

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Análise da Variabilidade no Envase de Óleo de Soja através do
Controle Estatístico de Processos**

Raphael Silva Fernandes

TCC-EP-54-2007

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Análise da Variabilidade no Envase de Óleo de Soja através do
Controle Estatístico de Processos**

Raphael Silva Fernandes

TCC-EP-54-2007

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da
Universidade Estadual de Maringá.
Orientador: Prof. MSc. Daily Morales

**Maringá - Paraná
2007**

Raphael Silva Fernandes

**Análise da Variabilidade no Envase de Óleo de Soja através do
Controle Estatístico de Processos**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador: Prof. MSc. Daily Morales
Departamento de Informática, CTC

Prof. Dr. Airton Marco Polidório
Departamento de Informática, CTC

Maringá, outubro de 2007

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Rubens e Sônia, que não medem esforços para que eu atinja meus objetivos, me apoiando e incentivando em todas as situações. Dedico ainda, a todos os amigos que fiz durante a faculdade e àqueles que vivenciaram minha infância.

EPÍGRAFE

Transforme sonhos em objetivos. Trace metas e busque alcançá-las.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao corpo docente do curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá. Em especial ao professor Daily Morales pela orientação durante a execução desse trabalho e ao professor Airton Polidório que foi de grande importância no início de minha vida acadêmica.

RESUMO

Ser competitivo é vital para qualquer empresa com fins lucrativos, ser eficaz no uso dos recursos é imprescindível para o sucesso do negócio. Na indústria de óleo de soja essa competição se dá entre empresas, em sua maioria, de grande porte. O objetivo desse trabalho é mostrar a aplicação dos métodos de controle estatístico de processos, abordando um caso real de envase de óleo de soja, estabelecer limites de controle e criar uma proposta de controle estatístico para o processo. Para atingir esses objetivos foi feito o acompanhamento do processo de envase de óleo vegetal da linha de produção da Cocamar Cooperativa Agroindustrial. Para análise da eficiência do sistema de envasamento dessa linha de produção foi coletado um conjunto de dados durante um mês de produção. As análises feitas mostraram que o processo de envase em questão não estava devidamente calibrado. Em função desse problema, faz-se neste trabalho uma proposta de implantação de um CEP com a finalidade de minimizar os problemas identificados nessa linha de produção.

Palavras-chave: Qualidade, Controle Estatístico de Processos, CEP.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| RESUMO | vii |
| SUMÁRIO | viii |
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES | x |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | xi |
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 OBJETIVOS..... | 13 |
| 1.1.1 <i>Objetivo geral</i> | 13 |
| 1.1.2 <i>Objetivos específicos</i> | 13 |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA | 14 |
| 2.1 DEFINIÇÃO DE QUALIDADE | 14 |
| 2.2 GARANTIA DA QUALIDADE..... | 14 |
| 2.3 ESTATÍSTICA | 15 |
| 2.3.1 <i>Definição de estatística</i> | 15 |
| 2.3.2 <i>A importância da estatística</i> | 15 |
| 2.3.3 <i>Variabilidade</i> | 15 |
| 2.4 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS (CEP)..... | 16 |
| 2.4.1 <i>População e amostra</i> | 17 |
| 2.4.2 <i>Estratificação</i> | 17 |
| 2.4.3 <i>Coleta de dados</i> | 17 |
| 2.4.4 <i>Folha de verificação</i> | 18 |
| 2.4.5 <i>Gráficos de controle</i> | 18 |
| 2.4.6 <i>Interpretação de gráficos de controle</i> | 19 |
| 2.4.6.1 <i>Pontos fora dos limites de controle</i> | 19 |
| 2.4.6.2 <i>Periodicidade</i> | 20 |
| 2.4.6.3 <i>Seqüência</i> | 20 |
| 2.4.6.4 <i>Tendência</i> | 21 |
| 2.4.6.5 <i>Aproximação dos limites de controle</i> | 21 |
| 2.4.6.6 <i>Aproximação da linha média</i> | 22 |
| 2.4.7 <i>Itens de controle e itens de verificação</i> | 23 |
| 2.4.8 <i>Limites de controle e limites de especificação</i> | 23 |
| 2.5 HISTOGRAMA..... | 24 |
| 2.5.1 <i>Distribuição Normal</i> | 24 |
| 2.6 CAPACIDADE DO PROCESSO | 24 |
| 2.6.1 <i>Índices de capacidade do processo</i> | 25 |
| 2.6.1.1 <i>Índice Cp</i> | 25 |
| 2.6.1.2 <i>Índice Cpk</i> | 25 |
| 2.7 MINITAB..... | 26 |
| 2.8 LEGISLAÇÃO VIGENTE..... | 26 |
| 3 ESTUDO DE CASO | 27 |
| 3.1 HISTÓRIA DA EMPRESA | 27 |
| 3.2 A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO..... | 27 |
| 3.3 PROCESSO PRODUTIVO..... | 28 |
| 3.4 METODOLOGIA | 28 |
| 3.5 ESTRATIFICAÇÃO..... | 29 |
| 3.6 ITEM DE CONTROLE..... | 29 |
| 3.7 MÉTODO DE CONTROLE..... | 29 |
| 3.8 VARIÁVEL ESTUDADA..... | 30 |
| 3.9 LIMITES DE ESPECIFICAÇÃO..... | 30 |
| 3.10 LIMITES DE CONTROLE..... | 30 |
| 3.11 GRÁFICOS GERADOS A PARTIR DOS LIMITES DE CONTROLE DA EMPRESA | 30 |

| | |
|---|-----------|
| | ix |
| 3.12 GRÁFICOS GERADOS A PARTIR DOS LIMITES DE CONTROLE PROPOSTOS..... | 32 |
| 3.13 CAPACIDADE DO PROCESSO | 33 |
| 3.14 ANÁLISES | 34 |
| 3.14.1 Análises Para Linha PET I..... | 34 |
| 3.14.2 Análises Para Linha PET II..... | 34 |
| 3.15 PROPOSTA..... | 35 |
| 4 CONCLUSÃO..... | 37 |
| REFERÊNCIAS | 38 |
| ANEXO A – Portaria INMETRO nº 74, de 25 de maio de 1995 | 39 |
| ANEXO B – Portaria nº 096, de 07 de abril de 2000 | 46 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| FIGURA 1: GRÁFICO DE SHEWHART | 19 |
| FIGURA 2: PONTOS FORA DOS LIMITES DE CONTROLE..... | 19 |
| FIGURA 3: PERIODICIDADE..... | 20 |
| FIGURA 4: SEQÜÊNCIA | 20 |
| FIGURA 5: TENDÊNCIA..... | 21 |
| FIGURA 6: APROXIMAÇÃO DOS LIMITES DE CONTROLE | 22 |
| FIGURA 7: APROXIMAÇÃO DA LINHA MÉDIA | 22 |
| FIGURA 8: FLUXOGRAMA DO ENVASE | 28 |
| FIGURA 9: GRÁFICO PET I - LIMITES DE CONTROLE DA EMPRESA | 31 |
| FIGURA 10: GRÁFICO PET II - LIMITES DE CONTROLE DA EMPRESA | 31 |
| FIGURA 11: GRÁFICO PET I - LIMITES DE CONTROLE PROPOSTOS..... | 32 |
| FIGURA 12: GRÁFICO PET II - LIMITES DE CONTROLE DA EMPRESA | 32 |
| FIGURA 13: CAPACIDADE PET I..... | 33 |
| FIGURA 14: CAPACIDADE PET II..... | 33 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| CEP | Controle Estatístico de Processos |
| INMETRO | Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial |
| PET | Polietileno Tereftalato |
| LSE | Limite Superior de Especificação |
| LIE | Limite Inferior de Especificações |
| LSC | Limite Superior de Controle |
| LIC | Limite Inferior de Controle |
| ICPs | Itens de Capacidade do Processo |
| PAPQ | Aperfeiçoamento da Produtividade e da Qualidade |

1 INTRODUÇÃO

A competição está cada vez mais acirrada em todos os setores produtivos. Na indústria de óleo de soja essa competição se dá entre empresas, em sua maioria, de grande porte. Para lidar com a concorrência, faz-se necessária a máxima utilização dos recursos disponíveis, desde que a relação custo/benefício seja atendida.

Este trabalho é baseado na análise da variabilidade do conteúdo de óleo envasado para expedição ao mercado consumidor. Os dados usados foram coletados no mês de julho na linha de envase da Cocamar Cooperativa Agroindustrial.

A possibilidade de haver variação da qualidade do produto final em uma linha de produção é alta. Entretanto, é possível através de análises de dados específicos, manter o controle da qualidade do produto final dentro de limites aceitáveis. Esses dados podem ser coletados em qualquer fase do processo, entretanto, é necessário transformá-los em indicadores que resumam a pertinência e a influência desses na qualidade do produto final.

A estatística dispõe de uma gama de técnicas e métodos que permitem computar esses indicadores, como: análises dos componentes principais, correlações, agrupamentos, testes de confiabilidade, etc.

Esse trabalho faz um estudo de caso que aborda o sistema de envase de óleo de soja em vasilhames de 900 ml. Em um processo ideal a variação deve estar sob controle estatístico. Para isso, é preciso medir a variabilidade do processo e estabelecer limites seguros para a produção. O volume nominal do produto envasado é de 900 ml, esse valor em massa equivale a 828 g. Um envase inferior a esse valor pode gerar multas e denegrir a imagem da empresa perante o consumidor. Já um envase superior acarreta em prejuízo financeiro à empresa.

O desafio desse trabalho será estabelecer limites seguros para o envase de óleo de soja. Delimitar esses valores tornará processo mais confiável e eficaz.

A Cocamar é uma das maiores cooperativas do Brasil, possuindo 39 unidades de recebimento de produtos agrícolas e prestação de serviços, que se distribuem por vários municípios do noroeste e parte do norte do Paraná. A fábrica de óleo de soja foi a primeira indústria da Cocamar e o seu produto é um dos “carros chefe” da cooperativa. Inaugurada em 1979, tinha a capacidade de processar 1,2 mil toneladas de grãos/dia. Atualmente são 3 mil toneladas/dia, sendo seu óleo de soja um dos 7 mais vendidos no Brasil.

