

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTATÍSTICA
E MODELAGEM QUANTITATIVA**

**ANÁLISE DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO FEIJÃO
ATRAVÉS DOS GRÁFICOS DE CONTROLE \bar{X} E R**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

Marzué Epp Pereira

Santa Maria, RS, Brasil

2007

**ANÁLISE DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO FEIJÃO
ATRAVÉS DOS GRÁFICOS DE CONTROLE \bar{x} E R**

por

Marzué Epp Pereira

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),
como requisito parcial para a obtenção do grau de
Especialista em Estatística e Modelagem Quantitativa

Orientador: Prof. Dr. Ivanor Müller

Santa Maria, RS, Brasil

2007

© 2007

Todos os direitos autorais reservados a Marzué Epp Pereira. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser efetuada com autorização por escrito do autor.

Endereço: Interior, Vila Progresso, Arroio do Tigre - RS Cep 96970-000

Fone (0xx) 51 37471268, ramal: 230; End. Eletr.: marzuepp@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Estatística e Modelagem Quantitativa**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a
Monografia de Especialização

**ANÁLISE DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO FEIJÃO
ATRAVÉS DOS GRÁFICOS DE CONTROLE \bar{X} E R**

elaborada por

Marzué Epp Pereira

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Especialista em Estatística e Modelagem Quantitativa

COMISSÃO EXAMINADORA:

Ivanor Müller, Dr.
(Presidente/Orientador)

Fernando de Jesus Moreira Junior, Ms. (UFSM)
(Co-Orientador)

Denis Altieri de Oliveira Moraes, Ms. (UFSM)

Santa Maria, 15 de agosto de 2007.

“ Se eu tivesse de resumir toda a minha mensagem em poucas palavras, eu diria: Reduza a variação.”

W. Edwards Deming.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de novos conhecimentos e pelo crescimento pessoal, intelectual e profissional.

A todos os amigos, professores e funcionários da Universidade Federal de Santa Maria que, de variadas formas contribuíram, auxiliaram e deram seu apoio indiscutível nesta minha formação.

A Presidência, funcionários e demais colaboradores da Empresa Cereais Centro Serra Ltda., do município de Arroio do Tigre. Ao técnico agrícola José Francisco Telöken, da Emater.

Aos meus colegas de Especialização, pelos bons momentos de convivência, trocas de experiências e ampliação dos conhecimentos.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, auxiliaram na realização deste trabalho.

Quero manifestar ainda meus mais sinceros agradecimentos aos meus familiares, que desde cedo me incentivaram ao estudo; também agradeço muito pelo apoio, motivação, compreensão e tolerância dedicadas nesta etapa.

Aos orientadores, Prof. Dr. Ivanor Müller e Prof. Ms. Fernando de Jesus Moreira Junior, pela amizade, orientação, auxílio, apoio e sua inestimável, qualificada e imprescindível contribuição para finalização deste trabalho.

A Deus, por tudo.

RESUMO

Monografia de Especialização
Programa de Pós-Graduação em Estatística e Modelagem Quantitativa
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

ANÁLISE DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO FEIJÃO, ATRAVÉS DOS GRÁFICOS DE CONTROLE \bar{x} E R

Autora: Marzué Epp Pereira
Orientador: Dr. Ivanor Müller
Data e Local de Defesa: Santa Maria, 15 de agosto de 2007.

As empresas estão cada vez mais preocupadas em evitar perdas em suas produções. Por isso, em 1924, Walter Shewhart desenvolveu uma carta estatística para controle da variabilidade dos produtos, com a intenção de eliminar as variações anormais do processo ou as perdas na produção. Ele é considerado o pai do Controle Estatístico da Qualidade. Os gráficos de controle são ferramentas estatísticas usadas para monitorar, controlar e indicar se um processo está sob controle de qualidade ou não. A qualidade é uma preocupação constante das empresas em todos os processos de produção. Neste trabalho, o objetivo é verificar a qualidade da industrialização do feijão na Empresa Cereais Centro Serra Ltda., através dos gráficos de controle de média e amplitude, para, com isso, obter um diagnóstico acerca do melhor método adotado para o controle de qualidade no processo de produção. Os resultados extraídos da análise dos gráficos relativos à amplitude e à média atestam que alguns pontos estão fora do controle das especificações, havendo prejuízos de 22 Kg para a empresa no mês de outubro, se o processo continuar com tais índices de média e variabilidade. Mas, com isso, a vantagem é do consumidor, que estará comprando mais feijão por pacote. Portanto, a empresa deve fazer um controle mais rígido do processo de industrialização, para obter resultados precisos e, com isso, aumentar sua lucratividade.

Palavras-chave: Feijão, Gráficos de Controle, Qualidade, Capacidade do Processo, Lucratividade.

ABSTRACT

Monografia de Especialização
Programa de Pós-Graduação em Estatística e Modelagem Quantitativa
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

ANÁLISE DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO FEIJÃO, ATRAVÉS DOS GRÁFICOS DE CONTROLE \bar{X} E R

(ANALYSIS OF THE BEAN INDUSTRIALIZATION PROCESS THROUGH THE
GRAPHS OF CONTROL \bar{X} AND R)

Author: Marzué Epp Pereira

Advisor: Dr. Ivanor Müller

Date and Place of Defense: Santa Maria, August 15th 2007.

The companies are concerned more and more to avoid losses in their productions. Therefore, in 1924, Walter Shewhart developed a statistical letter for the product variability control, with the intention of eliminating the abnormal variations of the process or the losses in the production. He is considered the father of the Quality Statistical Control. The graphs of control are statistical tools used to monitor, to control and to indicate whether a process is under quality control or not. Quality is a constant concern of the companies in all the production processes. In this work, the objective is to verify the quality of bean industrialization in the company Cereais Centro Serra Ltda, through the graphs of average and width control, in order to, thereby, obtain a diagnosis of the best method adopted for the quality control in the production process. The results taken from the analysis of the graphs related to width and average show that some points are out of specifications control, so that it may be possible to verify a 22kg-damage for the company in October, in case of the process to continue with such an index of average and variability. But thereby the advantage belongs to the consumer, who is obtaining a larger amount of bean per package. Therefore the company should set up a more rigorous control of the industrialization process, in order to obtain precise results and, thereby, increase its profitability.

Key-words: Bean, Graphs of Control, Quality, Process Capacity, Profitability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Tipos de grão de feijão cultivados no Brasil.....	20
Figura 2.2 – Zoneamento da cultura do feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul.....	21
Figura 2.3 – Unidade demonstrativa de feijão – Embrapa/Emater – Arroio do Tigre – RS.....	23
Figura 2.4 – Desenho manual de um pé de feijão.....	24
Figura 2.5 – Exemplo hipotético de gráfico \bar{X} : Médias.....	30
Figura 2.6 – Exemplo hipotético de gráfico R: Amplitudes.....	30
Figura 3.1 – Coleta da amostragem do feijão para sua classificação quando o produtor entrega na empresa.....	41
Figura 3.2 – Análise do processo de umidade e impureza do produto.....	41
Figura 3.3 – Processo de secagem do feijão, caso a umidade esteja acima do padrão estabelecido.....	42
Figura 3.4 – Processo de distribuição do feijão na máquina.....	43
Figura 3.5 – Processo de empacotamento do produto.....	43
Figura 3.6 – Depósito dos fardos de feijão na fábrica.....	45
Figura 4. 1 – Gráfico de controle para média do processo antes do ajuste da máquina.....	48
Figura 4.2 – Gráfico da amplitude do processo antes do ajuste da máquina.....	48
Figura 4.3 – Gráfico de controle para média do processo depois do ajuste da máquina no mês de junho.....	50
Figura 4.4 – Gráfico da amplitude do processo depois do ajuste da máquina no mês de junho.....	50
Figura 4.5 – Gráfico de controle para média do processo depois do ajuste da máquina no mês de outubro.....	52
Figura 4.6 – Gráfico da amplitude do processo depois do ajuste da máquina no mês de outubro.....	52
Figura. 4.7 - Os funcionários da empresa Cereais Centro Serra Ltda.....	58
Figura 4.8 – Fluxograma para auxiliar os funcionários da empresa no processo de controle de industrialização do feijão.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo per capita de feijão em regiões metropolitanas do Brasil 1987.....	19
Tabela 2 – Cálculos da primeira coleta de dados na empresa.....	54
Tabela 3 – Percentual de amostras fora das especificações na primeira coleta de dados.....	54
Tabela 4 – Cálculos da segunda coleta de dados na empresa.....	55
Tabela 5 – Percentual de amostras fora das especificações na segunda coleta de dados.....	55
Tabela 6 – Cálculos da terceira coleta de dados na empresa.....	56
Tabela 7 – Percentual de amostras fora das especificações na terceira coleta de dados.....	56
Tabela 8 – Cálculos da terceira coleta de dados na empresa com limites de especificação.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 – Comparação dos resultados.....	53
---	----

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Tabela 9 – Pesos das amostras de feijão em quilogramas com embalagem da Empresa Cereais Centro Serra Ltda., mês de maio.....	65
ANEXO B – Tabela 10 – Pesos das amostras de feijão em quilogramas com embalagem na empresa, mês de junho.....	66
ANEXO C – Tabela 11 – Pesos das amostras de feijão em quilogramas com embalagem na empresa, mês de outubro.....	67
ANEXO D – Fatores para o cálculo dos limites de controle (3σ) para os gráficos: \bar{X} , R e S.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

σ - desvio padrão

d_2 - fatores para a linha central (ANEXO D)

C_{pl} - capacidade unilateral inferior do processo

C_{pu} - capacidade unilateral superior do processo

CEP – Controle estatístico de processo

LC – Limite central de controle

LM – Limite médio de controle

LIC – Limite inferior de controle

$\bar{\bar{X}}$ – média das médias do peso do feijão

\bar{X}_i – média do peso do feijão

n – número de subgrupos

\bar{R} – média das amplitudes do peso do feijão na embalagem

R – amplitude do peso do feijão na embalagem

$LSC_{\bar{X}}$ – limite superior de controle da média

$LM_{\bar{X}}$ – limite médio de controle da média

$LIC_{\bar{X}}$ – limite inferior de controle da média

LSC_R – limite superior de controle da amplitude

LM_R – limite médio de controle da amplitude

LIC_R – limite inferior de controle da amplitude

LIE – Limite inferior de especificação

LSC – Limite superior de controle

LSE – Limite superior de especificação

C_p – Índice de capacidade potencial do processo

C_{pk} – Índice de capacidade real do processo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa	16
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo Geral.....	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 Estrutura do trabalho	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 História do feijão no Brasil	18
2.2 Desenvolvimento do Feijão no Estado do Rio Grande do Sul	21
2.3 Descrição Botânica	24
2.4 Colheita, processamento e comercialização	25
2.5 Importância econômica	26
2.6 Norma de Identidade, Qualidade, Apresentação e Embalagem do Feijão	27
2.7 Contexto Histórico do Controle de Qualidade	28
2.8 Controle Estatístico de Qualidade	29
2.9 Controle do Processo	34
2.9.1 Limites de controle de especificação.....	35
2.9.2 Capacidade do processo.....	36
3 MATERIAIS E MÉTODOS	40
4 ANÁLISE E RESULTADOS	46
4.1 O cálculo para o mês de maio	47
4.2 O cálculo do mês de junho após a primeira manutenção da máquina	49
4.3 O cálculo do mês de outubro depois de novos ajustes na máquina	51
4.4 Cálculo dos índices de capacidade C_p e C_{pk} no processo de industrialização do feijão	53
4.5 Treinamento de funcionários e manutenção de equipamento	57
5 CONCLUSÕES RECOMENDAÇÕES	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	64

1 INTRODUÇÃO

O feijão não pode faltar à mesa do brasileiro, pois é o produto mais consumido no país, além de ser riquíssimo em ferro e outras vitaminas. A partir dessa premissa, vários órgãos governamentais e não-governamentais vêm pesquisando durante anos sobre o cultivo do feijão no Estado do Rio Grande do Sul, entre outros aspectos, quais são as melhores épocas e as melhores variedades a respeito do feijão.

O feijoeiro comum contribui em cerca de 100 países, destacando-se Índia, Brasil, China, Estados Unidos e México, responsáveis por cerca de 63% do total produzido. O Rio Grande do Sul é o maior consumidor de feijão com 18,4Kg.-¹hab.⁻¹.ano.⁻¹, per capita no Brasil (Balardin, 2002:13).

Na região Centro Serra do Estado do Rio Grande do Sul, a agricultura é familiar, e de suma importância econômica, pois esta é a fonte geradora da economia de muitos municípios, ou seja, essas famílias são plantadoras de feijão, milho, fumo e outros produtos de consumo próprio e de abastecimento nos respectivos municípios e regiões.

O município de Arroio do Tigre é atualmente um dos maiores produtores de feijão do Rio Grande do Sul, com cerca de 2500 hectares plantados por ano, sendo que 100% de sua plantação é caracterizada pela agricultura familiar. Nele localiza-se a Empresa Cereais Centro Serra Ltda., que serve como fonte de pesquisa para o presente trabalho.

A Empresa Cereais Centro Serra Ltda. é a empresa responsável pela maior parte da compra do feijão do Centro Serra, aproximadamente 80% da produção, e também responsável pela sua industrialização no mercado local, regional e estadual.

Devido a algumas reclamações de seus consumidores, a empresa resolveu procurar orientações para o seu processo de industrialização, pretendendo com isso oferecer aos seus consumidores um produto de melhor qualidade.

O consumidor é quem dá o aval final do produto. Assim sendo, o presente trabalho destina-se a avaliar a qualidade do processo de industrialização do feijão, através dos

gráficos de controle ou cartas de controle, para identificar ocorrências de anormalidades no processo e diagnosticar se há necessidade de melhorias na empresa.

1.1 Justificativa

O presente trabalho realiza um estudo sobre o processo de industrialização do feijão na Empresa Cereais Centro Serra Ltda., localizada no município de Arroio do Tigre, com a finalidade de melhorar a qualidade do produto final. Os resultados poderão ser utilizados para auxiliar a empresa em seu processo de industrialização do feijão, visando melhorar a qualidade e aumentar a lucratividade.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o processo de industrialização do feijão, através dos gráficos de controle da média e amplitude, com o propósito de verificar se o processo de industrialização está sob controle estatístico.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Calcular a capacidade do processo;
- Sugerir melhorias no processo;
- Propor um fluxograma à empresa para o processo de industrialização do feijão.

