.

Etapa 28 – Trocador de calor

Consiste na transferência de calor de um meio para outro. Tem a finalidade de transferir calor de um fluido para o outro, encontrando-se estes a temperaturas diferentes.

Etapa 29 – Torre de resfriamento

Consiste no resfriamento da água utilizada no processo de condensação a temperatura ambiente, para que retorne ao processo.

Etapa 30 – Hidratador

Adição de aproximadamente 3% de água no óleo bruto, de modo que facilite o processo de remoção do fosfatídeo.

Etapa 31 – Centrifugação

Processo em que o óleo bruto é separado por diferença de densidade através de uma centrífuga que separa a goma (onde se encontram presentes os fosfatídeos) do óleo, retirando todas as impurezas, assim chegando ao óleo degomado de soja.

Etapa 32 - Secagem

O óleo degomado é enviado ao secador de óleo para reduzir a umidade que ficará entre 0,4 e 0,5%, assim removendo o residual de água que foi adicionado anteriormente ao processo.

Etapa 33 – Armazenagem de óleo

O óleo degomado é armazenado em tanques verticais, aguardando destino para embarque.

Etapa 34 – Embarque de óleo

O óleo degomado é carregado a granel em caminhões-tanque, sendo destinado aos clientes finais.

Assim, o processo é finalizado por completo. Como pode ser observado, cada uma das etapas é importante, sendo complementares e devem ser gerenciadas adequadamente para que possa haver uma produção eficiente, com bons rendimentos e bons níveis de qualidade.

Apêndice 5 - Base de dados - Análise Anova e Teste de Tukey

A partir da pesquisa de campo realizada, foram levantados os relatórios abaixo. A Tabela 24 e a Tabela 25 demonstram os resultados da classificação dos grãos recebidos nas unidades de armazenamento e a análise realizada na saída dos grãos para a indústria. Como pode ser observado, as tabelas demonstram em detalhe as movimentações carga a carga, por esse motivo aqui foi expresso apenas um extrato da tabela original, já que ela conta com o registro de mais de 6.300 observações de entrada e 2.100 observações de saída. Na tabela original estão registradas todas as cargas recebidas e expedidas de todas as unidades armazenadoras de grãos da Indústria Guará no período de 01/01/2015 a 22/05/2015, e foi ela que foi utilizada para análise e comparação dos resultados através do método Anova e Teste de Tukey.

Tabela 24 – Relatórios de classificação de grãos recebidos nas Unidades Armazenadoras

Unidade	Movimentação	Data	Romaneio	Produto	Peso Bruto	Tara	Liq. Úmido	%Umd	%Imp	%Ava	Liq Seco	% Par	%Avar	%Esv
Acreúna	Entrada	30/jan	200	SOJA	32.690,00	17.890,00	14.800,00	22,1	2,7	9,2	12.572	3,6	9,2	1
Acreúna	Entrada	01/fev	201	SOJA	46.430,00	15.350,00	31.080,00	14	1	3,6	31.080	2,6	3,6	7,6
Acreúna	Entrada	01/fev	202	SOJA	50.560,00	19.760,00	30.800,00	13	1	3,6	30.800	3,5	3,6	5,2
Acreúna	Entrada	02/fev	203	SOJA	36.480,00	17.790,00	18.690,00	16,6	1,9	5,3	17.793	2,2	5,3	9,8
Acreúna	Entrada	02/fev	204	SOJA	44.070,00	15.330,00	28.740,00	14,4	1	3,2	28.568	2,9	3,2	0,8
Acreúna	Entrada	02/fev	205	SOJA	50.840,00	19.740,00	31.100,00	11,8	1	4,1	31.100	2,6	4,1	0,8
Acreúna	Entrada	02/fev	206	SOJA	45.380,00	15.320,00	30.060,00	11,4	1	4,6	30.060	3,1	4,6	0,9
Acreúna	Entrada	02/fev	207	SOJA	26.320,00	7.410,00	18.910,00	12,4	1,9	3,6	18.740	14,2	3,6	0,9
Acreúna	Entrada	02/fev	208	SOJA	51.290,00	19.760,00	31.530,00	12	1	4,6	31.530	3,2	4,6	0,9
Acreúna	Entrada	03/fev	209	SOJA	37.790,00	18.360,00	19.430,00	16,5	1,9	4,9	18.526	3,6	4,9	7,1
Acreúna	Entrada	03/fev	210	SOJA	14.420,00	7.410,00	7.010,00	11,7	1,6	3,6	6.968	16,4	3,6	0,7
Acreúna	Entrada	03/fev	211	SOJA	46.260,00	15.170,00	31.090,00	12,2	1	4,1	31.090	3,6	4,1	0,9