Analizados esses dados da empresa é possível entender o quanto esse trabalho é indispensável para garantir a competitividade do produto.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é especificar parâmetros de controle através da aplicação de ferramentas estatísticas adequadas, que permitam elaborar análises satisfatórias de dados capazes de detectar variabilidade no processo de envase de óleo de soja. O resultado dessas análises será utilizado para estabelecer métodos a serem aplicados na linha de produção que permitam produzir dentro dos limites aceitáveis de qualidade estabelecidos para esse produto.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Estudar o método CEP;
- b) Estudar e aplicar a ferramenta estatística MINITAB.
- c) Aplicar o CEP no controle de envase de óleo de soja;
- d) Estabelecer limites de controle de acordo com a massa do produto;
- e) Propor uma metodologia de controle estatístico para o processo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Há muitos anos o termo qualidade é debatido. Mudanças na forma de ver a qualidade trouxeram ganhos financeiros significativos ao ramo industrial. Este capítulo aborda esse e outros temas relevantes para um bom entendimento do trabalho.

2.1 Definição de Qualidade

Segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2003), não existe uma definição universal para qualidade. De acordo com a definição de Werkema (1995 apud Campos, 1992, p.13), “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”.

De acordo com Gaither e Frazier (2004, p.489), “qualidade de um produto ou serviço é a percepção do cliente do grau que o produto ou serviço atende suas expectativas”. Como cada cliente tem uma expectativa, o grande desafio das organizações é satisfazer a um número máximo de pessoas, que possam vir a ser seus clientes.

Slack, Chambers e Johnston (2002), classificam as diferentes abordagens, do termo qualidade, em:

- a) Transcendente, que vê a qualidade como “excelência inata”;
- b) Baseada na manufatura, que vê a qualidade como “livre de erros”;
- c) Baseada no usuário, que vê a qualidade como “adequada ao seu propósito”;
- d) Baseada no produto, que vê a qualidade como “um conjunto mensurável de características”;
- e) Baseada no valor, que vê a qualidade como um equilíbrio entre “custo e qualidade”.

Slack, Chambers e Johnston (2002, p.579), unem essas abordagens e definem qualidade da seguinte forma, “qualidade é a conformidade consistente com as expectativas dos consumidores”.

Na ótica apresentada até o momento, nota-se que a qualidade dos produtos e serviços não é definida pelas empresas, mais sim pelos clientes.

2.2 Garantia da Qualidade

Segundo Campos (1992, p.100), “garantia da qualidade é uma função da empresa que tem como finalidade confirmar que todas as atividades estão sendo conduzidas da forma requerida”. Dessa forma, a garantia da qualidade torna-se um “representante” do cliente dentro da empresa. Esse “representante” certifica-se de que a inspeção da qualidade e o controle de qualidade estão sendo conduzidos de forma correta.

Campos (1992 apud Juran, p.101), “define a garantia da qualidade como a atividade de promover às partes interessadas a evidencia necessária para estabelecer a confiança de que a função qualidade está sendo conduzida adequadamente”.

Ainda segundo Campos (1992), no Brasil há alguns anos, se julgava que a garantia da qualidade se baseava simplesmente na inspeção final ou intermediária. Com a globalização e a competição internacional, as empresas brasileiras passaram a competir com empresas de todo o planeta. Sendo assim, foram obrigadas a trabalhar segundo parâmetros internacionais de qualidade e a garantia da qualidade não mais pôde ser tratada somente como inspeção final. Surgiram então os sistemas de qualidade, onde é necessário se aplicar as técnicas de controle de qualidade em todo o ciclo de produção e consumo do produto.

2.3 Estatística

2.3.1 Definição de estatística

Segundo Werkema (1995), estatística é a ciência que lida com a coleta e a interpretação de dados, dando suporte às decisões. Para Montgomery (2004, p.27), “estatística é a ciência de analisar dados e tirar conclusões, levando em conta a variação nos dados”.

2.3.2 A importância da estatística

A estatística é de extrema importância para atingir altos índices de qualidade. Ela dá suporte à tomada de decisão, tornando as decisões mais confiáveis.

Segundo Werkema (1995), a estatística tem aplicações capazes de aferir indicadores para a avaliação da qualidade, pois suas técnicas podem ser utilizadas para descrever e interpretar a variabilidade do processo produtivo.

De acordo com Montgomery (2004), o objetivo da utilização de técnicas estatísticas na garantia da qualidade é a utilização de amostras de uma população para a obtenção de resultados ou tomada de decisão. Já que, para a maioria dos casos, é inviável a análise de toda a produção.

2.3.3 Variabilidade

Segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2004), a variabilidade do processo ocorre devido haver diferenças existentes entre as unidades produzidas.

Segundo Werkema (1995, p.2), “a variabilidade também denominada variação ou dispersão, está presente em todos os processos de produção de bens e de fornecimento de serviços”. Costa, Epprecht e Carpinetti (2004) dividem as causas da variabilidade em dois tipos:

- a) Causas aleatórias ou comuns, contra as quais nada ou muito pouco pode ser feito. É então uma causa inevitável com a qual é necessário conviver.
- b) Causas especiais ou assinaláveis, que constituem um problema ou modo de operação anormal no processo, que pode ser identificado, minimizado ou corrigido.

O processo está sob controle estatístico, quando apresenta somente variabilidade natural, que ocorre devido a causas aleatórias. Se causas especiais também estiverem presentes, o processo é dito fora do controle estatístico.

Werkema (1995), ainda afirma que os produtos defeituosos são produzidos devido à presença da variabilidade. Seguindo esse raciocínio, pode-se afirmar que o aumento da qualidade dos produtos é inversamente proporcional a variação do processo. Ou seja, quanto menor for a variação do processo, menor será a variabilidade do produto final e, conseqüentemente melhor será sua qualidade. Ferramentas como o “Seis Sigmas” desenvolvido pela Motorola nos anos 80, visam justamente diminuir a variação no processo e assim o número de produtos defeituosos.

Para reduzir a variabilidade do processo e conseqüentemente aumentar a qualidade do produto Werkema (1995) propõem dois caminhos:

- a) Redução das causas comuns de variação.
- b) Eliminação das causas especiais de variação.

A redução das causas comuns só é possível com a melhoria do processo. Já as causas especiais devem ser eliminadas imediatamente após seu aparecimento, por isso é importante um controle periódico da variação.

2.4 Controle Estatístico de Processos (CEP)

Segundo Davis, Aquilano e Chase (2001), “controle estatístico de processos (CEP) é um método quantitativo para monitorar um processo repetitivo, a fim de determinar se um dado processo está operando adequadamente”. Esses autores dizem ainda que o CEP utiliza a amostragem estatística para aperfeiçoar o entendimento básico da variação do processo.

Os métodos estatísticos podem e devem ser utilizados para trazer melhorias ao processo produtivo. A utilização de gráficos unidos às ferramentas estatísticas, permite que se estabeleçam limites de controle. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), o CEP utiliza de gráficos de controle para rastrear o desempenho de uma ou mais características da operação. Variações durante o processo sempre existirão, entretanto, quanto mais pudermos diminuir essa variabilidade melhor será o processo produtivo em questão.

2.4.1 População e amostra

Segundo Vieira (1999, p.8), “entende-se por população o conjunto de elementos que têm, em comum, determinada característica”. Ainda segundo Vieira (1999), amostra é todo subconjunto de elementos retirados da população. E de acordo com Gaither e Frazier (2004, p.516), “amostra aleatória é uma amostra onde todas as unidades do lote têm a mesma chance de serem incluídas na amostra”.

Segundo Drumond, Werkema e Aguiar (1996), o tamanho da amostra é diretamente proporcional à precisão desejada (menor erro), nível de confiança e variabilidade do processo. Entretanto na prática é inviável o uso de amostras de tamanho próximo à população e um erro sempre será encontrado.

Dessa forma, segundo Drumond, Werkema e Aguiar (1996), o tamanho da amostra é definido levando em conta a precisão requerida, confiança e custo, conforme os objetivos do estudo.

De acordo com Werkema (1995, p.207), “a formação adequada dos subgrupos racionais (amostras) é fundamental para que seja constituído um gráfico de controle que atenda as necessidades”. Dentro do subgrupo as variações devem ser ocasionadas somente por causas aleatórias.

2.4.2 Estratificação

Werkema (1995), diz que a estratificação consiste na divisão de um grupo em subgrupos com base em fatores apropriados, visando focalizar uma ação. Werkema (1995, p. 54), diz ainda que “os fatores equipamentos, insumos, pessoas, métodos, medidas e condições ambientais são categorias naturais para a estratificação dos dados”.

De acordo com Vieira (1999), sempre que forem analisadas amostras provenientes de diferentes estratos, essas devem ser analisadas separadamente. E segundo Werkema (1995), a estratificação só é possível quando a origem dos dados que estão sendo utilizados na solução do problema puder ser identificada. Dessa forma, só faz sentido essa análise caso seja possível a rastreabilidade dos dados.

2.4.3 Coleta de dados

De acordo com Gaither e Frazier (2004), existem dois tipos de dados:

- a) Atributos que são classificados em duas categorias, defeituoso ou não defeituoso. Exemplo: Ou uma lâmpada acende ou não acende.
- b) Variáveis que podem ser medidas em escala contínua. Exemplo: Peso de um produto.

Segundo Werkema (1995), os principais objetivos da coleta de dados são:

- a) Desenvolvimento de novos produtos;
- b) Inspeção;
- c) Controle e acompanhamento de processos;
- d) Melhoria de processos produtivos.

A coleta de dados dá suporte à tomada de decisão. Dessa forma deve ser confiável e objetiva.

2.4.4 Folha de verificação

Segundo Werkema (1995, p.58), “folha de verificação é a ferramenta da qualidade utilizada para facilitar e organizar o processo de coleta e registro de dados, de forma a contribuir para otimizar a posterior análise dos dados obtidos”. Nela os itens a serem verificados já estão escritos, facilitando a coleta e o registro dos dados.

Dessa forma, a folha de verificação tem como objetivo facilitar e organizar a coleta de dados.