1.3 Estrutura do trabalho

O trabalho foi estruturado em virtude de uma abordagem introdutória que enuncie a importância do feijão para o Rio Grande do Sul e o problema na empresa em estudo. Estabeleceu-se, para tanto, a justificativa de melhorar o processo de industrialização do feijão da empresa pesquisada no município de Arroio do Tigre; e o objetivo de analisar o processo de industrialização do feijão, através de gráficos de controle, bem como de sugerir melhorias a fim de que futuras consultas à empresa sejam efetuadas para uma

melhor tomada de decisão acerca de seu processo de industrialização para evitar eventuais prejuízos no seu processo.

No Capítulo 2, tem-se o intuito de relatar a história do feijão no Brasil, o seu desenvolvimento no Estado do Rio Grande do Sul, assim como de realizar a descrição da botânica e de sua importância econômica. Além disso, busca-se mapear a revisão da literatura sobre controle de qualidade, gráficos de controle e capacidade do processo.

No Capítulo 3, escrevem-se materiais e métodos utilizados para realização da pesquisa na empresa. O controle estatístico onde é aplicado na empresa para auxiliar na tomada de decisão.

No Capítulo 4, empreendem-se análise e discussão dos resultados obtidos.

No Capítulo 5, expõem-se as conclusões e recomendações para a Empresa Cereais Centro Serra Ltda.

No último arrolam-se as referências bibliográficas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 História do feijão no Brasil

Historicamente, o feijão já vem sendo cultivado no país desde o período colonial, quando o volume produzido era ainda insuficiente para o seu consumo interno. Após a virada do século XIX para o XX, com o contínuo crescimento da produção no período de 1916 a 1920, o Brasil transformava-se em exportador.

Assim, em 1920, 63% dos estados brasileiros produziam feijão, sendo que, em São Paulo, o percentual atingia 78% e, em Minas Gerais, 79%, enquanto que no Rio Grande do Sul, por sua vez, produzia-se feijão em 62% de suas propriedades. A produção desses estados atingia 67,5% da produção nacional.

Atualmente o feijão no Brasil, é cultivado em praticamente todas as regiões. As únicas áreas que apresentam extrema dificuldade para o cultivo são a região amazônica e a região do “Polígono das Secas”, no Nordeste.

Segundo Yohoyama, são produzidos o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) e o caupi – também conhecido como feijão de corda ou feijão macaçar (*Vinga unguiculata*). Dentro da espécie *Phaseolus vulgaris*, está classificado o feijão preto, que é muito consumido no Sul do Brasil. Em termos de produção, a maior parte das áreas cultivadas pode ser verificada nas Regiões Sul, seguida pelas Regiões Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e Norte.

Na Tabela 1, podemos constatar diferentes hábitos e gostos pelo feijão no Brasil, desde 1987. Acredita-se que o principal fator a provocar essa diferenciação de consumo por regiões deva ser os hábitos alimentares de cada região brasileira.

Tabela 1 – Consumo *per capita* de feijão em regiões metropolitanas do Brasil –1987.

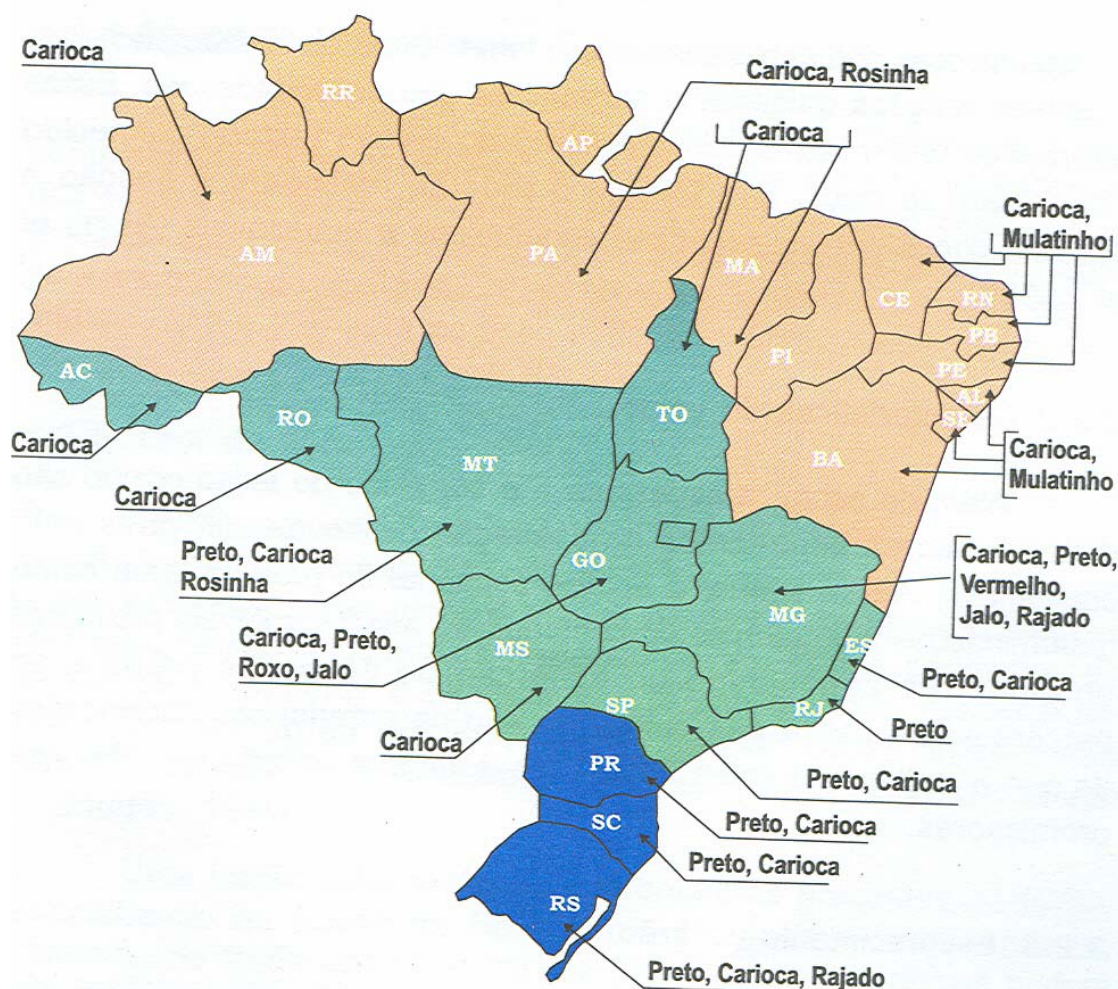
Região	Fradinho*	Jalo	Manteiga	Mulatinho	Preto	Rajado	Roxo	Total
Metropolitana	Kg hab ⁻¹ ano ⁻¹							
Belém	0,03	3,16	0,23	0,54	1,44	4,50	0,02	9,92
Belo Horizonte	-	1,58	0,03	0,5	1,06	6,21	1,72	11,09
Curitiba	0,02	0,04	1,14	0,31	6,36	0,20	0,03	8,12
Fortaleza	11,35	-	0,01	4,79	0,19	0,44	0,05	16,83
Porto Alegre	0,01	0,01	0,08	0,18	9,14	0,01	-	9,42
Recife	0,22	0,0	0,06	8,68	0,42	3,37	0,01	12,76
Rio de Janeiro	0,07	-	0,36	0,15	13,02	0,01	0,01	13,62
Salvador	0,28	-	0,03	10,34	0,02	2,33	-	13,01
São Paulo	0,03	0,43	0,11	0,31	0,26	8,75	0,54	10,43

*Feijão macaçar. Fonte: Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF-1987).

No ano de 1994, segundo Vieira (1994 : 99), “a região maior consumidora de feijão é Nordeste (20,8 Kg hab⁻¹ ano⁻¹), vindo a seguir as Regiões Sudeste (18,2 Kg hab⁻¹ ano⁻¹), Norte (14,7 Kg hab⁻¹ ano⁻¹), Centro-Oeste (13,9 Kg hab⁻¹ ano⁻¹) e Sul (12,9 Kg hab⁻¹ ano⁻¹)”.

Segundo Farina & Zylbergersztajn (1998:250), “a discussão sobre o consumo é feita com base nos dados de Pesquisa de Orçamentos Familiares”. Os efeitos econômicos e a preocupação com a qualidade de vida ocorridos nos últimos anos afetaram o comportamento dos consumidores de uma maneira geral, refletindo-se também no consumidor de feijão, que se tornou mais exigente em relação à qualidade do produto.

Na Figura 2.1, constata-se que a variedade do feijão preto é mais popular no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, sul e leste do Paraná, Rio de Janeiro, sudeste de Minas Gerais e sul do Espírito Santo.



Fonte: Del Peloso, M. J., (Embrapa arroz e feijão – Comunicação pessoal).

Figura 2.1 – Tipos de grão de feijão cultivados no Brasil.

Diante do quadro atual, os tipos de feijão mais consumidos no Brasil são o carioca, com índice de 71,7%; o preto, com 17,6%; o macaçar 7,8%, sendo os outros 2,9% representados por mais de setenta tipos.

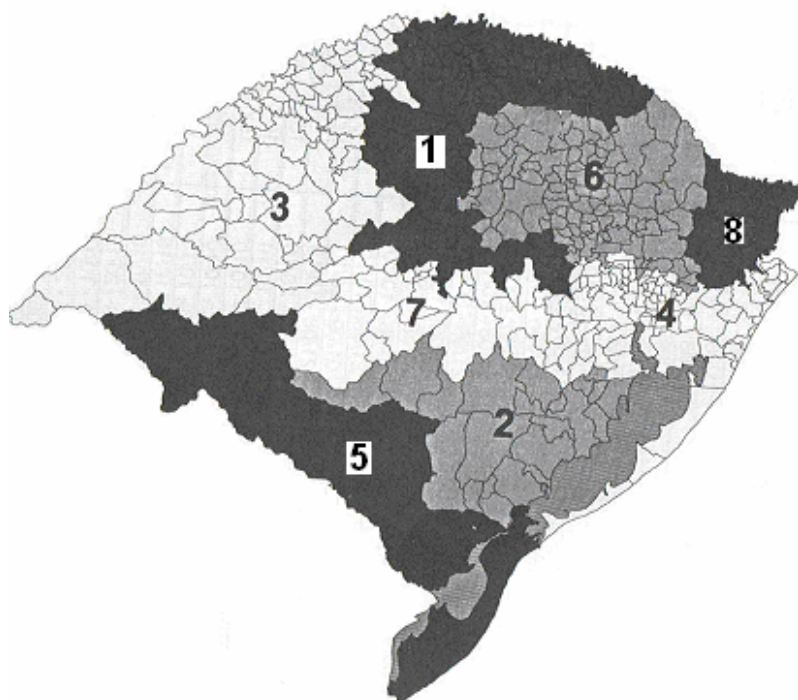
2.2 Desenvolvimento do Feijão no Estado do Rio Grande do Sul

O cultivo no Rio Grande do Sul tem base na agricultura familiar, de modo que, em geral, usa-se pouca quantidade de adubos tanto químicos quanto orgânicos nas plantações.

O Estado pode ser considerado privilegiado em termos de pesquisa com feijão no Brasil. O primeiro registro de experimentação e estudo sobre o feijão é datado de 1947 em Pelotas, e até os dias atuais realizam-se experimentações sobre o feijão no Estado, seja por parte de órgãos governamentais, seja de órgãos não-governamentais.

A produção de feijão nos anos de 1998/99, foi de quase 1 milhão de toneladas de grãos, e a média de produtividade 869 Kg ha^{-1} , bastante superior à média nacional (Balardin, 2002:13).

Na Figura 2.2, observa-se o zoneamento agroclimático do feijão no Estado do Rio Grande do Sul, segundo Caiaffo (1999).



Fonte: Cartografia da Eng^a Civ. Márcia Rodrigues Caiaffo-1999.
Figura 2.2. Zoneamento da cultura do feijoeiro n Estado do Rio Grande do Sul.

São as seguintes as regiões de aptidão pelo zoneamento agroclimático para a cultura do feijão:

- Preferencial 1;
- Tolerada 2 e 6;
- Tolerada 3, 4 e 7;
- Marginal 5;
- Marginal 8.

Balardin (2000:33) descreve as referidas zonas da seguinte forma:

Zonas Preferenciais – correspondem às melhores condições para a cultura, podendo ser ou não o local ideal para a mesma, se comparada com outras áreas do mundo, mas apresentando, evidentemente, condições boas para a cultura no Estado. Zonas Toleradas – correspondem àquelas que apresentam um fator negativo à cultura, como, por exemplo, a temperatura, ou condições de deficiência hídrica. Zonas Marginais – correspondem àquelas que apresentam dois fatores para o cultivo, umidade e temperatura, por exemplo. Zonas não recomendadas para o cultivo – correspondem às áreas do Estado nas quais não se recomenda o cultivo comercial (rendimento econômico), devido aos altos riscos e limitações impostas pelos fatores climáticos.

O município de Arroio do Tigre localiza-se na Região Centro Serra do Estado, a qual pertence à zona preferencial, que é a melhor para o cultivo do feijão no Rio Grande do Sul, como outros municípios, por exemplo: Sobradinho, que é considerado a capital do feijão.

A Capital Estadual do Feijão é no município de Sobradinho, conforme decreto nº 29.308, de 21 de novembro de 1979. Onde anualmente na última semana de dezembro realiza-se a festa do feijão (**Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul**, gestão 1999/2000).

Atualmente o município de Arroio do Tigre é um dos grandes plantadores de feijão do Estado, sendo que as variedades plantadas são IAC-UNA com cerca de 50% da área, Chamego 20%, Valente 15%, Guapo Brilhante 8%, FT-Nobre 5%, e outros 2%.

José Francisco Telöken, técnico agrícola da Emater (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) do município de Arroio do Tigre, em seu depoimento afirma:

A variedade IAC-UNA veio para o município de Arroio do Tigre em 1996, do Centro de Pesquisa de Campinas, através da Emater (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) do município. Nos anos de 1996 e 1997, foram feitos experimentos com a variedade para saber o potencial produtivo. Para surpresa dos técnicos e das pessoas envolvidas, esta variedade se adaptou bem no município e na Região Central do Estado. O potencial produtivo chega até 40 sacos por hectare, e o agricultor não precisa fazer tratamento para doenças como ferrugem e antracnose, pois, a variedade é resistente a estas doenças.

Os agricultores do município e da região recebem incentivos e apoio da Emater para o desenvolvimento tecnológico da cultura do feijão, conforme ocorre na lavoura experimental cultivada na propriedade do Senhor Gastão Kipper, (Figura 2.3).