Acreúna	Entrada	03/fev	212	SOJA	51.940,00	19.700,00	32.240,00	11,5	1	4,2	32.240	3,1	4,2	1
Acreúna	Entrada	03/fev	213	SOJA	23.050,00	17.940,00	5.110,00	13,5	1,6	6,9	5.079	3,6	6,9	8,8
Acreúna	Entrada	03/fev	214	SOJA	46.300,00	15.130,00	31.170,00	11,5	1	4,8	31.170	2,6	4,8	1
Acreúna	Entrada	03/fev	215	SOJA	51.460,00	19.690,00	31.770,00	10,9	1	4,2	31.770	4,6	4,2	1
Acreúna	Entrada	03/fev	216	SOJA	29.960,00	8.470,00	21.490,00	13,4	1,4	4,2	21.404	7,2	4,2	0,9
Acreúna	Entrada	03/fev	217	SOJA	44.870,00	15.120,00	29.750,00	10,5	1	4,1	29.750	3,2	4,1	0,9
⋮														
Santa Helena	Entrada	09/abr	3915	SOJA	27.770,00	12.190,00	15.580,00	19,2	1	19,2	12.620	9,2	19,2	5,4
Santa Helena	Entrada	09/abr	3916	SOJA	24.600,00	8.180,00	16.420,00	15,4	0,9	17,6	14.499	13,8	17,6	4,9
Santa Helena	Entrada	10/abr	3945	SOJA	31.410,00	12.110,00	19.300,00	15,8	1,7	19,7	16.380	12,3	19,7	5,4
Santa Helena	Entrada	10/abr	3974	SOJA	30.060,00	12.170,00	17.890,00	18,4	0,8	22,3	14.151	13,8	22,3	1,8
Santa Helena	Entrada	11/abr	3975	SOJA	34.650,00	15.600,00	19.050,00	16	1,3	21,8	15.792	8	21,8	6,1
Santa Helena	Entrada	11/abr	3976	SOJA	27.180,00	11.820,00	15.360,00	15,9	2,6	20,2	12.802	24,1	20,2	6,8
Santa Helena	Entrada	11/abr	3977	SOJA	16.500,00	6.810,00	9.690,00	22,1	6,4	29,8	5.384	35,1	29,8	0,2
Santa Helena	Entrada	14/abr	3988	SOJA	35.130,00	15.680,00	19.450,00	15,9	1,7	17,8	16.854	14,7	17,8	5,2
Santa Helena	Entrada	15/abr	4021	SOJA	29.540,00	11.990,00	17.550,00	13,6	0,8	7,3	17.550	12,9	7,3	0,8
Santa Helena	Entrada	16/abr	4030	SOJA	28.090,00	8.310,00	19.780,00	19,4	3,2	27,6	13.866	18,3	27,6	5,1
Santa Helena	Entrada	16/abr	4033	SOJA	20.430,00	9.370,00	11.060,00	16,4	1,7	6,8	10.580	13,6	6,8	1,3
Santa Helena	Entrada	17/abr	4050	SOJA	33.910,00	15.710,00	18.200,00	20,8	2,8	29,8	12.048	27	29,8	6,8
Santa Helena	Entrada	17/abr	4051	SOJA	10.580,00	10.060,00	520,00	23,8	6,1	45	225	26,4	45	7,6
Santa Helena	Entrada	18/abr	4052	SOJA	27.200,00	11.930,00	15.270,00	21,4	3,3	32,4	9.500	25,5	32,4	7,8
Santa Helena	Entrada	22/abr	4059	SOJA	32.240,00	15.700,00	16.540,00	24,3	4,5	68,6	3.383	24,7	68,6	8,8
Santa Helena	Entrada	22/abr	4060	SOJA	26.300,00	11.970,00	14.330,00	18,3	4,2	50,4	6.871	30	50,4	7,9
Santa Helena	Entrada	22/abr	4065	SOJA	26.330,00	12.070,00	14.260,00	16,7	4,1	24	10.958	28,4	24	7,6
Santa Helena	Entrada	27/abr	4074	SOJA	13.450,00	8.470,00	4.980,00	16,7	2,1	6,9	4.723	30	6,9	6,4
Santa Helena	Entrada	30/abr	4091	SOJA	22.680,00	11.920,00	10.760,00	15,8	3,8	13,2	9.608	29,5	13,2	8,9
Santa Helena	Entrada	07/mai	4092	SOJA	41.587,00	0,00	41.587,00	12	1	1	41.587	1	1	1