2.4.5 Gráficos de controle

Segundo Werkema (1995, p.182), “gráficos ou cartas de controle são ferramentas para o monitoramento da variabilidade e para a avaliação da estabilidade de um processo”.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), gráficos de controle permitem a distinção entre as variações “normais” e as variações que podem ser causadas pelo fato do processo estar “fugindo” do controle.

Gaither e Frazier (2004, p.517), afirmam que “o objetivo principal dos gráficos de controle é indicar quando os processos de produção podem ter mudado o suficiente de forma a afetar a qualidade do produto”.

De acordo com Costa, Epprecht e Carpinetti, (2004), gráficos de Shewhart podem ser utilizados para a visualização dos resultados, a figura 1 mostra um exemplo desses gráficos. Entretanto é necessário que os valores observados da variável monitorada sejam independentes. Para isso, no estudo de caso que será apresentado posteriormente, serão retiradas amostras aleatórias durante a produção, evitando ligação entre as amostras.

Segundo Werkema (1995, p.183), “um gráfico de controle consiste de:

- a) Uma linha média (LM);
- b) Um par de limites de controle, representados um abaixo (limite inferior de controle – LIC) e outro acima (limite superior de controle) da linha média;

Valores da característica da qualidade traçados no gráfico”.

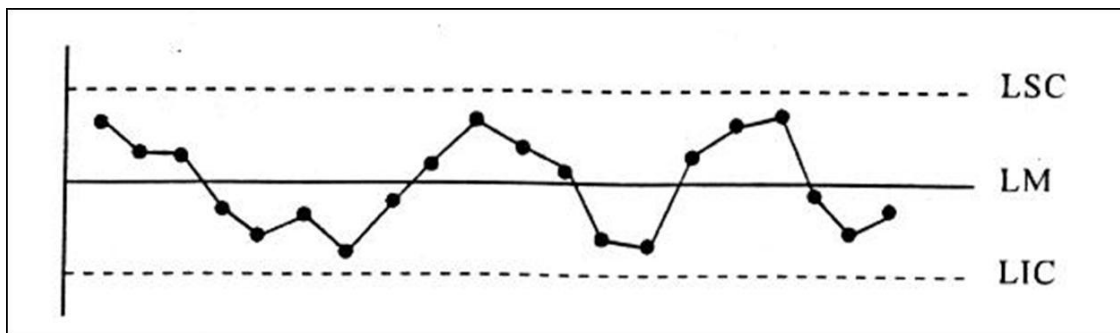


Figura 1: Gráfico de Shewhart

Fonte: Werkema (1995)

Ainda segundo Werkema (1995), um processo é considerado fora de controle se os pontos caem fora dos limites inferior e superior citados acima e/ou os pontos apresentam alguma configuração especial.

Os gráficos de controle podem ser divididos em dois tipos, para variáveis e para atributos. No estudo de caso que será apresentado mais adiante os dados estão em massa, uma variável contínua, dessa forma serão utilizados gráficos próprios para essa representação.

2.4.6 Interpretação de gráficos de controle

Werkema (1995) cita alguns critérios para definirmos se o processo está fora de controle:

2.4.6.1 Pontos fora dos limites de controle

Um comportamento desse tipo mostra uma evidente falta de controle no processo e exige uma investigação imediata de sua causa. Esses pontos podem ser fruto de erros no registro dos dados, de cálculo ou de medição. A figura 2 mostra essa situação.

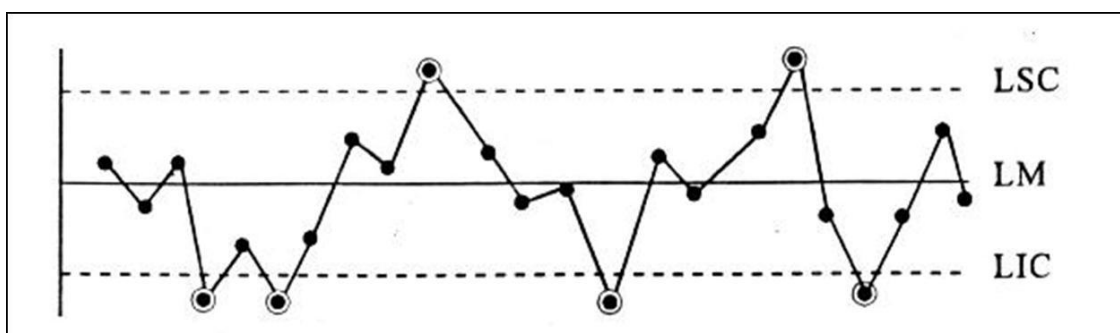


Figura 2: Pontos fora dos limites de controle

Fonte: Werkema (1995)

2.4.6.2 Periodicidade

Ocorre quando a curva do gráfico apresenta uma tendência para cima ou para baixo, em intervalos de tempo próximos. Esse comportamento pode ser gerado por mudanças nas condições ambientais, cansaço do operador ou por alterações sazonais na qualidade da matéria-prima. A figura 3 mostra essa situação.

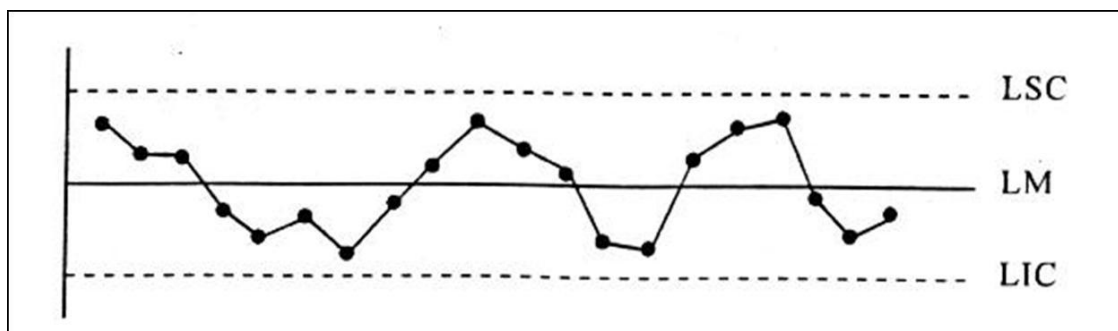


Figura 3: Periodicidade

Fonte: Werkema (1995)

2.4.6.3 Seqüência

Ocorre quando vários pontos consecutivos aparecem em apenas um dos lados da linha média.

Uma seqüência mostra uma mudança no nível do processo que pode ter sido causada por introdução de novos operadores, nova regulagem da máquina e mudanças na habilidade, atenção ou motivação dos operadores. A figura 4 mostra essa situação.

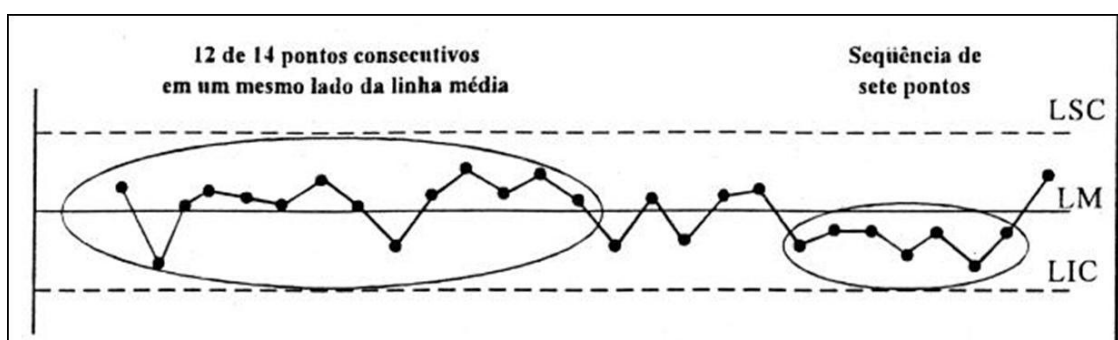


Figura 4: Seqüência

Fonte: Werkema (1995)

2.4.6.4 Tendência

Ocorre quando há uma tendência contínua ascendente ou descendente da linha do gráfico. Quando essa tendência é constituída por sete ou mais pontos nota-se uma falta de controle no processo.

A tendência pode ser causada por mudanças ambientais graduais, desgaste de ferramentas e presença de supervisores. A figura 5 mostra esse quadro.

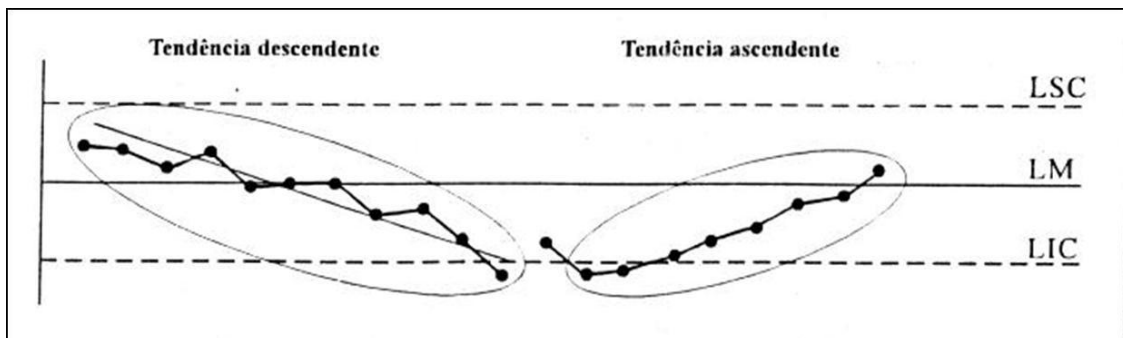


Figura 5: Tendência

Fonte: Werkema (1995)

2.4.6.5 Aproximação dos limites de controle

Consiste na ocorrência de dois ou três pontos consecutivos fora dos limites 2σ (dois desvios padrão), mesmo se esses pontos estiverem dentro do limite de 3σ representado na figura 6a.

A figura 6b mostra uma situação em que os pontos grafados tendem a cair próximo ou mesmo levemente fora dos limites de controle, com poucos pontos próximos a linha média. Nesse caso, podem existir duas diferentes fontes de dados que geram esse resultado, como por exemplo uma mistura das amostras de diferentes equipamentos.