Figura 2.3 – Unidade demonstrativa de feijão – Embrapa/Emater – Arroio do Tigre-RS.

A Figura 2.3 mostra um dia de campo promovido pela Emater de Arroio do Tigre na propriedade do Senhor Gastão Kipper, localizada no interior do município de Arroio do Tigre-RS, com agricultores da região interessados no cultivo de feijão, com a finalidade de analisar e verificar a capacidade produtiva das novas variedades plantadas nesta determinada propriedade.

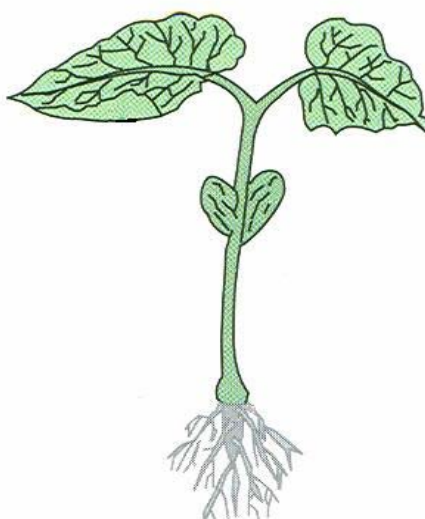
2.3 Descrição Botânica

Conforme definição extraída do site www.herbario.com.br, o feijoeiro é uma planta anual, herbácea, ereta, atingindo até sessenta centímetros de altura. Planta de raiz pivotante, folhas compostas de três folíolos, sendo um terminal e dois laterais e opostos. O fruto é uma vagem linear, reta ou encurvada, variando de dez a vinte centímetros de comprimento. As sementes são elípticas, cilíndricas ou ovóides, de tamanho e coloração variáveis: há feijões brancos, pretos, amarelos, vermelhos, etc. O feijão pertence à família das Leguminosas, subfamília das Papilionóides, gênero *Phaseolus*, espécie *P. vulgaris*.

Apresenta as duas seguintes subespécies:

Plantas anãs-ssp. *Phaseolus vulgaris nanus* (Dekapr.) - Grad.

Plantas volúveis-ssp. *Phaseolus vulgaris volubilis* (Dekapr.) - Grad.



Fonte: Desenho de Marnazé Epp.

Figura 2.4 – Desenho manual de um pé de feijão.

2.4 Colheita, processamento e comercialização

A colheita do feijão envolve várias tarefas. A primeira e mais comum é analisar as variedades que foram plantadas (em nosso caso, trata-se do município de Arroio do Tigre), que são as variedades IAC-UNA com cerca de 50% da área, Chamego 20%, Valente 15%, Guapo Brilhante 8%, FT-Nobre 5% e outros 2%. A maioria dessas variedades é colhida, nos meses de novembro e dezembro, cultivando-se também na safrinha.

Primeiramente, o agricultor verifica se o feijão está no ponto de colher, pela cor das vagens e pela cor amarelada das folhas; logo após, o agricultor executa as etapas referentes a arrancar, empilhar e trilhar. Em geral, os agricultores trilham o feijão depois das nove horas da manhã até as dezenove da tarde. Segundo Silva & Fonseca (1996:523-541), “[a] colheita do feijão requer três operações básicas: arranquio; enleiramento ou formação de medas; e trilha”.

Atualmente, a colheita pode ser classificada de três diferentes maneiras: manual, semi-mecanizada e mecanizada:

- Manual – o próprio agricultor arranca o feijão e o coloca em cima de lonas; com um pau de arara ele próprio trilha o seu produto;

- Semi-mecanizada – o agricultor arranca o feijão, empilha em montes ou o deixa em faixas e, depois, usando um trator equipado com uma batedeira, trilha seu produto;

- Mecanizada – a colheita é feita com uma colheitadeira que é equipada com barra de corte flexível; e o terreno onde foi plantado o feijoeiro deve conter pequenas ondulações, permitindo um melhor aproveitamento das vagens próximas ao solo.

A umidade das sementes para a trilha deve situar-se entre 15% e 17% (Vieira & Sartorato, 1984:250). Podem-se mencionar a ocorrência de quebra do produto e de danos nos equipamentos de utilização da colheita, como no caso das modalidades semi-mecanizada e mecanizada, se estas não apresentarem porcentagem excessiva de umidade.

O processamento do feijão, depois da colheita e trilha, engloba a secagem, a limpeza, a classificação, o tratamento e a embalagem, que antecedem o armazenamento.

O agricultor deve ter cuidado na secagem das sementes, pois é uma etapa necessária para reduzir o teor de umidade, tornando-o adequado à obtenção de uma boa conservação para futuras sementes, e também cuidando muito a limpeza de seu produto para uma boa comercialização.

Os agricultores têm opções de venda do feijão no município, que além de contar com a Empresa Cereais Centro Serra Ltda., dispõe de outros estabelecimentos que também compram o feijão, fazendo, com isso, estabelecer um razoável preço pelo feijão na Região Centro Serra.

A comercialização do produto é feita no próprio município de Arroio do Tigre pela Empresa Cereais Centro Serra Ltda., que analisa no feijão seu teor de umidade, limpeza, cor entre outros fatores, antes da compra.

Entretanto a Empresa Cereais Centro Serra Ltda., muitas vezes é que compra o feijão de muitos agricultores na Região Centro Serra do Estado do Rio Grande do Sul como também industrializa e comercializa esta produção. Na empresa muitas vezes ocorre o processo de seleção do produto que é a limpeza, secagem, classificação, embalagem, armazenagem e comercialização para todo o Estado do Rio Grande do Sul, com sua própria marca e também de terceirizados.

2.5 Importância econômica

O cultivo do feijão no Brasil vem passando por profundas mudanças. Até pouco tempo atrás, as áreas plantadas eram somente de pequenas lavouras, voltadas para a subsistência e apostando no mercado para um bom preço.

Atualmente, os produtores de feijão podem ser classificados em dois grupos: os pequenos, que ainda usam baixa tecnologia e têm sua renda associada às condições climáticas, concentrados na produção das águas (primeira safra); e os que usam uma produção mais tecnificada, com alta produtividade, plantio irrigado por pivô-central, concentrados nas safras da seca e do inverno (segunda e terceira safra).

À medida que a segunda e a terceira safra foram ganhando espaço, tornou-se melhor a entressafra para que o produto valesse mais no mercado. Conseqüentemente, a tendência dos preços ao longo dos anos é estabilizar. Esse fato tem motivado a profissionalização da produção de feijão, exigindo o aumento da produtividade, pois apenas esse item pode garantir a rentabilidade num mercado altamente pulverizado e estável.

Mas, no Estado do Rio Grande do Sul, o cultivo do feijão na sua grande parte é realizado na primeira safra, que é conhecida como safra das águas, plantada entre agosto e outubro e colhida em dezembro e janeiro, devido também ao fator do clima. O feijão cultivado no Sul tem variedades diferentes das demais regiões do país, conhecidas grosso modo como feijão preto, consumido principalmente na Região Sul do Brasil.

É um dos principais fatores econômicos de muitos agricultores da Região Centro Serra do Estado do Rio Grande do Sul e principalmente dos agricultores do município de Arroio do Tigre, que durante a colheita, chegam a receber com uma variação entre sessenta e oitenta e cinco reais por saco de 60 Kg do produto.

2.6 Norma de Identidade, Qualidade, Apresentação e Embalagem do Feijão

A Norma de Identidade, Qualidade, Apresentação e Embalagem do Feijão, instituída pela Secretaria Nacional de Abastecimento por meio da Portaria n.º 161, de 24 julho de 1987, define as características de identidade, qualidade, apresentação e embalagem do feijão “in natura” que se destina à comercialização interna.

O Ministro da Agricultura Íris Resende no curso de suas atribuições, tendo em vista o disposto na lei n.º 82.110 de agosto de 1978, resolve:

- I - Aprovar a Norma anexa à presente Portaria, assinada pelo Presidente da Comissão Técnica de Normas e Padrões, a ser observada na padronização, classificação, embalagem e apresentação do feijão.
- II - Esta Portaria entrará em vigor a partir de 1º de setembro de 1987, ficando revogada a Portaria Ministerial nº 206, de 27 de agosto de 1981, e demais disposições em contrário.

Toda a referida Lei e Normas do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) encontra-se nos sites da Secretaria Nacional de Abastecimento.

A Empresa Cereais Centro Serra Ltda., como outras empresas devem cumprir as Normas estabelecidas pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), tais como a porcentagem de umidade, o peso da embalagem e a impureza do produto para não ocorrerem multas e até fechamento da empresa.

2.7 Contexto Histórico do Controle de Qualidade

O início do controle de qualidade foi nos anos 30, com a ampliação industrial em diversos países, e devido ao fato de que, na época da Segunda Guerra Mundial, a produção nas indústrias era inadequada para atender às exigências da guerra.

Em 1935, a Inglaterra foi o berço da estatística moderna, cuja aplicação foi evidente nas adoções dos Padrões Normativos Britânicos, baseados nos trabalhos estatísticos de E. S. Pearson, formulando com isso novos contextos na indústria.

Dizem os especialistas que a Segunda Guerra Mundial foi vencida pelo controle de qualidade e pela utilização da estatística moderna.

Segundo Ishikawa (1993 :15), “o Japão estava devastado pela derrota na Segunda Guerra Mundial, e os Estados Unidos ensinaram à indústria japonesa diretamente métodos americanos, sem quaisquer modificações”.

Nos anos 50, começou a realização de seminário sobre controle de qualidade no Japão, tendo como conferencistas Dr. W. Edwards Deming e Dr. J. M. Juran, que contribuíram para que Ishikawa começasse seus próprios trabalhos na área de controle de qualidade: é lógico, valendo-se da cultura e da experiência japonesa como contraponto para a experiência ocidental, que tinha adquirido.

Ishikawa começou um novo controle de qualidade com características japonesas, então a partir dos anos 60: “nada pode comparar-se ao controle de qualidade na capacidade de ficar firmemente arraigado, de ser totalmente posto em prática e de ter sucesso no Japão, sendo então exportado novamente para o Ocidente” (Ishikawa,1993). Segundo o autor (Ishikawa :1993:41),

“O Encontro Nacional de Padronização foi iniciado em 1958. Ele acontece todos os anos por volta de 14 de outubro, que é o dia Internacional da Padronização, contribuindo para a divulgação e para promoção da padronização e do controle de qualidade industrial do Japão. Novembro é o mês da Qualidade. Nós combinamos a padronização industrial e o controle de qualidade e promovemos os dois ao mesmo tempo. As atividades de controle de qualidade no exterior são padronizadas pelo governo ou são do tipo

comercialmente orientado. Como estas atividades se desenvolverão eu não sei. Elas podem durar? Estas são perguntas a serem ponderadas”.

É lógico que isso deve ter criado alguns problemas no começo destas transformações na indústria japonesa, mas os resultados foram muitos promissores, pois, atualmente o Japão e suas indústrias são referenciais para o mundo.

2.8 Controle Estatístico de Qualidade

Uma das ferramentas usadas no controle e melhoria da qualidade é o Controle Estatístico de Processo (CEP), que realiza o monitoramento através da avaliação estatística das informações geradas pelos mesmos. Neste trabalho, estuda-se o processo de industrialização do feijão, principalmente a parte relativa à embalagem do produto referente ao peso.

Para o controle da qualidade de um produto, Montgomery (1991) assegura que é necessário a identificação e medição das variações ocorridas durante o processo de produção, que podem ser obtidas através dos gráficos de controle.

As empresas cada vez mais estão preocupadas em evitar perdas em suas produções. Por isso, em 1924, Walter Shewhart, desenvolveu uma carta estatística para controle da variabilidade dos produtos, com a intenção de eliminar as variações anormais do processo ou suas perdas na produção.

O gráfico de controle de Shewhart consiste em uma linha central, um par de limites de controle e os valores característicos marcados no gráfico representando o processo. Se os valores marcados estiverem dentro dos limites de controle, sem qualquer tendência particular, o processo é considerado sob controle. Neste estudo, empregamos os gráficos de controle de qualidade, os quais serão aplicados à média e amplitude. Desta forma, segundo Feigenbaum (1994:70), “seu pioneiro mais proeminente foi o Dr. Walter A. Shewhart, cujo conceito de gráfico de controle continua a ser o mais empregado mundialmente”.

Conforme Baptista (1996), os gráficos $\bar{X} - R$ são usados para controlar e analisar um processo com valores contínuos da qualidade, dados obtidos por medições. Estes constituem-se de um gráfico \bar{X} , onde os pontos característicos são as médias dos subgrupos, e de um gráfico R, onde são marcadas as amplitudes de cada subgrupo.

Os gráficos de controle da média (\bar{X}) e da amplitude (R) podem ser observados nas Figuras 2.5 e 2.6, respectivamente.

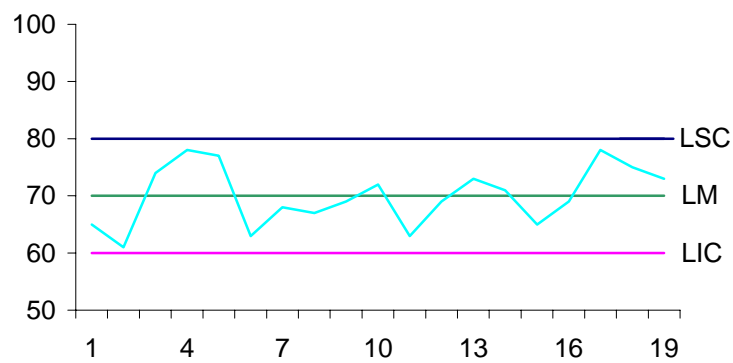


Figura 2.5 – Exemplo hipotético de gráfico \bar{X} : Médias.

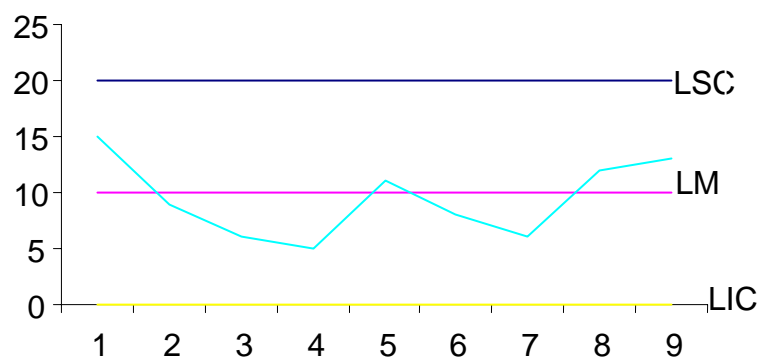


Figura 2.6 – Exemplo hipotético de gráfico R: Amplitudes.