Tabela 25 – Relatórios de classificação de grãos enviados das Unidades Armazenadoras para a Indústria Guará

Unidade	Movimentação	Data	Romaneio	Produto	Peso Bruto	Tara	Liq. Úmido	%Umd	%Imp	%Ava	Liq Seco	% Par	%Avar	%Esv
Acreúna	Saída	07/fev	234	SOJA	48.100,00	16.850,00	31.250,00	12,1	0,9	6,9	31.250	10,3	6,9	1,2
Acreúna	Saída	07/fev	235	SOJA	48.500,00	17.030,00	31.470,00	12	0,8	5,9	31.470	8,3	5,9	1
Acreúna	Saída	07/fev	236	SOJA	48.380,00	16.730,00	31.650,00	12,4	0,8	7,1	31.650	4,9	7,1	0,9
Acreúna	Saída	07/fev	237	SOJA	56.970,00	20.730,00	36.240,00	11,8	0,7	6,9	36.240	6	6,9	0,8
Acreúna	Saída	07/fev	238	SOJA	42.200,00	16.110,00	26.090,00	11,6	0,9	7,1	26.090	4,3	7,1	0,9
Acreúna	Saída	07/fev	239	SOJA	52.980,00	19.900,00	33.080,00	11,4	0,9	7,2	33.080	4,8	7,2	0,9
Acreúna	Saída	07/fev	240	SOJA	52.590,00	17.610,00	34.980,00	11,5	0,9	7,1	34.980	3,6	7,1	0,8
Acreúna	Saída	07/fev	241	SOJA	56.990,00	20.720,00	36.270,00	11,5	0,8	6,9	36.270	3,2	6,9	1
Acreúna	Saída	07/fev	242	SOJA	56.780,00	20.760,00	36.020,00	11,7	0,9	7,3	36.020	3,4	7,3	1
Acreúna	Saída	08/fev	246	SOJA	56.980,00	20.930,00	36.050,00	12,1	0,9	6,9	36.050	3,2	6,9	1
Acreúna	Saída	08/fev	247	SOJA	56.150,00	20.760,00	35.390,00	12	0,9	7	35.390	3,4	7	1
Acreúna	Saída	08/fev	248	SOJA	45.480,00	16.830,00	28.650,00	12	0,8	6,9	28.650	3,7	6,9	1
Acreúna	Saída	08/fev	249	SOJA	46.120,00	17.710,00	28.410,00	11,8	0,8	6,6	28.410	3,3	6,6	1
Acreúna	Saída	08/fev	250	SOJA	52.730,00	18.900,00	33.830,00	12	0,9	7,1	33.830	4	7,1	1
Acreúna	Saída	08/fev	251	SOJA	48.520,00	17.170,00	31.350,00	11,7	0,7	7,1	31.350	2,4	7,1	0,8
Acreúna	Saída	12/fev	291	SOJA	57.340,00	19.790,00	37.550,00	17,6	0,7	5,7	35.520	3,5	5,7	0,9
Acreúna	Saída	12/fev	292	SOJA	57.100,00	19.900,00	37.200,00	17	0,7	4,1	35.530	2,4	4,1	0,8
Acreúna	Saída	12/fev	293	SOJA	57.250,00	22.070,00	35.180,00	18	0,9	4,7	33.070	3,1	4,7	0,6
Acreúna	Saída	12/fev	295	SOJA	56.600,00	19.950,00	36.650,00	15,8	0,8	4	35.660	3,3	4	0,8
Acreúna	Saída	12/fev	299	SOJA	57.030,00	19.850,00	37.180,00	16,6	0,9	4,6	35.730	4,6	4,6	0,7
⋮														
Santa Helena	Saída	19/mai	4194	SOJA	56.980,00	20.690,00	36.290,00	11,6	0,5	6,2	36.290	16,2	6,2	1,3