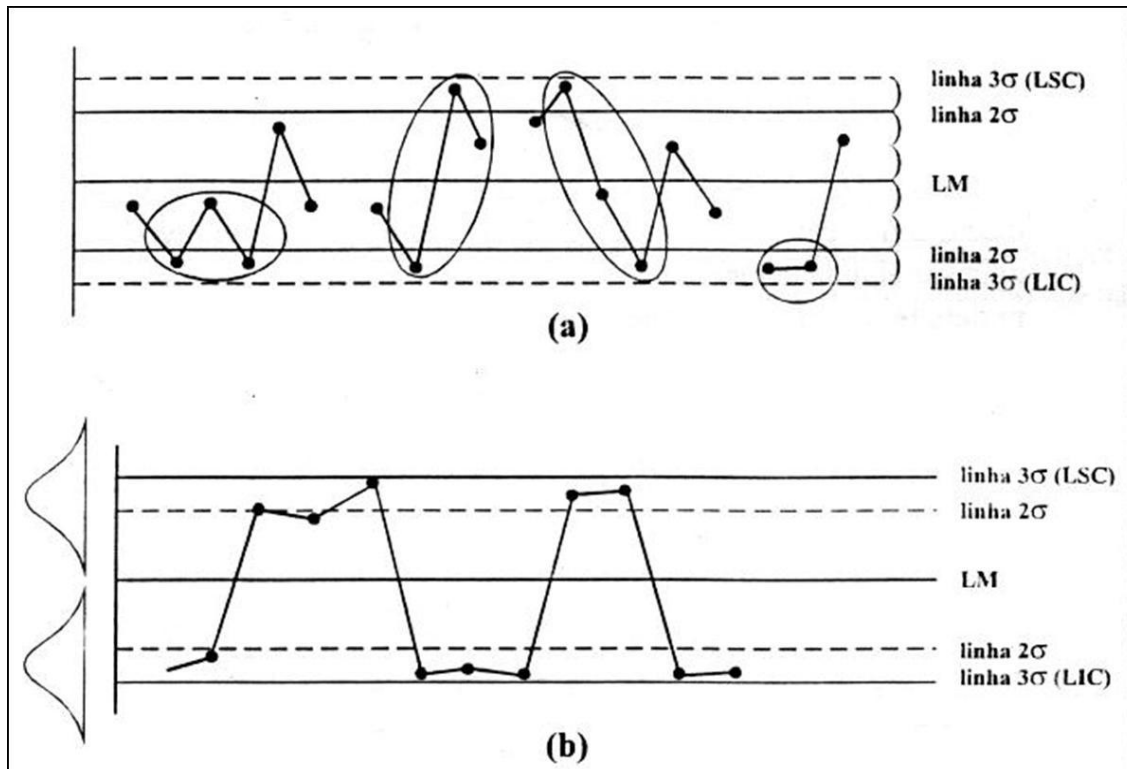


Figura 6: Aproximação dos limites de controle

Fonte: Werkema (1995)

2.4.6.6 Aproximação da linha média

Ocorre quando a maioria dos pontos estão muito próximos da linha média, dentro dos limites centrais $1,5\sigma$, apresentando uma variabilidade menor que a esperada. Essa análise mostra a possibilidade de haver erro nos cálculos dos limites de controle ou que os grupos racionais (amostras) foram formados de maneira inadequada. A figura 7 ilustra esse quadro.

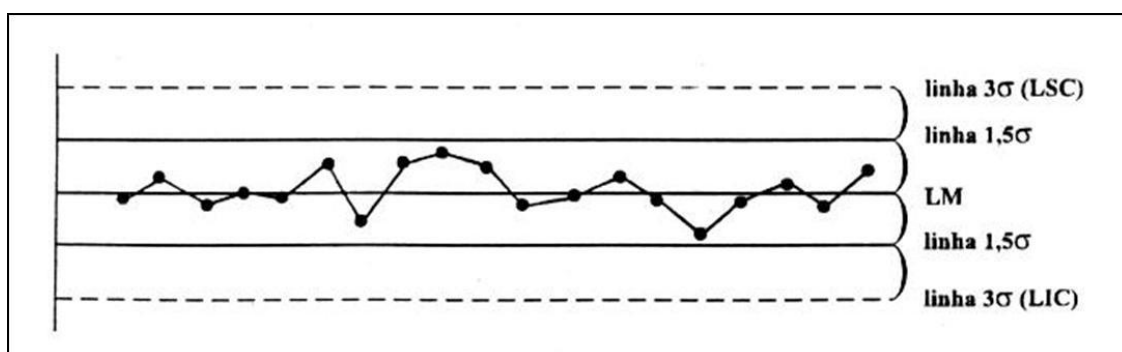


Figura 7: Aproximação da linha média

Fonte: Werkema (1995)

2.4.7 Itens de controle e itens de verificação

Segundo Werkema (1995, p.251), “itens de controle são características mensuráveis por meio das quais um processo é gerenciado”. Já “itens de verificação são as principais causas que afetam um determinado item de controle de um processo e que podem ser medidas e controladas”.

Ainda segundo Werkema (1995, p.251), “os itens de controle de um processo são afetados por várias causas. As principais causas que afetam os itens de controle do processo, e que podem ser medidas e controladas, são denominadas itens de verificação”.

Werkema (1995), diz que um processo deve se enquadrar em uma das seguintes categorias:

- a) Processo fora de controle que produz itens defeituosos;
- b) Processo fora de controle, mas que não produz itens defeituosos;
- c) Processo sob controle, mas que produz itens defeituosos;
- d) Processo sob controle que não produz itens defeituosos.

2.4.8 Limites de controle e limites de especificação

Segundo Werkema (1995), os limites de controle permitem avaliar se o processo está ou não sob controle estatístico e limites de especificação permitem avaliar se o processo produz ou não itens defeituosos.

Segundo Montgomery (2004, p.5), “o maior valor permitido para uma característica de qualidade é chamado limite superior de especificação (LSE), e o menor valor permitido para uma característica de qualidade chama-se limite inferior de especificações (LIE)”.

É importante que não seja confundido LSE e LIE com LSC (limite superior de controle) e LIC (limite inferior de controle). Os dois primeiros são limites estabelecidos pela engenharia e os dois últimos são limites que são calculados para um determinado processo e devem ter amplitude menor que os primeiros.

De acordo com Costa, Epprecht e Carpinetti (2004, p.29), “os limites dos gráficos de controle são determinados com base nos valores da média e do desvio padrão da distribuição da variável X quando o processo está isento de causas especiais”. A fórmula para o cálculo dos limites de controle é a seguinte:

$$\begin{aligned}
 LSC &= \bar{\bar{X}} + \frac{3\bar{R}}{(d_2\sqrt{n})} \\
 LIC &= \bar{\bar{X}} - \frac{3\bar{R}}{(d_2\sqrt{n})}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Segundo Davis, Aquilano e Chase (2001), o teorema do limite central mostra que quando amostras de um dado tamanho são repetitivamente retiradas de uma distribuição, os valores médios dessas amostras são normalmente distribuídos.

De acordo com o que dizem Davis, Aquilano e Chase (2001), a linha central (LC) em um gráfico de variáveis é o valor objetivado pelo processo. No estudo de caso, onde o valor alvo do produto é 828 g, esse será o valor nominal no gráfico e representará a (LC).

2.5 Histograma

De acordo com Werkema (1995, p.113), “o histograma é um gráfico de barras no qual o eixo horizontal, subdividido em vários pequenos intervalos, apresenta os valores assumidos por uma variável de interesse. Para cada um destes intervalos é construída uma barra vertical, cuja área deve ser proporcional ao número de observações da amostra cujos valores pertencem ao intervalo correspondente”.

2.5.1 Distribuição Normal

Segundo Werkema (1995, p.141), “a distribuição normal é um modelo estatístico que fornece uma base teórica para o estudo do padrão de ocorrência dos elementos de várias populações de interesse”.

A curva de distribuição normal pode ser expressa pela equação:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]
 \tag{2}$$

Werkema (1995), afirma que se as amostras apresentarem uma distribuição normal, a variação de mais ou menos um desvio padrão, haverá a confiabilidade de que 68,26% dos itens produzidos estarão dentro dos limites de especificação. Com mais ou menos dois desvio padrão, 95,46% dos itens estarão dentro dos limites e com um desvio padrão de mais ou menos três, 99,73 % dos itens estarão dentro dos limites de especificação.

2.6 Capacidade do Processo

Segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2004), a capacidade de um processo é a medida da sua capacidade de produzir itens conformes, ou seja, em acordo com as especificações de projeto. Segundo Werkema (1995, p.253),

“somente processos estáveis devem ter sua capacidade avaliada”. Ou seja, o processo deve estar sob controle estatístico e a variável de interesse deve apresentar distribuição próxima da normal.

2.6.1 Índices de capacidade do processo

De acordo com Costa, Epprecht e Carpinetti (2004, p.124), “os itens de capacidade do processo (ICPs) são parâmetros adimensionais que indiretamente medem o quanto o processo consegue atender às especificações”.

Existem vários ICPs que ajudam na análise das condições do processo. Os índices Cp e Cpk serão utilizados para análise dos gráficos gerados.

2.6.1.1 Índice Cp

Segundo Werkema (1995), caso a variável de interesse tenha especificação bilateral, temos a seguinte fórmula para cálculo do Cp.

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad (3)$$

Ainda segundo Werkema (1995, p.257), “quanto maior for o valor de Cp, maior será a capacidade do processo em satisfazer às especificações, desde que a média esteja centrada no valor nominal”.

O processo pode ser classificado segundo o seu Cp da seguinte forma:

- a) Capaz ou adequado: $Cp \geq 1,33$;
- b) Aceitável: $1 \leq Cp < 1,33$;
- c) Incapaz ou inadequado: $Cp < 1$.

Werkema (1995), afirma ainda que o índice Cp só é válido se o processo estiver centrado no valor nominal da especificação. Caso contrário deve-se utilizar o índice Cpk. Portanto o índice Cp deve ser visto como a medida da capacidade potencial do processo.

2.6.1.2 Índice Cpk

Werkema (1995, p.259), diz que “o índice Cpk nos permite avaliar se o processo está centrado no valor nominal, pois ele leva em consideração o valor da média do processo”.