Onde:

LSC= Limite superior de controle;

LM= Limite médio de controle;

LIC= Limite inferior de controle.

Para a confecção dos gráficos $\bar{X} - R$, devem-se coletar até cem dados e dividi-los em vinte ou vinte e cinco subgrupos, contendo de dois a cinco dados cada um, conforme o número total de dados e a forma de coleta.

Quando não houver nenhum critério técnico para a formação de subgrupos, devem-se dividir e registrar os dados na ordem em que foram coletados.

Para estudar o processo de embalagem do feijão, utilizaremos o valor central e os limites de controle, que são obtidos usando as seguintes fórmulas:

Sabendo que:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{X}_i}{n}, \quad (01)$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}, \quad (02)$$

onde:

$\bar{\bar{X}}$ = média das médias dos subgrupos relativos ao peso dos pacotes de feijão empacotado;

\bar{X}_i = média do i-ésimo subgrupo, dos pacotes de feijão;

n = número de subgrupos, do peso do feijão embalado;

\bar{R} = média das amplitudes dos subgrupos, do peso do feijão empacotado;

R = amplitude do i -ésimo subgrupo, dos pacotes de feijão.

Contando com \bar{X} e \bar{R} , calculam-se os limites de controle, considerando-se a extensão de seis desvios-padrões das médias (três para cada lado), que segundo a distribuição normal compreende 99,73% dos valores de médias amostrais. A fórmula resulta:

$$LC = \bar{X} \pm 3\sigma_{\bar{X}}, \quad (03)$$

onde LC é o limite médio de controle.

A variabilidade das médias é estimada a partir da variabilidade dos valores individuais, usando $\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$.

Substituindo essa expressão na equação (03), resulta:

$$LC = \bar{X} \pm \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (04)$$

indicando que a variabilidade dos valores individuais é estimada a partir das médias e das amplitudes dos subgrupos, pois, usando $\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$ e d_2 , é uma constante que depende do tamanho da amostra, cujos valores se encontram na Tabela (ANEXO D).

Substituindo-se essa expressão na equação (04), resulta:

$$LC = \bar{X} \pm \frac{3\bar{R}}{d_2 \cdot \sqrt{n}}. \quad (05)$$

Substituindo-se $\frac{3.\bar{R}}{d_2.\sqrt{n}}$ por A_2 , onde A_2 é uma constante que depende do tamanho da amostra, cujos valores são encontrados na tabela (ANEXO D). Entretanto, na equação (06), têm-se os limites de controle para as médias:

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + \frac{3.\bar{R}}{d_2.\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R},$$

$$LM_{\bar{X}} = \hat{\mu}_0 = \bar{\bar{X}},$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - \frac{3.\bar{R}}{d_2.\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}, \quad (06)$$

Os limites de controle para as amplitudes são calculados como segue:

$$LC = \bar{R} \pm 3\sigma_R, \quad (07)$$

onde:

σ_R = desvio-padrão das amplitudes dos subgrupos.

$$\sigma_R = d_3.\sigma, \text{ como } \sigma \text{ é desconhecido, devemos estimar } \hat{\sigma}_R \text{ por } \hat{\sigma}_R = d_3 \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (08)$$

Substituindo-se a equação (08) na equação (07), obtêm-se os limites de controle superior e inferior da amplitude:

$$LSC = \bar{R} + 3d_3 \frac{\bar{R}}{d_2}, \quad (09)$$

$$LIC = \bar{R} - 3d_3 \frac{\bar{R}}{d_2}. \quad (10)$$

Nas equações (09) e (10), substituindo $1 + 3 \frac{d_3}{d_2}$ por D_4 e $1 - 3 \frac{d_3}{d_2}$ por D_3 , onde D_4 e D_3 são constante que dependem do tamanho da amostra, cujos valores são encontrados na tabela (ANEXO D), obtêm-se os limites de controle para as amplitudes:

$$LSC_R = \bar{R} + 3.d_3 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2} = \bar{R}D_4,$$

$$LM_R = \bar{R},$$

$$LIC_R = \bar{R} - 3.d_3 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2} = \bar{R}D_3. \quad (11)$$

2.9 Controle do Processo

Segundo Lourenço Filho (1971:35), “O controle de fabricação é exercido pelo produtor durante o processo produtivo. O objetivo é manter a qualidade do produto satisfatoriamente uniforme, prevenindo a produção de itens fora de especificação de fabricação”. Constatamos na presente pesquisa a necessidade de manter a qualidade do produto e suas especificações de fabricação conforme a exigência da fábrica.

O processo está sob controle quando ocorrer um padrão normal de variação, sendo caracterizado pelos seguintes aspectos:

* Cerca de dois terços dos pontos situam-se próximos à linha central do gráfico de controle;

* Poucos pontos ficam juntos aos limites de controle;

* Os pontos estão distribuídos abaixo e acima do valor central, balanceados;

* Não há nenhum ponto que se situe fora dos limites de controle.

Um processo está sob controle quando é dito estável e traz vantagem para a empresa e para o consumidor.

Segundo Siqueira (1997), “os produtos individualmente produzidos serão mais uniformes ou, dito de outra maneira, terão mês com menos variações, conseqüentemente, os custos de inspeção serão menores”.

Portanto os consumidores com senso de pesquisadores que queiram testar produtos para verificar sua qualidade conforme suas exigências pessoais podem apenas retirar algumas amostras para fazerem sua verificação, tomando como base, por exemplo, o peso dos pacotes de feijão. Testando durante alguns dias, pode-se já obter uma boa base sobre qual é o melhor produto, ou seja, verificar se está dentro do peso especificado neste caso.

2.9.1 Limites de controle de especificação.

Os limites de controle de especificação são as tolerâncias permitidas em cada produto e são definidas para cada valor individual. As especificações são definidas independentemente de outras características do processo: elas dependem da função e das necessidades do produto.

As especificações são estabelecidas pela engenharia do produto, independentes da variabilidade do processo. Existem três situações que podem ocorrer quando se comparam as especificações do produto com a variabilidade do processo:

1) Quando a variabilidade do processo é menor do que a diferença entre as especificações ($6\sigma < LSE - LIE$), é a mais desejada e mais vantajosa do ponto de vista econômico. Uma vez que o processo sai de controle, não ocorre produto defeituoso.

2) Quando a variabilidade do processo é igual à diferença entre as especificações ($6\sigma = LSE - LIE$), ocorre um deslocamento na média do processo ou um aumento na sua dispersão, pois valores individuais ficarão fora das especificações, acarretando refugo

de itens produzidos. Mas se o processo é mantido sob controle, não haverá produção de itens defeituosos.

3) Quando a variabilidade do processo for maior do que a diferença entre as especificações ($6\sigma > LSE - LIE$), ocorre uma situação indesejada. Deve-se, então, atuar no processo de forma a reduzir a sua dispersão, através de mudança no material, no treinamento do operador ou no aperfeiçoamento da máquina.

Onde:

LSE = Limite superior de especificação;

LIE = Limite inferior de especificação;

Capacidade do processo = 6σ .

2.9.2 Capacidade do processo

Segundo Kume (1993:67), a capacidade do processo é sua própria variabilidade, depois de estar sob controle.

A fórmula mais conhecida para a capacidade do processo é:

Capacidade do processo = 6σ

As definições de C_p (Capacidade do processo) como seguem:

Especificações bilaterais (LSE e LIE):

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6s}, \quad (12)$$

Especificações unilaterais (LSE e LIE):

$$C_{pu} = \frac{LSE - \bar{x}}{3s} \quad \text{ou} \quad C_{pl} = \frac{\bar{x} - LIE}{3s}, \quad (13)$$

Onde:

LSE = Limite superior de especificação;

LIE = Limite inferior de especificação.

A análise de capacidade do processo é muito útil na tomada de decisão. A avaliação da capacidade do processo é feita como vem a seguir, segundo Siqueira (1997:55).

- Processo vermelho: ($C_p < 1$), a capacidade do processo é inadequada à tolerância exigida. Não sendo possível mudar o processo, deve-se tentar diminuir a sua variabilidade;

- Processo amarelo: ($1 \leq C_p \leq 1,33$), está em torno da diferença entre as especificações, semelhante ao processo vermelho. Neste caso, cartas de controle são úteis para manter o processo sob controle e evitar a produção de itens fora das especificações;

- Processo verde: ($C_p > 1,33$), é a tolerância tolerada e adequada exigida. Se a capacidade do processo é menor do que metade da tolerância, não é preciso tomar maiores cuidados com o processo, a menos que queiria melhorar ainda mais a qualidade do produto.

Para levar em conta a possibilidade de que o processo não está centrado na média, Kume (1993:67) propôs a utilização do Índice de Performance, C_{pk} , cuja fórmula é:

$$C_{pk} = \min\left(\frac{\bar{X} - LIE}{3\sigma}, \frac{LSE - \bar{X}}{3\sigma}\right) \quad (14)$$

O C_{pk} é a capacidade real do processo e auxilia na decisão sobre onde concentrar os esforços de engenharia, sendo que o processo com o menor C_{pk} deve priorizar as ações de melhoria.

Podem-se fazer algumas observações a respeito dos índices C_p e C_{pk} , segundo Caten & Ribeiro (2000:43).

1ª) O índice C_{pk} é menor do que o índice C_p quando o processo está descentrado e é igual ao C_p quando o processo está centrado;

2ª) O índice C_{pk} , que mede a capacidade real do processo, é sempre menor ou igual ao índice C_p que mede a máxima capacidade do processo quando ele está centrado;

3ª) O índice $C_{pk} > 1$ é condição necessária para que a fração de defeituosos seja pequena (<0,27%). Muitas empresas utilizam como padrão de qualidade a meta $C_{pk} > 1,33$ que está associado a uma fração de defeituosos de 0,00633%.

Em algumas empresas, utiliza-se o inverso da relação do C_p . Segundo Brassard (2004:68):

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

Porque as empresa já estabelecem metas específicas para a capacidade do processo, esperando atingir um melhor C_{pk} , neste estudo utilizou-se o inverso da fórmula de Brassard.

Em virtude do que foi mencionado, na revisão de literatura aplicamos os métodos estatísticos em nosso estudo, por ser este constituído da análise de gráficos de controle de qualidade da média e da amplitude referentes ao peso do feijão empacotado de uma máquina da Empresa Cereais Centro Serra Ltda.. Os referidos dados foram analisados e realizados no Programa de Estatística 5. A empresa possuía somente limite inferior de especificação de 1,005Kg e não tinha limites superiores de especificação, mas foram calculados e analisados através do Programa Excel, alguns limites superiores

de especificação. Com os índices de capacidade, ou seja, capacidade do processo de um dado processo fabricar os produtos dentro de faixas de especificações de industrialização do processo de empacotamento do feijão, a empresa pode tomar decisões que resultam sua lucratividade.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada na Empresa Cereais Centro Serra Ltda., no município de Arroio do Tigre, no Estado do Rio Grande do Sul.

Primeiramente, foi realizada uma revisão da literatura sobre o assunto, assim como a coleta dos dados necessários para a elaboração deste estudo.

Foram analisados todos os setores referentes à industrialização do feijão, desde a parte da entrada do produto na empresa, na qual é feita análise do tipo e da variedade do feijão, até o processo final, a embalagem do produto.

Setor 1 – O feijão plantado na região é suficiente para a empresa industrializar?

A produtividade da região não é suficiente para a empresa. Com isso, ela precisa comprar produto de fora, até de outros países. Com as mudanças no mercado capital dos outros países que fazem parte do Mercosul, fica muito inviável, em muitos casos, a compra do produto. Portanto, assim a empresa não expande mais seus investimentos a outros estados.

Nas últimas safras, a produtividade do município despencou devido ao preço do produto e também ao fator climático, que não favoreceu as plantações, mas para aumentar a plantação do feijão na região e principalmente no município, a Emater (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) vem pesquisando novas variedades, que melhor se adaptem à região, com uma produtividade maior.

No ano de 2006, as variedades plantadas são IAC-UNA, com cerca de 50% da área; Chamego, 20%; Valente, 15%; Guapo Brilhante, 8%; FT-Nobre, 5%; e, entre outros, 2%; distribuídas pelas propriedades rurais do município. Mas essa quantidade ainda não é suficiente para a empresa, que compra o produto de fora do Estado como na Argentina.

Setor 2 – A entrada do produto na empresa.

Nessa etapa é feita uma coleta para amostragem das sementes, como podemos ver na Figura 3.1.



Figura 3.1 – Coleta da amostragem do feijão para sua classificação, quando o produtor entrega na empresa.

O funcionário está retirando uma amostra de cada saca de feijão de 60 Kg que entra na empresa com o Calador, para depois fazer a classificação deste produto.

Neste setor, é feita uma amostragem das sementes, na qual são analisadas a umidade e a impureza do produto, como podemos ver na Figura 3.2.



Figura 3.2 – Análise do processo de umidade e de impureza do produto.

O aparelho da Figura 3.2 se chama Medidor de Umidade Universal. Uma operação rápida e simples proporciona leituras exatas com os procedimentos do manual. Os funcionários da empresa embora não tendo nenhum treinamento para utilizá-lo, como o nome já diz, é simples de operá-lo, ou seja, lendo somente o manual você é capaz de fazer a leitura da temperatura e umidade.

Caso o produto não esteja dentro dos padrões de umidade, limpeza e normas, entre 12% e 16%, as sementes passam pelo processo de secagem, para obter o teor recomendado, fixado em 13%, como podemos ver na Figura 3.3, onde se apresenta o processo de secagem artificial.



Figura 3.3 – Processo de secagem do feijão, caso a umidade esteja acima do padrão estabelecido.

Logo após a seleção do tipo e da categoria, o produto dá entrada na máquina. Como podemos observar na Figura 3.4, este é selecionando conforme sua categoria dos tipos 1, 2 ou quebrado, separado pela máquina e embalado, para outros tipos de consumo, por exemplo, de farelo para animais.



Figura 3.4 – Processo de distribuição do feijão na máquina.

Os empregados que trabalham na empresa possuem treinamento em todo o serviço da empresa, pois também são responsáveis por outros tipos de empacotamento de cereais.



Figura 3.5 – Processo de empacotamento do produto.