Santa Helena	Saída	19/mai	4195	SOJA	57.240,00	20.490,00	36.750,00	12	0,5	5,6	36.750	11,3	5,6	1
Santa Helena	Saída	19/mai	4196	SOJA	56.720,00	19.900,00	36.820,00	12	0,6	5,8	36.820	10,4	5,8	1,3
Santa Helena	Saída	19/mai	4197	SOJA	48.490,00	16.360,00	32.130,00	11,7	0,6	5,5	32.130	15	5,5	1,3
Santa Helena	Saída	19/mai	4198	SOJA	56.990,00	20.710,00	36.280,00	11,8	0,5	5,7	36.280	17,5	5,7	1
Santa Helena	Saída	19/mai	4199	SOJA	56.620,00	20.720,00	35.900,00	11,7	0,4	6	35.900	12,5	6	1,1
Santa Helena	Saída	19/mai	4200	SOJA	57.000,00	20.770,00	36.230,00	11,6	0,4	5,6	36.230	8,5	5,6	1,2
Santa Helena	Saída	19/mai	4201	SOJA	48.490,00	16.340,00	32.150,00	11,8	0,5	5,2	32.150	15,1	5,2	1
Santa Helena	Saída	20/mai	4202	SOJA	48.500,00	16.060,00	32.440,00	11,9	0,4	5,1	32.440	18,6	5,1	1
Santa Helena	Saída	20/mai	4203	SOJA	57.000,00	20.800,00	36.200,00	11,9	0,8	4,7	36.200	18	4,7	1,3
Santa Helena	Saída	20/mai	4204	SOJA	57.210,00	20.000,00	37.210,00	12,2	0,4	5,3	37.210	14,5	5,3	1,4
Santa Helena	Saída	20/mai	4205	SOJA	48.500,00	17.060,00	31.440,00	11,9	0,4	6,1	31.440	13,6	6,1	1,2
Santa Helena	Saída	20/mai	4206	SOJA	48.480,00	16.840,00	31.640,00	12	0,8	5,7	31.640	14,8	5,7	1,3
Santa Helena	Saída	21/mai	4207	SOJA	56.690,00	20.360,00	36.330,00	12,1	0,8	4,9	36.330	18,1	4,9	1,1
Santa Helena	Saída	21/mai	4208	SOJA	56.890,00	19.200,00	37.690,00	11,8	0,5	5,3	37.690	11,4	5,3	1,3
Santa Helena	Saída	21/mai	4209	SOJA	56.980,00	20.680,00	36.300,00	11,9	0,8	5,7	36.300	14,1	5,7	0,9
Santa Helena	Saída	21/mai	4210	SOJA	48.400,00	17.090,00	31.310,00	12,2	0,6	6,1	31.310	10,1	6,1	1
Santa Helena	Saída	21/mai	4211	SOJA	48.470,00	17.010,00	31.460,00	12	0,5	6	31.460	13,8	6	1
Santa Helena	Saída	21/mai	4212	SOJA	48.400,00	17.110,00	31.290,00	12,1	0,6	5,6	31.290	15	5,6	1,1
Santa Helena	Saída	21/mai	4213	SOJA	48.380,00	16.730,00	31.650,00	12	0,4	5	31.650	17,8	5	1,2
Santa Helena	Saída	21/mai	4214	SOJA	48.210,00	16.720,00	31.490,00	12,1	0,4	4,9	31.490	14,7	4,9	1