Dessa forma o índice Cpk é a medida da capacidade real do processo. E a fórmula para o cálculo de Cpk é a seguinte:

$$C_{pk} = \text{MIN} \left[\frac{LSE - \mu}{3\sigma}; \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right] \quad (4)$$

Pela fórmula percebe-se que o Cpk é calculado em relação ao limite mais próximo da média do processo.

Ainda, segundo Werkema (1995), “quando a média do processo coincide com o valor nominal da especificação, teremos $C_p = C_{pk}$ ”.

2.7 Minitab

O software estatístico Minitab, fornece as ferramentas necessárias para a análise de dados e tomada de decisão. O Minitab é muito utilizado em universidades e empresas, tendo funções voltadas para gerenciamento. Sua interface é parecida com a de uma planilha eletrônica como microsoft excel, entretanto, seu diferencial está na capacidade de executar análises estatísticas complexas.

O programa foi desenvolvido em 1972 e atualmente é utilizado por milhares de entidades públicas e privadas no mundo. Dentre elas mais de 4000 universidades em mais de 80 países.

No trabalho aqui apresentado a versão Demo do Minitab foi utilizada para a geração dos gráficos de controle e análises estatísticas. Ela pode ser utilizada durante 30 dias, a partir da primeira data de instalação do programa.

2.8 Legislação Vigente

As seguintes portarias que seguem anexas (ver anexos A e B) regulamentam e estabelecem os critérios para verificação do conteúdo efetivo de produtos pré-medidos:

- a) Portaria INMETRO nº 74, de 25 de maio de 1995;
- b) Portaria nº 096, de 07 de abril de 2000.

Essas portarias se aplicam ao controle metrológico de produtos pré-medidos verificados em fábricas (linhas de produção), depósitos e pontos de venda, comercializados nas grandezas de massa e volume.

Um produto pré-medido é todo produto embalado e/ou medido sem a presença do consumidor, com conteúdo nominal igual e predeterminado na embalagem durante o processo de fabricação.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 História da Empresa

A Cocamar Cooperativa Agroindustrial, com expressiva expansão de vendas no Paraná, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul é uma das maiores cooperativas do Brasil. Possui 39 unidades de recebimento de produtos agrícolas e prestação de serviços, que se distribuem por vários municípios do noroeste e parte do norte do Paraná.

A Cocamar foi fundada em 27 de março de 1963, por 37 cafeicultores que tinham o objetivo de receber, beneficiar, padronizar e comercializar o café, protegendo os produtores da ação de intermediários.

A cooperativa passou por períodos difíceis. Em 1965, mesmo endividada resolveu diversificar o negócio, passando a trabalhar também com algodão. Decisão acertada que permitiu sanar suas dívidas e acelerar seu crescimento.

Em 1970 foi pioneira no estado a construir armazéns graneleiros. Com isso começou a trabalhar com a recepção de soja, milho e trigo.

A fábrica de óleo de soja foi a primeira unidade industrial da Cocamar e foi inaugurada em 1979. Desde então a Cocamar não parou de crescer e abriu fábricas de óleo semi-refinado de caroço de algodão, café torrado e moído, fios de algodão e seda, suco concentrado e congelado de laranja, destilaria de álcool, sucos de frutas, bebidas à base de soja, maioneses, atomatados e molhos.

A Cocamar conta hoje com 2.200 funcionários e 6.500 cooperados, sendo detentora do maior e mais diversificado parque industrial do cooperativismo brasileiro.

A fábrica de óleo de soja da Cocamar tinha a capacidade de processar 1,2 mil toneladas de grãos/dia quando foi fundada. Atualmente são 3 mil toneladas/dia, sendo seu óleo de soja um dos 7 mais vendidos no Brasil.

3.2 A importância do Estudo

A Cocamar tem o óleo de soja como seu “carro chefe”, o volume de produção é alto e deve seguir parâmetros de controle que garantam sua qualidade.

A etapa de envase pode gerar perdas significativas, caso não seja sistematicamente controlada.

O envase de um volume inferior ao limite estabelecido pelo INMETRO pode gerar multas e denegrir a imagem da empresa. Já o envase de um volume superior ao especificado gera prejuízos financeiros.

Se analisado isoladamente, um frasco com um volume um pouco superior ao especificado não representa um grande prejuízo. Entretanto, considerando o grande volume de produção, o valor do prejuízo se torna relevante.

3.3 Processo Produtivo

O processo de envase de óleo de soja segue o seguinte fluxograma:

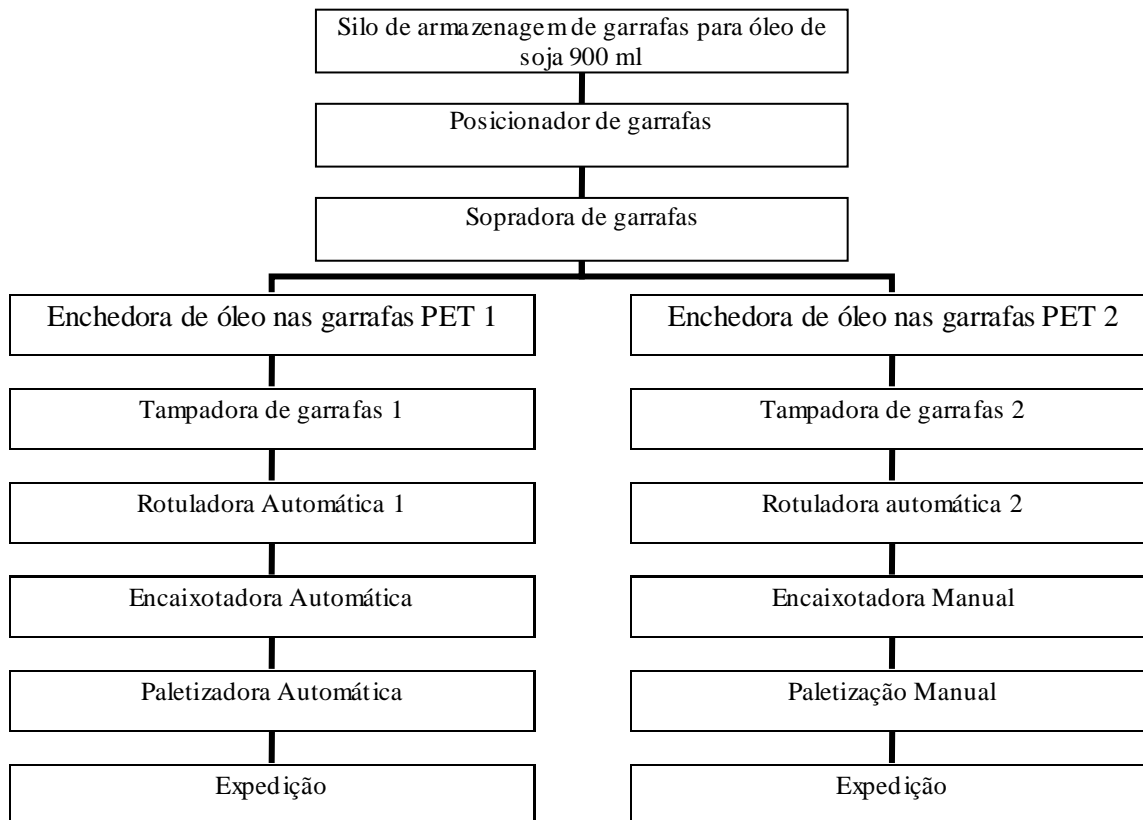


Figura 8: Fluxograma do Envase

3.4 Metodologia

Um bom planejamento da utilização das ferramentas estatísticas é fundamental para a obtenção de bons resultados em qualquer processo produtivo, não trazendo custos desnecessários ao trabalho. Dessa forma o estudo seguirá os seguintes passos:

- Observar o envase de óleo de soja para a determinação o fator de estratificação adequado.
- Definir parâmetro para estratificação coerente da amostra.
- Coletar dados durante um mês de produção.
- As envasadoras controlam a massa do produto e não o volume. Dessa forma, os dados coletados serão em gramas.
- Gerar gráficos adequados para melhor analisar o comportamento do processo.

- f) Baseado nos limites de especificação estabelecidos no projeto da linha de produção, serão feitas análises da capacidade do processo, através do Minitab.
- g) No processo de envase de óleo de soja da Cocamar não é utilizado o CEP, será feita uma proposta adequada para implantação do mesmo, visando a melhoria desse processo.

3.5 Estratificação

Analisando o fluxograma do processo de envase, nota-se que as amostras são provenientes de diferentes estratos, pois o processo se divide nas enchedoras, aqui uma linha será chamada de PET I e a outra de PET II.

Além das enchedoras não possuem a mesma data de fabricação, elas ainda são de diferentes marcas, fornecendo assim os parâmetros necessários para uma estratificação confiável. Dessa forma, o equipamento de envase será o nosso fator de estratificação.

Outros parâmetros de estratificação que poderiam ser utilizados são:

- a) Turno;
- b) Tempo (dia, semana, mês);
- c) Operador;
- d) Lote de matéria-prima.

3.6 Item de controle

As operações 4 e 10 são consideradas críticas no processo e constituem as fontes de variação do processo, ou seja, o envase. As enchedoras funcionam com uma balança de controle de massa, dessa forma nosso item de controle será o peso das amostras.

3.7 Método de Controle

O método de controle segue o seguinte procedimento:

- a) É retirada uma amostra de tamanho 20 a cada duas horas de produção, ou seja, 12 amostras em um dia de produção;
- b) Os itens da amostra são mensurados e registrados em uma planilha;
- c) Calcula-se o valor da média dos itens da amostra;

- d) Caso o valor médio da amostra esteja fora dos limites de controle estabelecidos para o processo, o equipamento é regulado.

3.8 Variável Estudada

Como os dados utilizados são medidos em unidade de massa, que pode ser medido em uma escala contínua, há a possibilidade de se utilizar representações gráficas para analisar a variável estudada.

3.9 Limites de Especificação

Os limites de especificação nos permitem avaliar se o processo produz ou não itens defeituosos. Esses valores são:

- a) Linha central (LC): O peso objetivado pelo processo é de 828 g. Dessa forma, esse é o valor nominal do processo e representará a LC.
- b) Limite inferior de especificação (LIE): O limite inferior de especificação é 823 g.
- c) Limite superior de especificação (LSE): O limite superior de especificação é 843,2 g.