O processo de empacotamento do feijão, que podemos ver na Figura 3.5, é o setor em que está ocorrendo o problema na pesagem do feijão: no fardo de trinta pacotes, fecha a média; mas considerando-se por unidades, estas não estão dentro dos padrões estabelecidos pela empresa.

A máquina que está com problema na pesagem por pacote de feijão é uma AAA, a qual está operando atualmente com uma capacidade de 25 fardos por 15 minutos em média. Características técnicas da máquina:

- Tensão da rede: 220 ou 280V(outras sob pedido).
- +10%-15% trifásico com neutro e terra.
- Ligação elétrica: A instalação da máquina em uma linha elétrica trifásica, para 380V, um neutro para circuito de comando. No painel central, instalar um disjuntor trifásico, para maior segurança. O final da linha deverá ter uma tomada 3p+1 com seu devido pino (as máquinas são enviadas sem pinagem de conexão elétrica, obedecendo assim as normas do cliente). O cabo de alimentação deverá ter espessura mínima de 2mm, obedecendo corrente de consumo da máquina . É exigido um ponto de terra real, com resistência máxima de 5Ω , com cabo de 4mm flexível, na cor verde e amarela. Este deve ser ligado na parte traseira do painel elétrico, no parafuso de terra.
- Consumo regime permanente: 14 A máximo. Pico.
- Temperatura operação: máximo de 55°C e mínimo de 10°C.
- Umidade permissível: 0 a 95% (sem condensação).
- Imunidade a ruídos externos: conforme normas nema standard ics 2-230.
- Frequência de trabalho: 60hz e 50 hz (sob pedido).
- Comprimento do pacote: conforme ajuste mecânico.
- Largura da bobina plástica: as medidas de dimensionamento da bobina mudam conforme a densidade do produto embalado, no caso do feijão 1kg, largura 350mm e comprimento de 260mm.
- Produção: depende do material da embalagem a ser confeccionado, do tipo de produto, do dosador e do peso máximo. A mecânica foi projetada para uma produção de até 60ppm (pacotes por minutos).
- Local de instalação: é importante que o terreno seja bem nivelado, de preferência ao nível da água profissional.
- Abastecimento: atualmente, com as novas Leis do INMETRO, conforme sites da Secretaria Nacional de Abastecimento, é cada vez mais importante o acompanhamento do operador no controle do peso, devendo este apanhar uma amostragem aleatória e revisá-la periodicamente. Como observamos não tinha este acompanhamento do operador no equipamento.

A descrição do equipamento bem como as suas características mecânicas com mais detalhes, encontram-se em manual específico junto à Empresa Cereais Centro Serra Ltda..

Em virtude disso, foi feito um estudo desse processo a fim de verificar o que estava ocorrendo, retirando-se amostras nos meses de maio, junho e outubro. Nos meses de julho, agosto e setembro, que é o período da entressafra, ocorreu a manutenção dos equipamentos bem como treinamento dos funcionários.

Os fardos de feijão ficam armazenados na própria empresa pelo período máximo de três meses, pois são diretamente colocados no mercado para consumo. Na Figura 3.6, mostra-se a estocagem na empresa.



Figura 3.6 – Depósito dos fardos de feijão na fábrica.

Nos setores analisados, diagnosticamos que os processos de embalagem ou peso do produto final estavam com problemas e também fora das especificações da empresa, em que o limite inferior deve ser igual ou superior a 1,005kg de feijão por pacote. Os demais processos da empresa estão sob controle, tanto na umidade como o tipo ou categoria do feijão. No que se refere à embalagem ou ao peso final do produto, foram coletadas diariamente amostras em uma balança de precisão, que estão organizadas em tabelas estatísticas nos anexos e gráficos de controle de qualidade apresentados no Capítulo 4, como um treinamento com os funcionários da empresa e manutenção dos equipamentos nos meses da entressafra.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

Foram analisados os setores referentes a industrialização do feijão, a parte de entrada do produto na empresa, em que é examinado desde o tipo e a variedade do feijão até o processo final, que é a embalagem do produto. Na empresa, verificamos que, no processo de industrialização, somente em uma máquina estavam ocorrendo alterações na pesagem final; nos demais processos, aparentemente não apresentaram problemas. Para tanto, coletamos amostras do peso dos pacotes de feijão referentes aos meses de maio, junho e outubro de 2006 e pesamos em uma balança de precisão. O limite de inferior de especificação é de 1,005 Kg por pacote de feijão, juntamente com a embalagem.

A Tabela 9 (ANEXO A) apresenta os valores de dezessete amostras selecionadas de tamanho cinco, a média aritmética e a amplitude de cada amostra para o peso do feijão na empresa, bem como a média das médias e a média das amplitudes, no mês de maio, antes do ajuste da máquina.

No período de 29 a 30 de maio, ocorreu manutenção na máquina, por isso não foram coletadas amostras.

A Tabela 10 (ANEXO B) apresenta os valores de trinta e uma amostras selecionadas de tamanho cinco, após a manutenção da máquina, onde temos a média aritmética e a amplitude de cada amostra para o peso do feijão na empresa, bem como a média das médias e a média das amplitudes, no mês de junho.

Nos meses de julho, agosto e setembro, não foram retiradas amostras na empresa, pois este era o período de entressafra e realizou-se a manutenção do equipamento, como o treinamento de novos funcionários, sobre controle estatístico de qualidade e do processo de industrialização do feijão. Após foram retiradas amostras no mês de outubro.

A Tabela 11 (ANEXO C) apresenta noventa e quatro amostras selecionadas com tamanho cinco após a manutenção da máquina. Assim, temos a média aritmética e a amplitude de cada amostra para o peso do feijão na empresa, bem como a média das médias e a média das amplitudes.

4.1 O cálculo para o mês de maio

Cálculo da média das médias do peso do feijão no mês de maio:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i}{n} = \frac{17,102}{17} = 1,0060kg$$

Amplitude média do peso do feijão na embalagem no mês de maio:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{0,1122}{17} = 0,0066kg$$

Cálculo da estimativa do desvio-padrão a partir da média da amplitude das amostras:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,0066}{2,326} = 0,002837Kg$$

Apresentam-se os cálculos da estimação dos parâmetros de controle para a média e a amplitude no mês de maio, antes do ajuste da máquina.

Média das médias: 1,0060 Kg

Amplitude média: 0,0066 Kg

Amplitude de intervalo arbitrada $n = 5$.

Como $n = 5$ então $A_2 = 0,577$, $D_3 = 0$ e $D_4 = 2,115$ conforme o ANEXO D.

Substituindo os valores nas equações, obtemos os limites de controle para a média do mês de maio, os quais que resultam em:

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 1,0060 + 0,577 \cdot 0,00660 = 1,0098082kg$$

$$LM_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} = 1,0060kg$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 1,0060 - 0,577 \cdot 0,0066 = 1,0021918kg$$

Substituindo os valores nas equações, obtemos então os limites da amplitude do mês de maio:

$$LSC_R = \bar{R} D_4 = 0,0066 \cdot 2,115 = 0,013959kg$$

$$LM_R = \bar{R} = 0,0066kg$$

$$LIC_R = \bar{R} D_3 = 0,0066 \cdot 0 = 0kg$$

É necessário lembrar que os gráficos da amplitude só aceitam valores positivos. Se por acaso em nosso intervalo ocorressem valores negativos, o programa consideraria este valor como zero, isto é, o limite inferior é zero.

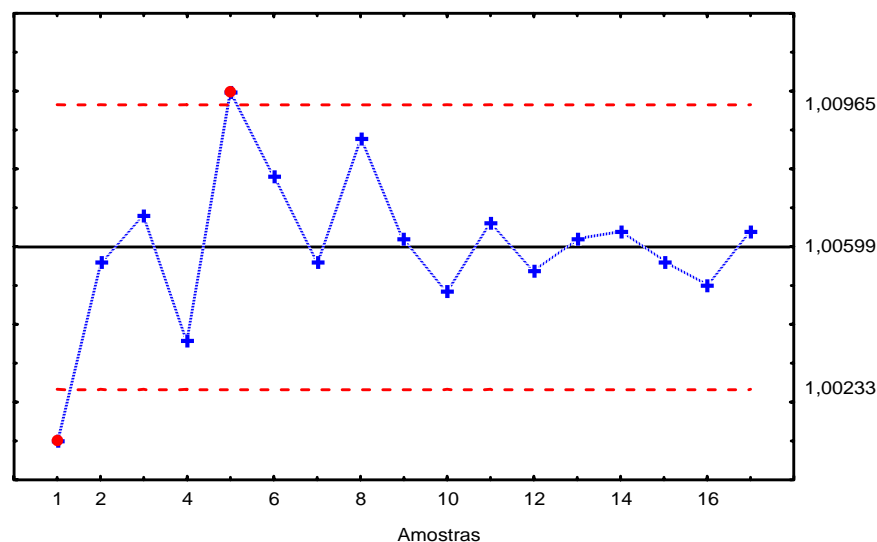


Figura 4. 1 – Gráfico de controle para média do processo antes do ajuste da máquina.

Pode-se observar, através da Figura 4.1, que o processo não está sob controle estatístico.

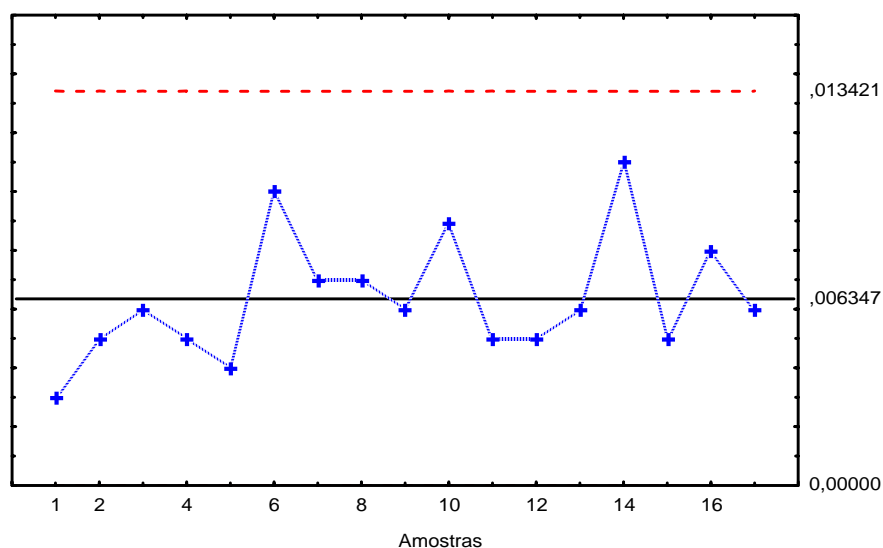


Figura 4.2 – Gráfico da amplitude do processo antes do ajuste da máquina.

A Figura 4.2 mostra que a variabilidade do processo se encontra sob controle estatístico de qualidade.

4.2 O cálculo do mês de junho após a primeira manutenção da máquina

Cálculo da média das médias do peso do feijão no mês de junho:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i}{n} = \frac{31,3255}{31} = 1,0105kg$$

Amplitude média do peso do feijão na embalagem no mês de junho:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{0,154566}{31} = 0,004986kg$$

Cálculo da estimativa do desvio-padrão a partir da média da amplitude das amostras:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,004986}{2,326} = 0,002144Kg$$

Apresentam-se os cálculos da estimação dos parâmetros de controle para a média e a amplitude, para o mês de junho, depois do ajuste da máquina:

Média das médias: 1,0105 Kg

Amplitude média: 0,004986 Kg

Amplitude de intervalo arbitrada $n = 5$.

Como $n = 5$ então $A_2 = 0,577$, $D_3 = 0$ e $D_4 = 2,115$, conforme o ANEXO D.

Substituindo-se os valores nas equações, obtemos os limites de controle para a média do mês de junho, resultando em:

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 1,0105 + 0,577 \cdot 0,004986 = 1,0103769kg$$

$$LM_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} = 1,0105kg$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 1,0105 - 0,577 \cdot 0,004986 = 1,007623kg$$

Substituindo-se os valores nas equações, obtemos então os limites da amplitude do mês de junho:

$$LSC_R = \bar{R} D_4 = 0,004986 \cdot 2,115 = 0,01054539kg$$

$$LM_R = \bar{R} = 0,004986kg$$

$$LIC_R = \bar{R} D_3 = 0,004986 \cdot 0 = 0kg$$

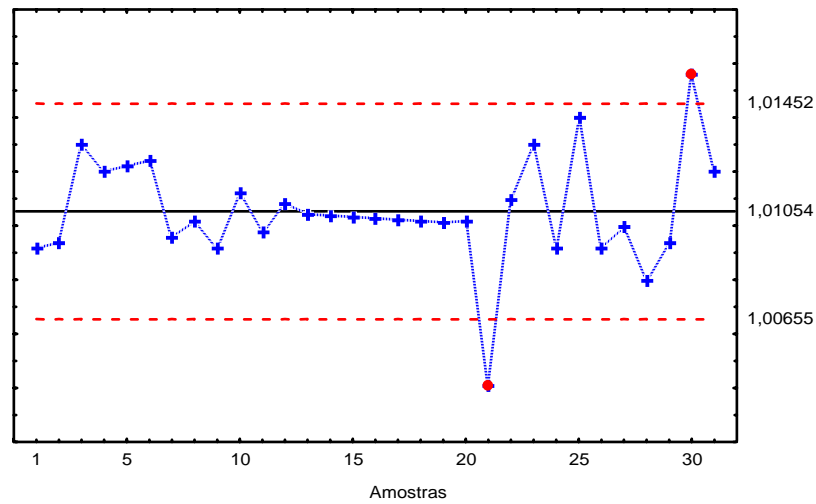


Figura 4.3 – Gráfico de controle para média do processo depois do ajuste da máquina no mês de junho.

Na Figura 4.3, a média das amostras 21 e 30 estão fora do controle estatístico. Isso ocorreu devido a um pequeno ajuste no equipamento da máquina.