3.10 Limites de Controle

Os limites de controle nos permitem avaliar se o processo está ou não sob controle estatístico, e são inerentes ao processo em questão. Esses limites são determinados com base na média e no desvio padrão da distribuição da variável quando o processo está isento de causas especiais. Hoje a empresa utiliza os seguintes limites.

- a) Limite inferior de controle (LIC): O LIC utilizado pelos operadores é 827,5 g.
- b) Limite superior de controle (LSC): O LSC utilizado na empresa é 828,0 g.

3.11 Gráficos Gerados a partir dos Limites de Controle da Empresa

As figuras 9 e 10 mostram os gráficos gerados utilizando os limites de controle da empresa.

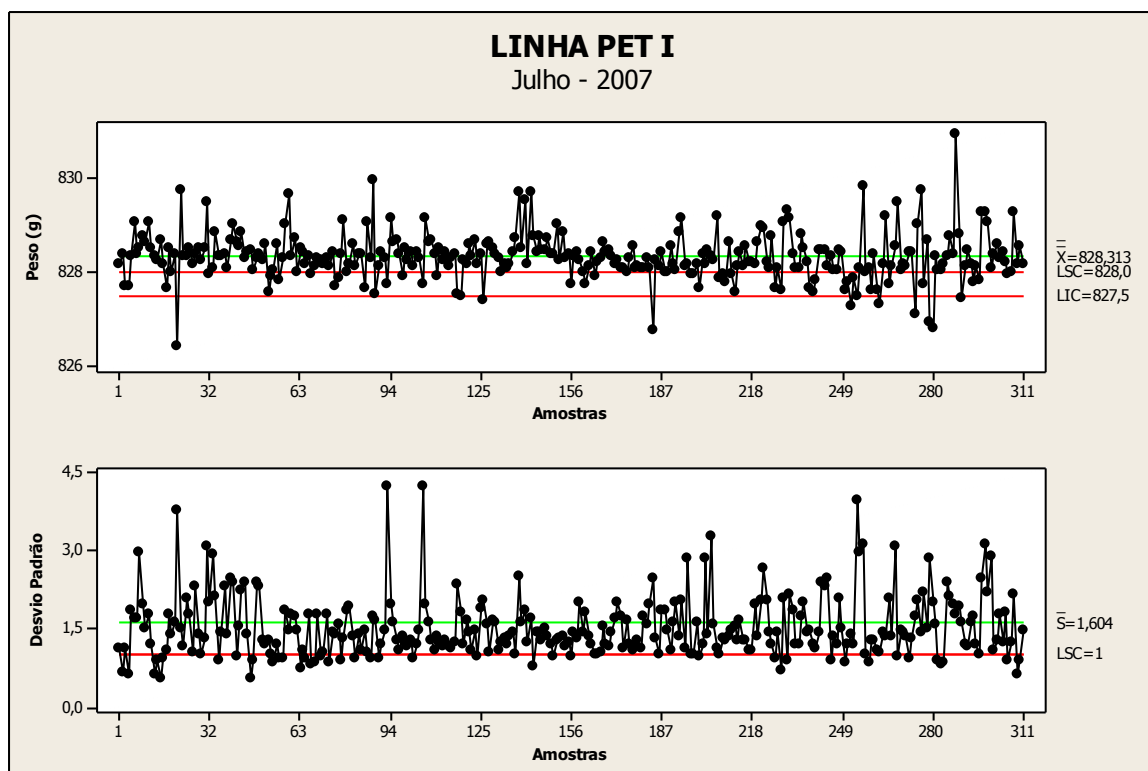


Figura 9: Gráfico PET I - Limites de controle da empresa

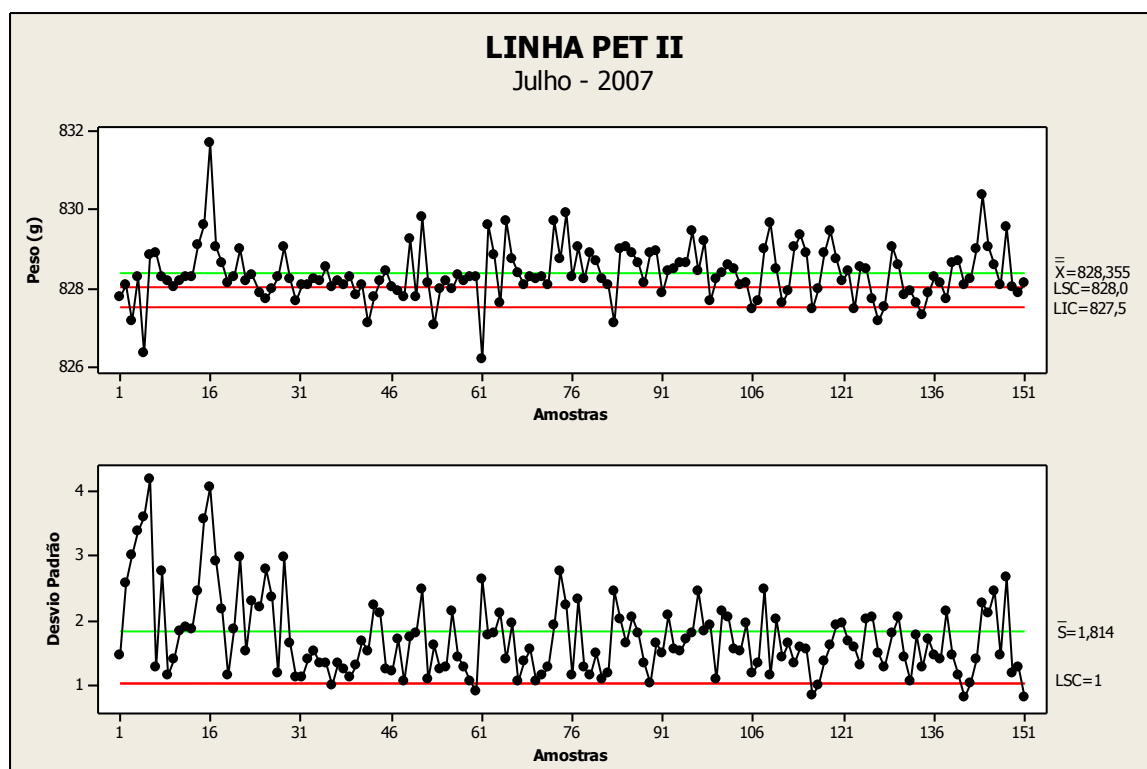


Figura 10: Gráfico PET II - Limites de controle da empresa

3.12 Gráficos Gerados a partir dos Limites de Controle Propostos

Seguindo o que a literatura propõe, foram estabelecidos limites de mais ou menos três desvios padrão, calculados a partir das amostras. Os gráficos são mostrados nas figuras 11 e 12.