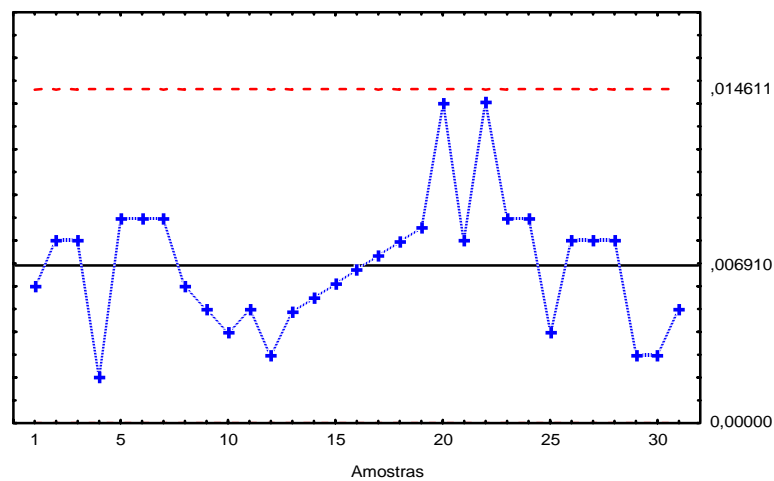


Figura 4.4 – Gráfico da amplitude do processo depois do ajuste da máquina no mês de junho.

A Figura 4.4 mostra que a variabilidade do processo se encontra sob controle estatístico de qualidade.

4.3 O cálculo do mês de outubro depois de novos ajustes na máquina

Cálculo da média das médias do peso do feijão no mês de outubro:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i}{n} = \frac{95,1002}{94} = 1,011704kg$$

Amplitude média do peso do feijão na embalagem no mês de outubro:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{0,784}{94} = 0,008340kg$$

Cálculo da estimativa do desvio-padrão a partir da média da amplitude das amostras:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,00834}{2,326} = 0,003585Kg$$

Apresentam-se os cálculos da estimação dos parâmetros de controle para a média e a amplitude, para o mês de outubro, depois do ajuste da máquina:

Média das médias: 1,011704 Kg

Amplitude média: 0,008340 Kg

Amplitude de intervalo arbitrada $n = 5$.

Como $n = 5$ então $A_2 = 0,577$, $D_3 = 0$ e $D_4 = 2,115$, conforme ANEXO D.

Substituindo-se os valores nas equações, obtemos os limites de controle para a média do mês de outubro, resultando em:

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 1,011704 + 0,577 \cdot 0,008340 = 1,01651kg$$

$$LM_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} = 1,011704kg$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 1,011704 - 0,577 \cdot 0,008340 = 1,0068kg$$

Substituindo-se os valores nas equações, obtemos então os limites da amplitude do mês de outubro:

$$LSC_R = \bar{R} D_4 = 0,008340 \cdot 2,115 = 0,01764kg$$

$$LM_R = \bar{R} = 0,008340kg$$

$$LIC_R = \bar{R} D_3 = 0,008340 \cdot 0 = 0kg$$

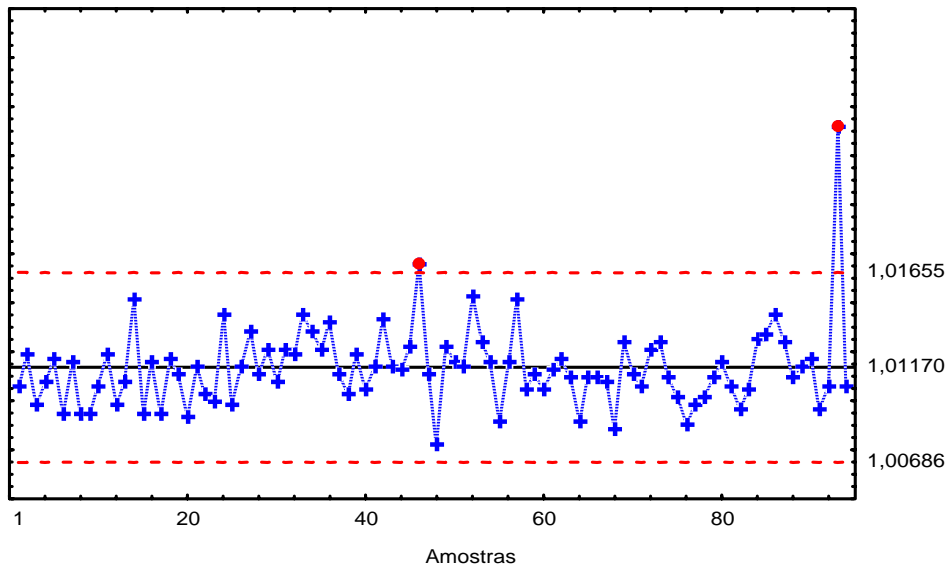


Figura 4.5 – Gráfico de controle para média do processo depois do ajuste da máquina no mês de outubro.

Na Figura 4.5, podemos observar que as médias das amostras 46 e 93 estão fora do controle estatístico.

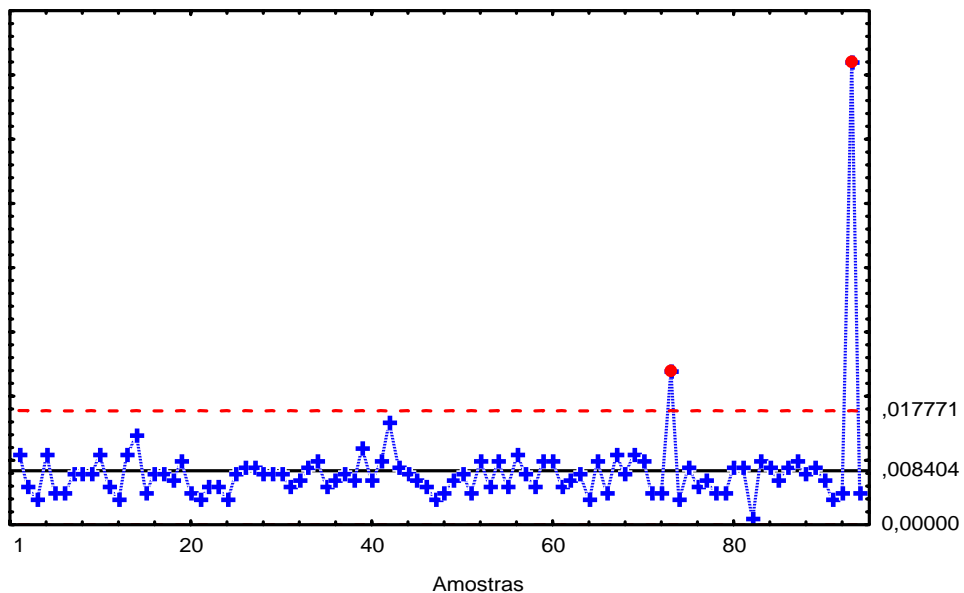


Figura 4.6 – Gráfico da amplitude do processo depois do ajuste da máquina no mês de outubro.

O gráfico de controle para a variabilidade, apresentado na Figura 4.6, mostra que o processo, nesse mês, encontra-se fora do controle, em termos de variabilidade. Além do caso atípico da amostra 93, o gráfico apresenta outro ponto fora do controle.

Já os gráficos de controle para amplitude de junho e outubro estão sob controle estatístico, mas a empresa deve tomar cuidado, pois pode haver prejuízos também com limites de especificações elevados.

Deve-se ressaltar que durante o período analisado, alguns fatores podem ter influenciado a análise, como por exemplo: balança desregulada, troca de funcionário ou época da não safra do produto na empresa.

No quadro a seguir, temos as comparações das médias e variabilidades dos processos da embalagem do feijão.

Quadro 4.1 – Comparação dos resultados.

Amostras	1ª coleta	2ª coleta	3ª coleta
Quantidade de Amostras	17	31	94
Média	1,0060kg	1,0105kg	1,0117kg
Amplitude	0,0066kg	0,004986kg	0,008340kg
Desvio-padrão	0,002837kg	0,002144kg	0,003585kg
Nº Fora do Controle Gráfico da Média	(1) e (5)	(21) e (30)	(46) e (93)
Nº Fora do Controle gráfico da R	0	0	(73) e (93)

Podemos observar que na segunda coleta ocorreu menos variação nas amostras, do que nos outros meses pesquisados.

4.4 Cálculos dos índices de capacidade C_p e C_{pk} no processo de industrialização do feijão

Para o cálculo do C_p e C_{pk} no processo de industrialização do feijão, usou-se como limite inferior de especificação as exigências da empresa, fixadas em 1,005kg por pacote; e como limite superior do processo foram utilizados alguns valores de sugestão devido ao fato de a empresa não ter limite superior para o processo. Para calcular o C_p e C_{pk} , foi eliminada cada média amostral fora dos limites de controle. Conseqüentemente, obtivemos novos valores de desvio-padrão e de média em nossas coletas. Salientamos que a empresa somente possuía limite inferior de especificação de 1.005Kg e não tinha limite superior de especificação, portanto adotamos vários limites superiores de especificação como pode-se observar nas tabelas abaixo.

Na primeira coleta, foram retiradas as amostras 1 e 5, que estavam fora dos limites de controle da média, conforme atestam os cálculos a seguir:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{0,095}{15} = 0,006333kg ,$$

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,006333}{2,326} = 0,002723Kg .$$

Tabela 2 – Cálculos da primeira coleta de dados na empresa.

Média	Desvio-padrão	LIE	LSE	C_p	C_{pl}	C_{pu}	C_{pk}
1,00606	0,002723	1,005	1,010	0,306035	0,129759	0,482311	0,129759
1,00606	0,002723	1,005	1,011	0,367242	0,129759	0,604725	0,129759
1,00606	0,002723	1,005	1,012	0,428449	0,129759	0,727139	0,129759
1,00606	0,002723	1,005	1,013	0,489656	0,129759	0,849553	0,129759
1,00606	0,002723	1,005	1,014	0,550863	0,129759	0,971967	0,129759
1,00606	0,002723	1,005	1,015	0,612070	0,129759	1,094381	0,129759

Tabela 3 – Percentual de amostras fora das especificações na primeira coleta de dados.

LIE % Abaixo	LSE % Acima	Total %
35,197	7,353	42,550
35,197	3,515	38,712
35,197	1,463	36,660
35,197	0,553	35,750
35,197	0,181	35,378
35,197	0,052	35,249

O processo não é capaz, considerando-se os limites de especificação da Tabela 2. O percentual de amostras abaixo dos limites de especificação é de 35,197%.

Na segunda coleta, foram retiradas as amostras 21 e 30, as quais estavam fora dos limites de controle da média.

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{0,1506}{29} = 0,005193kg ,$$

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,005193}{2,326} = 0,002233Kg .$$

Tabela 4 – Cálculos da segunda coleta de dados na empresa.

Média	Desvio-padrão	LIE	LSE	C_p	C_{pl}	C_{pu}	C_{pk}
1,010583	0,002233	1,005	1,010	0,373190	0,833408	-0,087028	0,087028
1,010583	0,002233	1,005	1,011	0,447828	0,833408	0,0622481	0,062648
1,010583	0,002233	1,005	1,012	0,522466	0,833408	0,2115241	0,211524
1,010583	0,002233	1,005	1,013	0,597104	0,833408	0,3608001	0,360800
1,010583	0,002233	1,005	1,014	0,671742	0,833408	0,5100761	0,510076
1,010583	0,002233	1,005	1,015	0,746380	0,833408	0,6593521	0,659352

Tabela 5 – Percentual de amostras fora das especificações na segunda coleta de dados.

LIE% Abaixo	LSE% Acima	Total %
0,621	39,743	40,364
0,621	42,465	43,086
0,621	26,435	27,056
0,621	14,010	14,631
0,621	6,301	6,922
0,621	2,385	3,006

O processo não é capaz, considerando-se os limites de especificação acima. O percentual de amostras abaixo dos limites de especificação é de 0,621%.

Na terceira coleta, foram retiradas as amostras 46 e 93, as quais estavam fora dos limites de controle da média.

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{0,706}{92} = 0,007674kg ,$$

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,007674}{2,326} = 0,003299 Kg .$$

Tabela 6 – Cálculos da terceira coleta de dados na empresa.

Média	Desvio-padrão	LIE	LSE	C_p	C_{pl}	C_{pu}	C_{pk}
1,011513	0,003299	1,005	1,010	0,252601799	0,658078	-0,15287	-0,15287
1,011513	0,003299	1,005	1,011	0,303122158	0,658078	-0,05183	-0,05183
1,011513	0,003299	1,005	1,012	0,353642518	0,658078	0,049207	0,049207
1,011513	0,003299	1,005	1,013	0,404162878	0,658078	0,150248	0,150248
1,011513	0,003299	1,005	1,014	0,454683237	0,658078	0,251288	0,251288
1,011513	0,003299	1,005	1,015	0,505203597	0,658078	0,352329	0,352329

Tabela 7 – Percentual de amostras fora das especificações na terceira coleta de dados.

LIE% Abaixo	LSE% Acima	Total %
2,442	32,280	34,722
2,442	43,640	46,082
2,442	44,040	46,482
2,442	32,640	35,082
2,442	22,360	24,802
2,442	14,680	17,122

O processo não é capaz, considerando-se os limites de especificação acima. O percentual de amostras abaixo dos limites de especificação é de 2,442%.

Tabela 8 – Cálculos da terceira coleta de dados na empresa, para obtenção dos limites de especificação.

Média	Desvio-padrão	LIE	LSE	C_p	C_{pl}	C_{pu}	C_{pk}
1,011513	0,003299	1,005	1,016	0,555723957	0,658078	0,45337	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,017	0,606244316	0,658078	0,55441	1,011513

Tabela 8 – Cálculos da terceira coleta de dados na empresa, para obtenção dos limites de especificação. Continuação....

Média	Desvio-padrão	LIE	LSE	C_p	C_{pl}	C_{pu}	C_{pk}
1,011513	0,003299	1,005	1,018	0,656764676	0,658078	0,655451	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,019	0,707285036	0,658078	0,756492	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,020	0,757805396	0,658078	0,857533	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,021	0,808325755	0,658078	0,958573	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,022	0,858846115	0,658078	1,059614	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,023	0,909366475	0,658078	1,160655	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,024	0,959886834	0,658078	1,261695	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,025	1,010407194	0,658078	1,362736	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,026	1,060927554	0,658078	1,463777	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,027	1,111447914	0,658078	1,564818	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,028	1,161968273	0,658078	1,665858	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,029	1,212488633	0,658078	1,766899	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,03	1,263008993	0,658078	1,86794	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,031	1,313529352	0,658078	1,96898	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,032	1,364049712	0,658078	2,070021	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,033	1,414570072	0,658078	2,171062	1,011513
1,011513	0,003299	1,005	1,034	1,465090431	0,658078	2,272103	1,011513

Na situação atual do processo, com limite inferior de especificação de 1,005 Kg e limite superior de especificação 1,025 kg o processo apresenta-se capaz. Isso se explica pelo fato de o percentual de amostras abaixo do limite inferior de especificação ser de 2,442% e acima do limite superior de especificação, de 0,002%, o que significa que ocorreu melhoria no processo de industrialização do feijão na empresa.