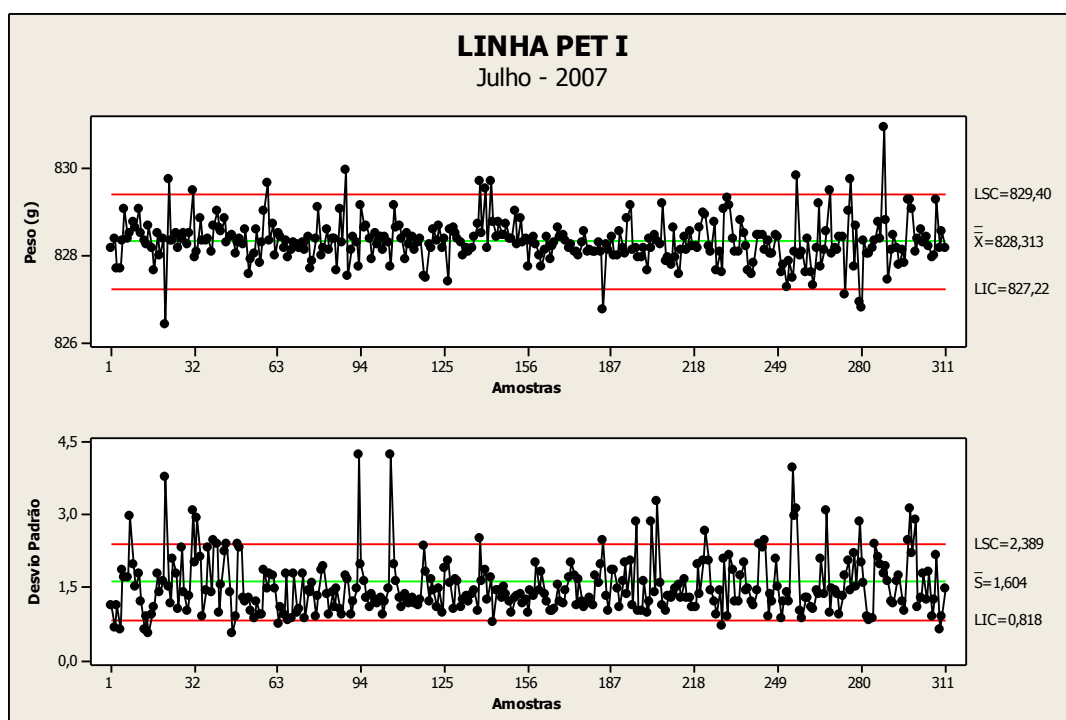


Figura 11: Gráfico PET I - Limites de controle propostos

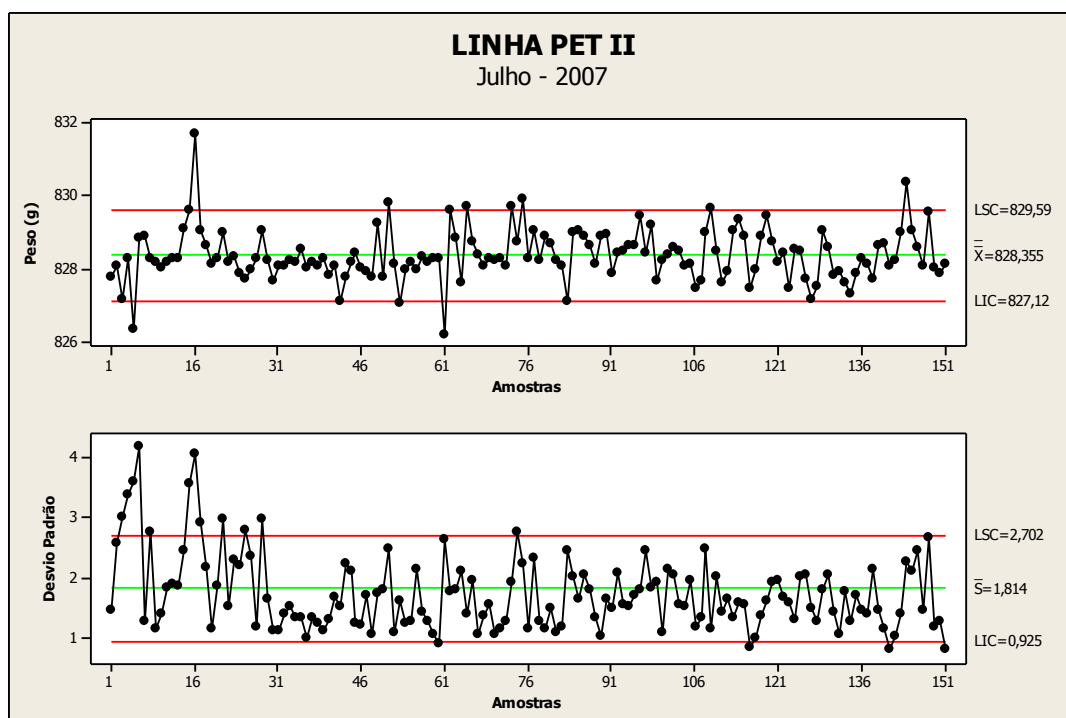


Figura 12: Gráfico PET II - Limites de controle da empresa

3.13 Capacidade do Processo

A capacidade de um processo é a medida da sua capacidade de produzir itens conformes, e seus valores são mostrados no histograma gerado no Minitab.

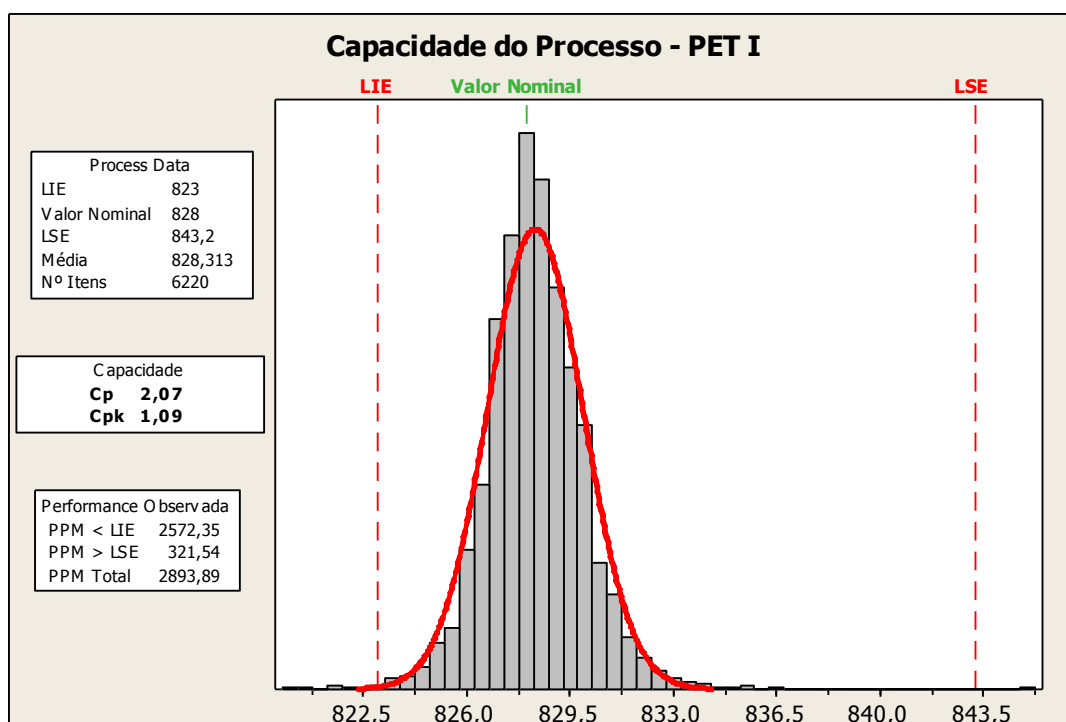


Figura 13: Capacidade PET I

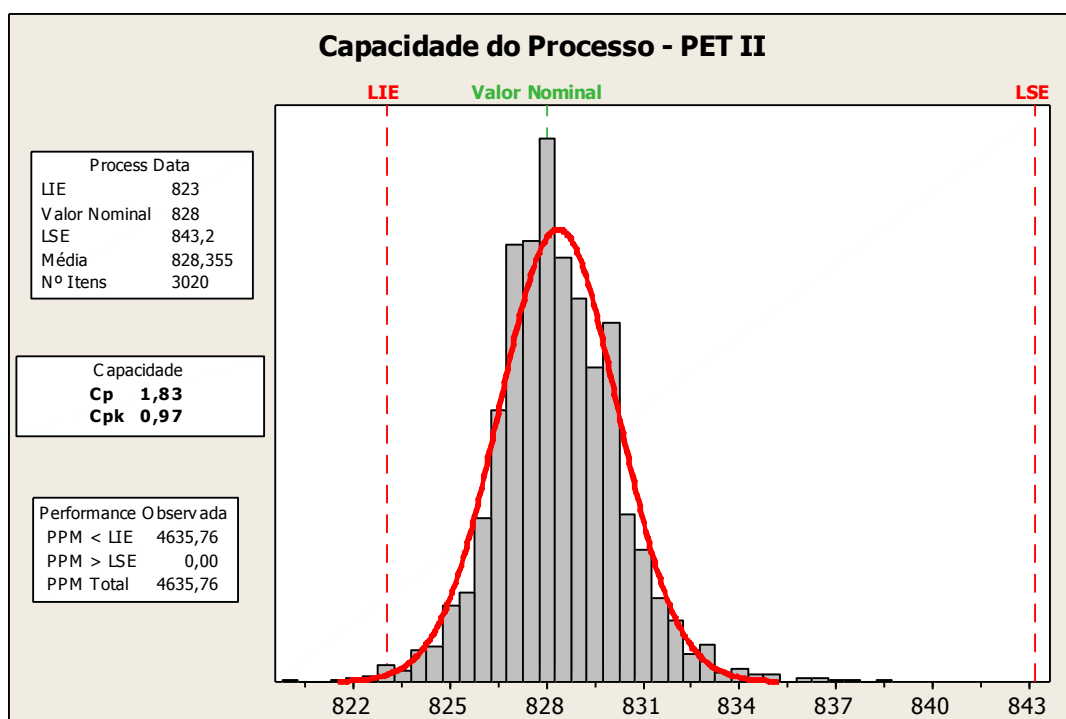


Figura 14: Capacidade PET II

3.14 Análises

3.14.1 Análises Para Linha PET I

Percebe-se que a linha central na figura 9 e 11, está em 828,313 g, esse valor está acima dos LSC utilizado pela empresa. Entretanto, na análise proposta que utiliza para definir os limites de controle, mais ou menos três desvios padrão, nota-se que a média está dentro dos limites de controle.

O valor do desvio padrão do processo calculado 1,604, o qual é superior ao estabelecido no projeto do processo (valor máximo 1).

Baseado nos conceitos de avaliação de Werkema (1995) classifica-se o processo como fora de controle que produz itens defeituosos.

Dessa forma, pode-se afirmar que o processo não está sob controle estatístico, pois apresenta uma elevada dispersão com muitos pontos fora dos limites de controle.

O valor encontrado para a capacidade potencial do processo (C_p) foi 2,07 e a capacidade real do processo (C_{pk}) encontrada foi 1,09. Pode-se afirmar que o processo não trabalha com toda a sua capacidade, pois o C_p é bem maior que o C_{pk} .

Dessa forma, ao utilizar o valor de C_{pk} , pode-se afirmar que o processo é aceitável.

Observa-se que o processo está centrado próximo ao valor nominal, entretanto, esse valor está muito próximo do LIE. Isso se confirma na análise da performance do processo, que dá uma probabilidade de ocorrência de itens abaixo do LIE de aproximadamente 2500 ppm.

Para a medida da capacidade do processo é necessário que o processo esteja sob controle estatístico. Apesar do processo estar visivelmente fora de controle estatístico, foi feita a análise da capacidade do mesmo, buscando uma base numérica de desempenho desse processo.

3.14.2 Análises Para Linha PET II

Percebe-se que a linha central nas figuras 10 e 12, está em 828,355 g, esse valor está acima dos LSC utilizado pela empresa. Entretanto, na análise proposta que utiliza para definir os limites de controle, mais ou menos três desvios padrão, nota-se que a média está dentro dos limites de controle.

O valor do desvio padrão do processo calculado foi 1,814, o qual é superior ao estabelecido no projeto do processo (valor máximo 1).

Baseado nos conceitos de avaliação de Werkema (1995), classifica-se esse processo como fora de controle que produz itens defeituosos.

Dessa forma, pode-se afirmar que o processo não está sob controle estatístico, pois apresenta uma elevada dispersão com muitos pontos fora dos limites de controle.

O valor encontrado para a capacidade potencial do processo (C_p) foi 1,83 e a capacidade real do processo (C_{pk}) encontrada foi 0,97. Utilizando o valor de C_{pk} , afirma-se que o processo é incapaz ou inadequado. Pode-se afirmar que o processo não trabalha com toda a sua capacidade, pois o C_p é bem maior que o C_{pk} .

Observa-se que o processo está centrado próximo ao valor nominal, entretanto, esse valor está muito próximo do LIE. É interessante, para a empresa, trabalhar com o processo centrado no valor nominal, caso ocorra alguma variação é melhor que seja para abaixo que para cima do valor nominal, pois se acaba cobrando por um valor maior do que foi realmente envasado. Isso se confirma na análise da performance do processo, que dá uma probabilidade de ocorrência de itens abaixo do LIE de aproximadamente 4500 ppm.