De trezentos e cinquenta fardos produzidos em média mensalmente com trinta quilogramas por fardo, trezentos e quarenta e um fardos encontram-se dentro do intervalo dos limites de especificação e nove fardos fora desse intervalo, os quais podem encontrar-se tanto abaixo do limite inferior de especificação como acima do limite superior de especificação.

4.5 Treinamento de funcionários e manutenção de equipamento

Nos meses de julho, agosto e setembro, não foram retiradas amostras na empresa, pois este era o período de entressafra e realizou-se a manutenção do equipamento, como também o treinamento dos funcionários, na Figura 4.7.

No programa de treinamento dos funcionários, foram aplicados vários métodos estatísticos de qualidade e explicados como funcionavam usando simplesmente a planilha do Excel, para os cálculos de gráficos de controle da média e amplitude, as sete ferramentas da qualidade como os seis sigmas, entre outros. Ocorreu o treinamento de novos funcionários para cargos na empresa, manutenção de todos os equipamentos da empresa como medidas de segurança dos equipamentos bem como dos funcionários.

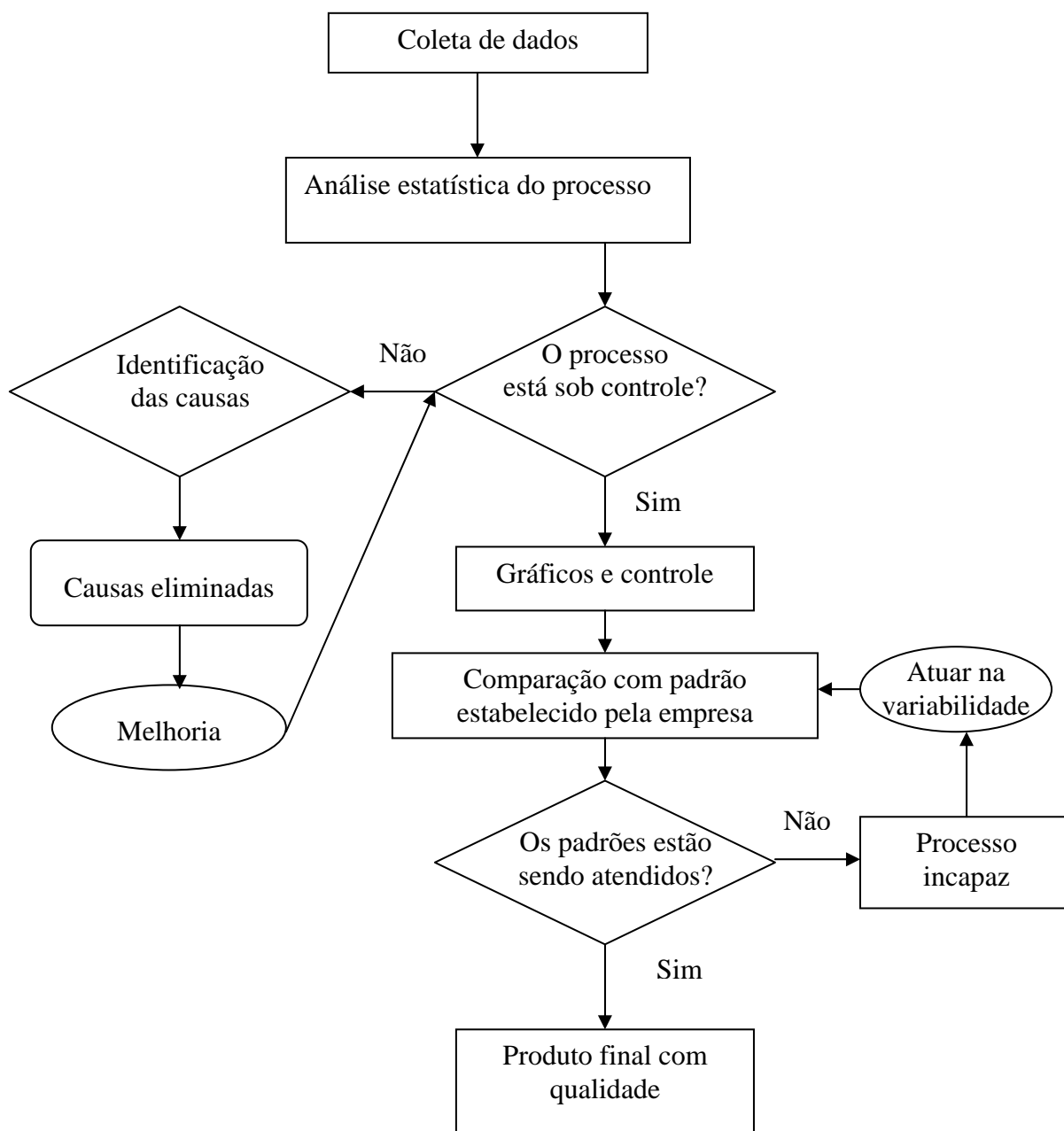
Quando da manutenção de um componente da máquina, este deve ser reconectado e testado, antes do retorno da máquina em funcionamento. Na manutenção e operação da máquina, retirar braceletes, jóias, relógios, e outros utensílios pessoais que possam ocasionar acidentes. Tampas, portas ou dispositivos de segurança devem ser colocados no lugar depois de uma manutenção. Tomar cuidado quando trabalhar perto de partes móveis da máquina. Os cabelos devem estar presos ou amarrados, evitar usar roupas largas para não se enroscarem com polias e correntes. Usar uniformes dentro dos padrões de segurança, como uniformes abotoados e camisas acima dos cotovelos e tampões de ouvidos, evitar o uso de assérios longos. O principal antes de religar a máquina é verificar se outras pessoas não estejam mexendo em locais perigosos na máquina.



Figura 4.7 - Os funcionários da Empresa Cereais Centro Serra Ltda.

A partir do programa do fluxograma aplicado à empresa, esta possui uma ferramenta para calcular sua linha de produção e, com isso, tomar suas próprias decisões.

Fluxograma do processo de industrialização do feijão



Fonte: Marzué Epp Pereira .

Figura 4. 8 – Fluxograma para auxiliar os funcionários da empresa no processo de controle de industrialização do feijão.

Este fluxograma, foi aplicado nos meses de julho, agosto e setembro na empresa com a equipe de gerenciamento juntamente com alguns funcionários responsáveis pelo setor do processo de industrialização do feijão e obteve-se ótimos resultados, como por exemplo: o processo estar sob controle e a confiabilidade entre os membros envolvidos no processo.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste trabalho, apresentou-se o processo de industrialização do feijão na Empresa Cereais Centro Serra Ltda., situada no município de Arroio do Tigre - RS, durante os meses de maio, junho e outubro de 2006. Estudou-se o comportamento do peso final do feijão embalado.

Constatou-se que o processo de embalagem ou peso do produto final está dentro das especificações da empresa com o limite inferior de especificação 1,005 Kg. Mas o produto está dentro das exigências do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), segundo as quais o limite inferior deve ser igual ou superior de 985 g de feijão mais a embalagem de 6 g que equivalem ao pacote de 991 g. Com isso, a empresa obteve certo prejuízo, nos meses que analisamos. Portanto, a vantagem foi do consumidor, que comprou o feijão a mais.

Os resultados mostraram que o processo esteve fora de controle, em todos os meses em que foram coletadas as amostras, em relação à média. Quanto à variabilidade, apenas a última análise atestou que o processo estava fora de controle.

Para que não ocorram prejuízos para a empresa, recomendamos à empresa que faça ajustes periodicamente em seus equipamentos e aos funcionários que cumpram o fluxograma proposto no mês de outubro.

É imperioso destacar, a dedicação dos funcionários em apreender, as explicações estatísticas sobre o funcionamento do processo de qualidade. Em conseqüência, disso, os funcionários/operários entenderam que tinham um propósito a ser alcançado, às exigências do consumidor, com efeito, de aumentar suas vendas no mercado, ou seja, eles finalmente perceberam que são a empresa como um todo.

Sugestões são feitas no sentido da empresa juntar seus funcionários em uma sala da empresa e ministrar-lhes palestras periódicas, do processo de funcionamento dos equipamentos de segurança como da industrialização do feijão, pois seus superiores precisam educar seus subordinados em uma base um-a-um através de trabalho real. Uma vez que o subordinado esteja educado desta forma, delegue autoridade a ele e deixe-o ter liberdade para fazer seu trabalho. Assim, o subordinado crescerá e a empresa, com isso, aumentará conseqüentemente seu controle de qualidade como a sua lucratividade. Obviamente que a qualidade é envolver todos da empresa, incluindo, subcontratantes e distribuidores, neste processo, e a empresa e seus funcionários tem todas as condições de fazê-lo, pois, teve-se a honra de conhecer pessoas capacitadas e competentes dentro da empresa no decorrer deste estudo.

Portanto, a garantia de qualidade é estabelecer políticas firmes que atinjam todos os setores da empresa onde os executivos de primeira linha precisam salientar a pesquisa, planejamento, projeto, fabricação, vendas e serviços. Além disso, a qualidade é envolver todos da empresa, incluindo os seus funcionários que trabalham na empresa, como seus subcontratantes e distribuidores.

Outras sugestões para futuros trabalhos na Empresa são:

- Controle de qualidade dos demais produtos industrializados na empresa;
- Melhoramento do gerenciamento de distribuição do produto;
- Gerenciamento administrativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASSARD, M. **Qualidade Ferramentas para uma Melhoria Contínua**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

BAPTISTA, N. **Introdução ao Estudo de Controle Estatístico de Processo-CEP**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

BALARDIN, R.S. **Comissão Estadual de Pesquisa de Feijão: Recomendações técnicas para cultivo no Rio Grande do Sul**. Erechim: São Cristóvão, 2002.

CATEN, T.C.; RIBEIRO, D.L.J. Série Monografia Qualidade. **Controle Estatístico do Processo**. Porto Alegre, RS, 2000.

CAIAFFO, M. R. **Cartografia do Zoneamento da Cultura do feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul**. 1999.

FARINA, E.M.M.M.Q.; ZYLBERGERSZTAJN, D. **Competitividade no agribusiness brasileiro: introdução e conceitos**. São Paulo : PENSA/FEA/USP, 1998.

FEIGENBAUM, A.V. **Métodos Estatísticos Aplicados à Qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1994.

ISHIKAWA, K. **Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro. Editora: Campus, 1993.

KUME, H. **Métodos Estatísticos para melhoria da qualidade**. São Paulo: Editora Gente, 1993.

LOURENÇO FILHO, R. **Controle Estatístico de Qualidade**. Rio de Janeiro, 1971.

MONTGOMERY, D.C. **Intoduction to Statistical Quality Control**. Arizona State University. 1991.

SILVA, J.G. & FONSECA, J.R. Colheita. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.;STONE, L.F; ZIMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p 523-541.

SIQUEIRA, L.G.P. **Controle Estatístico do Processo**. Série: Qualidade Brasil, São Paulo: Pioneira, 1997

VIEIRA, R.F. & SARTORATO, A. **Recomendações técnicas para a produção de sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.) de alta qualidade**. 2.ed. Goiânia: Embrapa-CNPAF: 1984.

VIEIRA, R.C.M.T. **Avaliação global do setor agrícola:grãos no Brasil**. Brasília: IPEA: 1994, (Estudos de Política Agrícola. Documento de trabalho).

Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, gestão 1999/2000. Disponível em: <<http://www.gov.br>>, Acesso em 11 de outubro de 2006.

Feijão (Definição). Disponível em: <<http://www.herbario.com.br/dataherb12/feijao.htm#log>>. Acesso em 16 agosto de 2006.

Secretaria Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/claspar/pdf/feijão161_87.pdf>. Acesso em 14 de setembro de 2006.

Secretaria Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/claspar/pdf/feijão12_96.pdf>. Acesso em 14 de setembro de 2006.

ANEXOS

ANEXO B – Tabela 10 – Pesos das amostras de feijão em quilogramas com embalagem na empresa, mês de junho.

Amostras	Valores					Média	Amplitude	
1	1,0060	1,0100	1,0120	1,0100	1,0080	1,0092	0,0060	
2	1,0050	1,0070	1,0100	1,0120	1,0130	1,0094	0,0080	
3	1,0140	1,0150	1,0160	1,0120	1,0080	1,0130	0,0080	
4	1,0120	1,0110	1,0130	1,0120	1,0120	1,0120	0,0020	
5	1,0080	1,0090	1,0120	1,0150	1,0170	1,0122	0,0090	
6	1,0170	1,0120	1,0130	1,0120	1,0080	1,0124	0,0090	
7	1,0100	1,0100	1,0150	1,0070	1,0060	1,0096	0,0090	
8	1,0100	1,0130	1,0070	1,0090	1,0120	1,0102	0,0060	
9	1,0090	1,0110	1,0090	1,0110	1,0060	1,0092	0,0050	
10	1,0110	1,0110	1,0120	1,0130	1,0090	1,0112	0,0040	
11	1,0120	1,0110	1,0100	1,0090	1,0070	1,0098	0,0050	
12	1,0120	1,0120	1,0110	1,0100	1,0090	1,0108	0,0030	
13	1,0126	1,0119	1,0100	1,0099	1,0077	1,0104	0,0049	
14	1,0129	1,0120	1,0098	1,0097	1,0074	1,0104	0,0055	
15	1,0132	1,0122	1,0095	1,0096	1,0071	1,0103	0,0024	
16	1,0136	1,0123	1,0093	1,0094	1,0068	1,0103	0,0068	
17	1,0139	1,0125	1,0090	1,0092	1,0065	1,0102	0,0074	
18	1,0142	1,0126	1,0088	1,0091	1,0062	1,0102	0,0080	
19	1,0145	1,0127	1,0085	1,0089	1,0060	1,0101	0,0026	
20	1,0060	1,0080	1,0200	1,0080	1,0090	1,0102	0,0140	
21	1,0080	1,0012	1,0090	1,0010	1,0012	1,0041	0,0010	
22	1,0019	1,0160	1,0120	1,0150	1,0100	1,0110	0,0141	
23	1,0180	1,0140	1,0130	1,0090	1,0110	1,0130	0,0090	
24	1,0120	1,0130	1,0040	1,0080	1,0090	1,0092	0,0090	
25	1,0150	1,0140	1,0130	1,0120	1,0160	1,0140	0,0040	
26	1,0130	1,0110	1,0080	1,0050	1,0090	1,0092	0,0080	
27	1,0050	1,0110	1,0120	1,0130	1,0090	1,0100	0,0080	
28	1,0090	1,0070	1,0030	1,0100	1,0110	1,0080	0,0080	
29	1,0080	1,0090	1,0090	1,0100	1,0110	1,0094	0,0030	
30	1,0150	1,0140	1,0160	1,0160	1,0170	1,0156	0,0030	
31	1,0150	1,0120	1,0100	1,0110	1,0120	1,0120	0,0050	
						Média	1,0105	0,004986

ANEXO C – Tabela 11 – Pesos das amostras de feijão em quilogramas com embalagem na empresa, mês de outubro.

Amostras	Valores					Média	Amplitude
1	1,0050	1,0080	1,0160	1,0150	1,0100	1,0108	0,0110
2	1,0160	1,0130	1,0120	1,0100	1,0110	1,0124	0,0060
3	1,0130	1,0090	1,0090	1,0090	1,0090	1,0098	0,0040
4	1,0110	1,0080	1,0190	1,0090	1,0080	1,011	0,0110
5	1,0090	1,0140	1,0100	1,0140	1,0140	1,0122	0,0050
6	1,0110	1,0100	1,0100	1,0060	1,0100	1,0094	0,0050
7	1,0150	1,0130	1,0130	1,0120	1,0070	1,012	0,0080
8	1,0050	1,0110	1,0060	1,0130	1,0120	1,0094	0,0080
9	1,0050	1,0090	1,0100	1,0130	1,0100	1,0094	0,0080
10	1,0050	1,0080	1,0160	1,0150	1,0100	1,0108	0,0110
11	1,0160	1,0130	1,0120	1,0100	1,0110	1,0124	0,0060
12	1,0130	1,0090	1,0090	1,0090	1,0090	1,0098	0,0040
13	1,0110	1,0080	1,0190	1,0090	1,0080	1,011	0,0110
14	1,0240	1,0140	1,0100	1,0140	1,0140	1,0152	0,0100
15	1,0110	1,0100	1,0100	1,0060	1,0100	1,0094	0,0050
16	1,0150	1,0130	1,0130	1,0120	1,0070	1,012	0,0080
17	1,0050	1,0110	1,0060	1,0130	1,0120	1,0094	0,0080
18	1,0170	1,0110	1,0100	1,0100	1,0130	1,0122	0,0070
19	1,0160	1,0120	1,0060	1,0150	1,0080	1,0114	0,0080
20	1,0100	1,0070	1,0080	1,0120	1,0090	1,0092	0,0050
21	1,0120	1,0100	1,0120	1,0140	1,0110	1,0118	0,0040
22	1,0070	1,0100	1,0110	1,0130	1,0110	1,0104	0,0060
23	1,0130	1,0120	1,0070	1,0090	1,0090	1,01	0,0060
24	1,0130	1,0130	1,0140	1,0170	1,0150	1,0144	0,0040
25	1,0110	1,0090	1,0130	1,0110	1,0050	1,0098	0,0080
26	1,0100	1,0120	1,0170	1,0080	1,0120	1,0118	0,0090
27	1,0170	1,0100	1,0190	1,0100	1,0120	1,0136	0,0090
28	1,0070	1,0140	1,0100	1,0110	1,0150	1,0114	0,0080
29	1,0160	1,0130	1,0080	1,0110	1,0150	1,0126	0,0080
30	1,0150	1,0070	1,0100	1,0090	1,0140	1,011	0,0080
31	1,0120	1,0160	1,0100	1,0110	1,0140	1,0126	0,0060
32	1,0100	1,0150	1,0120	1,0160	1,0090	1,0124	0,0070

ANEXO C – Tabela 11 – Pesos das amostras de feijão em quilogramas com embalagem na empresa, mês de outubro. Continuação...

Amostras	Valores					Média	Amplitude
33	1,0140	1,0200	1,0120	1,0150	1,0110	1,0144	0,0090
34	1,0150	1,0090	1,0190	1,0090	1,0160	1,0136	0,0100
35	1,0120	1,0090	1,0140	1,0150	1,0130	1,0126	0,0060
36	1,0130	1,0110	1,0130	1,0150	1,0180	1,014	0,0070
37	1,0130	1,0120	1,0100	1,0070	1,0150	1,0114	0,0080
38	1,0090	1,0140	1,0070	1,0120	1,0100	1,0104	0,0070
39	1,0130	1,0190	1,0100	1,0130	1,0070	1,0124	0,0120
40	1,0110	1,0110	1,0130	1,0120	1,0060	1,0106	0,0070
41	1,0140	1,0080	1,0180	1,0090	1,0100	1,0118	0,0100
42	1,0080	1,0240	1,0090	1,0180	1,0120	1,0142	0,0160
43	1,0160	1,0130	1,0140	1,0090	1,0070	1,0118	0,0090
44	1,0140	1,0120	1,0060	1,0140	1,0120	1,0116	0,0080
45	1,0160	1,0090	1,0130	1,0100	1,0160	1,0128	0,0070
46	1,0190	1,0140	1,0200	1,0180	1,0140	1,017	0,0060
47	1,0130	1,0110	1,0130	1,0110	1,0090	1,0114	0,0040
48	1,0060	1,0070	1,0110	1,0070	1,0080	1,0078	0,0050
49	1,0150	1,0090	1,0160	1,0120	1,0120	1,0128	0,0070
50	1,0090	1,0100	1,0170	1,0110	1,0130	1,012	0,0080
51	1,0100	1,0150	1,0130	1,0110	1,0100	1,0118	0,0050
52	1,0150	1,0100	1,0150	1,0200	1,0170	1,0154	0,0100
53	1,0090	1,0150	1,0130	1,0140	1,0140	1,013	0,0060
54	1,0160	1,0070	1,0120	1,0170	1,0080	1,012	0,0100
55	1,0080	1,0060	1,0090	1,0100	1,0120	1,009	0,0060
56	1,0080	1,0090	1,0190	1,0080	1,0160	1,012	0,0110
57	1,0180	1,0170	1,0100	1,0160	1,0150	1,0152	0,0080
58	1,0130	1,0100	1,0120	1,0110	1,0070	1,0106	0,0060
59	1,0170	1,0120	1,0100	1,0110	1,0070	1,0114	0,0100
60	1,0150	1,0050	1,0120	1,0120	1,0090	1,0106	0,0100
61	1,0090	1,0150	1,0140	1,0110	1,0090	1,0116	0,0060
62	1,0120	1,0090	1,0130	1,0160	1,0110	1,0122	0,0070
63	1,0080	1,0150	1,0110	1,0070	1,0150	1,0112	0,0080
64	1,0070	1,0080	1,0100	1,0090	1,0110	1,009	0,0040

ANEXO C – Tabela 11 – Pesos das amostras de feijão em quilogramas com embalagem na empresa, mês de outubro. Continuação...

Amostras	Valores					Média	Amplitude	
65	1,0120	1,0070	1,0120	1,0080	1,0170	1,0112	0,0100	
66	1,0080	1,0120	1,0130	1,0100	1,0130	1,0112	0,0050	
67	1,0060	1,0150	1,0090	1,0080	1,0170	1,011	0,0110	
68	1,0130	1,0050	1,0120	1,0050	1,0080	1,0086	0,0080	
69	1,0100	1,0090	1,0200	1,0170	1,0090	1,013	0,0110	
70	1,0120	1,0160	1,0080	1,0150	1,0060	1,0114	0,0100	
71	1,0110	1,0090	1,0100	1,0140	1,0100	1,0108	0,0050	
72	1,0100	1,0150	1,0120	1,0110	1,0150	1,0126	0,0050	
73	1,0040	1,0090	1,0150	1,0090	1,0280	1,013	0,0240	
74	1,0110	1,0100	1,0110	1,0140	1,0100	1,0112	0,0040	
75	1,0150	1,0080	1,0060	1,0090	1,0130	1,0102	0,0090	
76	1,0080	1,0100	1,0060	1,0080	1,0120	1,0088	0,0060	
77	1,0100	1,0120	1,0130	1,0080	1,0060	1,0098	0,0070	
78	1,0100	1,0080	1,0120	1,0130	1,0080	1,0102	0,0050	
79	1,0120	1,0110	1,0120	1,0130	1,0080	1,0112	0,0050	
80	1,0150	1,0150	1,0060	1,0100	1,0140	1,012	0,0090	
81	1,0130	1,0050	1,0120	1,0100	1,0140	1,0108	0,0090	
82	1,0090	1,0100	1,0090	1,0100	1,0100	1,0096	0,0010	
83	1,0070	1,0170	1,0100	1,0090	1,0100	1,0106	0,0100	
84	1,0140	1,0110	1,0100	1,0190	1,0120	1,0132	0,0090	
85	1,0120	1,0120	1,0120	1,0120	1,0190	1,0134	0,0070	
86	1,0120	1,0100	1,0140	1,0170	1,0190	1,0144	0,0090	
87	1,0090	1,0130	1,0080	1,0180	1,0170	1,013	0,0100	
88	1,0080	1,0110	1,0090	1,0120	1,0160	1,0112	0,0080	
89	1,0170	1,0120	1,0100	1,0120	1,0080	1,0118	0,0090	
90	1,0100	1,0120	1,0090	1,0160	1,0140	1,0122	0,0070	
91	1,0090	1,0080	1,0120	1,0080	1,0110	1,0096	0,0040	
92	1,0080	1,0130	1,0110	1,0120	1,0100	1,0108	0,0050	
93	1,0090	1,0080	1,0120	1,0800	1,0110	1,0240	0,0720	
94	1,0080	1,0130	1,0110	1,0120	1,0100	1,0108	0,0050	
						Média	1,011704	0,00834

ANEXO D - Fatores para o cálculo dos limites de controle (3σ) para os gráficos: \bar{X} , R e S.

n	Gráfico para a Média			Gráfico para o Desvio Padrão						Gráfico para a Amplitude						
	Fatores para os Limites de Controle			Fatores para a Linha Central		Fatores para os Limites de Controle				Fatores para a Linha Central		Fatores para os Limites de Controle				
	A	A ₂	A ₃	c ₄	1/c ₄	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
2	2,121	1,880	2,659	0,7979	1,2533	0	3,627	0	2,606	1,128	0,8865	0,953	0	3,686	0	3,267
3	1,732	1,023	1,954	0,8862	1,1284	0	2,568	0	2,276	1,693	0,5907	0,888	0	4,358	0	2,575
4	1,500	0,729	1,628	0,9213	1,0854	0	2,266	0	2,088	2,059	0,4857	0,880	0	4,698	0	2,282
5	1,342	0,577	1,427	0,9400	1,0638	0	2,089	0	1,964	2,326	0,4299	0,864	0	4,918	0	2,115
6	1,225	0,483	1,287	0,9515	1,0510	0,030	1,970	0,029	1,874	2,534	0,3946	0,848	0	5,078	0	2,004
7	1,134	0,419	1,182	0,9594	1,0423	0,118	1,882	0,113	1,806	2,704	0,3698	0,833	0,204	5,204	0,076	1,924
8	1,061	0,373	1,099	0,9650	1,0363	0,185	1,815	0,179	1,751	2,847	0,3512	0,820	0,388	5,306	0,136	1,864
9	1,000	0,337	1,032	0,9693	1,0317	0,239	1,761	0,232	1,707	2,970	0,3367	0,808	0,547	5,393	0,184	1,816
10	0,949	0,308	0,975	0,9727	1,0281	0,284	1,716	0,276	1,669	3,078	0,3249	0,797	0,687	5,469	0,223	1,777
11	0,905	0,285	0,927	0,9754	1,0252	0,321	1,679	0,313	1,637	3,173	0,3152	0,787	0,811	5,535	0,256	1,744
12	0,866	0,266	0,886	0,9776	1,0229	0,354	1,646	0,346	1,610	3,258	0,3069	0,778	0,922	5,594	0,283	1,717
13	0,832	0,249	0,850	0,9794	1,0210	0,382	1,618	0,374	1,585	3,336	0,2998	0,770	1,025	5,647	0,307	1,693
14	0,802	0,235	0,817	0,9810	1,0194	0,406	1,594	0,399	1,563	3,407	0,2935	0,763	1,118	5,696	0,328	1,672
15	0,775	0,223	0,789	0,9823	1,0180	0,428	1,572	0,421	1,544	3,472	0,2880	0,756	1,203	5,741	0,347	1,653
16	0,750	0,212	0,763	0,9835	1,0168	0,448	1,552	0,440	1,526	3,532	0,2831	0,750	1,282	5,782	0,363	1,637
17	0,728	0,203	0,739	0,9845	1,0157	0,466	1,534	0,458	1,511	3,588	0,2787	0,744	1,356	5,820	0,378	1,622
18	0,707	0,194	0,718	0,9854	1,0148	0,482	1,518	0,475	1,496	3,640	0,2747	0,739	1,424	5,856	0,391	1,608
19	0,688	0,187	0,698	0,9862	1,0140	0,497	1,503	0,490	1,483	3,689	0,2711	0,734	1,487	5,891	0,403	1,597
20	0,671	0,180	0,680	0,9869	1,0133	0,510	1,490	0,504	1,470	3,735	0,2677	0,729	1,549	5,921	0,415	1,585
21	0,655	0,173	0,663	0,9876	1,0126	0,523	1,477	0,516	1,459	3,778	0,2647	0,724	1,605	5,951	0,425	1,575
22	0,640	0,167	0,647	0,9882	1,0119	0,534	1,466	0,528	1,448	3,819	0,2618	0,720	1,659	5,979	0,434	1,566
23	0,626	0,162	0,633	0,9887	1,0114	0,545	1,455	0,539	1,438	3,858	0,2592	0,716	1,710	6,006	0,443	1,557
24	0,612	0,157	0,619	0,9892	1,0109	0,555	1,445	0,549	1,429	3,895	0,2567	0,712	1,759	6,031	0,451	1,548
25	0,600	0,153	0,606	0,9896	1,0105	0,565	1,435	0,559	1,420	3,931	0,2544	0,708	1,806	6,056	0,459	1,541

Fonte: Siqueira (1997). Para $n > 25$

$$A = \frac{3}{\sqrt{n}}, A_3 = \frac{3}{c_4 \sqrt{n}}, c_4 \cong \frac{4(n-1)}{4n-3}, B_3 = 1 - \frac{3}{c_4 \sqrt{2(n-1)}}, B_4 = 1 + \frac{3}{c_4 \sqrt{2(n-1)}}, B_5 = c_4 - \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}, B_6 = c_4 + \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}$$