Para a medida da capacidade do processo é necessário que o processo esteja sob controle estatístico. Apesar do processo estar visivelmente fora de controle estatístico, foi feita a análise da capacidade do mesmo, buscando uma base numérica de desempenho desse processo.

3.15 Proposta

Uma proposta para controlar o processo de envase de óleo de soja é implantar o CEP nesse processo. De acordo com Hradesky (1989 apud Toledo et al), para que o Controle Estatístico de Processos seja eficaz é necessária uma forte de ação administrativa.

Será apresentado a seguir um método sistemático para a implantação do CEP, proposto por Hradesky (1989). Esse método divide-se em 12 etapas, que constituem o Processo do Aperfeiçoamento da Produtividade e da Qualidade (PAPQ).

Toledo resume o método de Hradesky da seguinte forma:

- a) Identificação do projeto: Essa etapa define claramente a área com problemas e desenvolve o estudo de viabilidades de custos para o projeto.
- b) Planejando e reportando: Destina-se a manter o projeto dentro do cronograma em termos de tempo e de desempenho de metas.
- c) Medindo desempenho: Essa etapa estabelece um método para medir desempenho em qualidade, em produtividade ou aderência a cronogramas, relativos a metas de clientes. Os principais elementos da etapa

são: desenvolver métodos de medição, coletar dados, reportar desempenhos e demonstrar graficamente a evolução.

- d) **Análise e solução de problemas:** Essa etapa é a primeira que é dirigida para o real aperfeiçoamento de processos.
- e) **Capacidade da inspeção:** Define critérios para aceitação e para rejeição de um determinado processo de inspeção e de ensaio e estabelece um cenário para a próxima etapa do PAPQ.
- f) **Capacidade do processo:** Essa etapa é um procedimento sistemático para se determinar a variação natural ou inerente a um processo. A força dessa etapa é que a mesma demonstra se o processo é realmente capaz de satisfazer os objetivos estabelecidos na etapa 1.
- g) **Matriz de ações corretivas e preventivas:** Essa etapa “fecha o círculo” da aplicação do CEP. Fornece ações específicas para que um processo fora de controle volte a ser controlado.
- h) **Procedimento para controle do processo:** Essa etapa documenta o método para introdução e manutenção do CEP, além de estabelecer responsabilidades departamentais para as diferentes atividades associadas ao CEP, incluindo instalação, manutenção e monitoramento de gráficos de controle, de registro de eventos e de matrizes de ações corretivas e preventivas. Também designa quem deve fazer o que, quando o processo está fora de controle.
- i) **Implementação de controle de processo:** A equipe realiza reuniões para rever as listas de exigências, confirmar se a documentação está completa, fazer esclarecimentos e garantir comprometimento com as responsabilidades.
- j) **Prevenção de problemas:** Nessa etapa a equipe tenta antecipar problemas futuros e desenvolver ações preventivas necessárias ou planos eventuais para tratar desses problemas.
- k) **Responsabilidade por não-conformidade:** Essa etapa identifica e reporta tipos de não-conformidades em suas fontes.
- l) **Medindo eficácia:** A atividade final da equipe é assegurar que a qualidade do produto final satisfaça as exigências dos clientes.

A implementação bem-sucedida de PAPQ em doze etapas é resultado da mudança de cultura da organização. Uma empresa deve se organizar para aprender a usar o CEP, executar o processo e, sistematicamente, solucionar seus problemas.

4 CONCLUSÃO

O controle estatístico de processos é uma ferramenta adequada para promover a melhoria da eficiência do processo, reduzindo perdas. Com um bom controle de processos é possível prever defeitos e evitar a geração de itens não-conformes.

O uso de ferramentas estatísticas dá suporte à tomada de decisão, fornecendo dados concretos e evitando palpites na definição de limites de controle.

No estudo de caso analisado é possível concluir que o processo não está sob controle estatístico. Os gráficos de capacidade mostram que o processo não está centrado, porém está próximo do valor nominal evitando desperdícios. A proximidade do LIE traz o problema de poder gerar itens não-conformes que se não são detectados, serão repassados ao varejo. O INMETRO verifica o conteúdo efetivo de produtos pré-medidos, caso o produto esteja com um peso inferior a 814,2 g a 20°C, a empresa é multada. A legislação não fala nada à respeito de produtos com conteúdo maior que o nominal, o problema nesse caso é a perda financeira da empresa.

É muito difícil projetar um processo sem a existência de variações, entretanto, quanto menor a variabilidade, melhor será o processo. A variabilidade da linha PET I é menor que a medida para a linha PET II. Sendo assim, o processo da linha PET II tem maior probabilidade de gerar itens não-conformes.

Este estudo permitiu demonstrar que o CEP, se bem conduzido, pode influenciar positivamente o processo produtivo. Para o bom funcionamento do CEP é necessário um forte envolvimento administrativo para a implantação e manutenção do mesmo. Dessa forma, faz-se necessária uma mudança cultural na empresa.

REFERÊNCIAS

ANANP – AGÊNCIA GOIANA DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS PÚBLICOS. Diretrizes Básicas para a Implantação do Controle Estatístico de Processos. Disponível em:
<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/links/arq_759_ControlAdeAprocessos.pdf>. Acesso Setembro de 2007.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC - Controle de Qualidade Total:** (No Estilo Japonês). 4. ed. Belo Horizonte: Bloch Editores S. A., 1992. 229 p.

COCAMAR COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL. História da Cocamar. Disponível em:
<http://www.cocamar.com.br/cocamar/Portal/a_cocamar/historia.html>. Acesso Maio de 2007.

COSTA, Antonio Fernando Branco; EPPRECHT, Eugenio Kahn; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Controle Estatístico de Qualidade.** São Paulo: Atlas, 2003. 334 p.

DAVIS, Mark M.; AQUILIANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B.. **Fundamentos da Administração da Produção.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 598 p.

DRUMOND, Fátima Brant; WERKEMA, Maria Cristina Catarino; AGUIAR, Sílvio. **Análise de Variância: Comparação de Várias Situações.** 6. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996. 302 p.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações.** 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2004. 598 p.

MINITAB BRASIL. Minitab 15. Disponível em: <<http://www.minitabbrasil.com.br/>>. Acesso setembro de 2007.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade.** 4. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2004. 513 p.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 747 p.

VIEIRA, Sonia. **Estatística para a Qualidade.** 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 198 p.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Werkema Editora, 1995. 290 p.

ANEXO A – Portaria INMETRO nº 74, de 25 de maio de 1995

Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO

Portaria INMETRO nº 74, de 25 de maio de 1995

O Presidente do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, no uso de suas atribuições legais, em conformidade ao disposto nas alíneas "a" e "c", respectivamente dos itens 4.1 e 4.2, ambos da Regulamentação Metrológica aprovada pela Resolução CONMETRO nº 11, de 12 outubro de 1988, e tendo em vista a Resolução nº 91/94 do Grupo Mercado Comum – MERCOSUL, resolve:

- Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico Metrológico que com esta baixa, estabelecendo os critérios para a verificação do conteúdo líquido de produtos pré-medidos com conteúdo nominal igual, e comercializados nas grandezas de massa e volume.
- Art. 2º Esta Portaria entra em vigor para os produtos originários do MERCOSUL, na data de sua publicação.
- Art. 3º Esta Portaria entra em vigor em 01 de janeiro de 1996, revogando as disposições em contrário.

Julio Cesar Carmo Bueno

Presidente do INMETRO

Regulamento Técnico Metrológico a que se refere a Portaria INMETRO nº 74 de 25 de maio de 1995

- 1 Objetivo:
 - 1.1 Este Regulamento Técnico Metrológico estabelece os critérios para verificação do conteúdo efetivo de produtos pré-medidos, com conteúdo nominal igual, expresso em unidades do Sistema Internacional de Unidades.
- 2 Aplicabilidade
 - 2.1 Aplica-se ao controle metrológico de produtos pré-medidos verificados em fábricas (linhas de produção), depósitos e pontos de venda, comercializados nas grandezas de massa e volume.
- 3 Definições:
 - 3.1 Produtos Pré-Medidos:

É todo produto embalado e/ou medido sem a presença do consumidor e, em condições de comercialização.
 - 3.2 Produto Pré-Medido de conteúdo nominal igual:

É todo produto embalado e/ou medido sem a presença do consumidor, com conteúdo nominal igual e predeterminado na embalagem durante o processo de fabricação.
 - 3.3 Conteúdo Efetivo:

É a quantidade de produto contida na embalagem.
 - 3.4 Conteúdo Efetivo Drenado:

É a quantidade de produto contido na embalagem, descontando-se qualquer líquido, solução, caldo, segundo metodologia própria.

3.5 Conteúdo Nominal (Q_n):

É a quantidade líquida indicada na embalagem do produto.

3.6 Erro para menos em relação ao conteúdo nominal:

É a diferença para menos entre o conteúdo efetivo e o conteúdo nominal.

3.7 Incerteza de medição do conteúdo líquido ou efetivo:

É o erro existente na medição, o qual deve estar no intervalo $\pm 0,2 T$ (T encontra-se na tabela I).

3.8 Lote:

3.8.1 na fábrica:

É o conjunto de produtos de um mesmo tipo, processados por um mesmo fabricante, ou fracionados em um espaço de tempo determinado, em condições essencialmente iguais. Considera-se espaço de tempo determinado, a produção de uma hora, sempre que a quantidade de produtos for igual ou superior a 150 (cento e cinquenta) unidades. Caso esta quantidade supere 10000 (dez mil) unidades, o excedente poderá formar novo(s) lotes(s).

3.8.2 no depósito:

Considera-se lote a quantidade de produto igual ou superior a 150 (cento e cinquenta) unidades do mesmo tipo de produto, marca e conteúdo nominal. Caso esta quantidade supere 10000 (dez mil) unidades o excedente poderá formar novo(s) lotes(s).

3.8.3 no ponto de venda:

Considera-se lote a quantidade de produto igual ou superior a 50 (cinquenta) unidades do mesmo tipo de produto, marca e conteúdo nominal. Caso esta quantidade supere 10000 (dez mil) unidades, o excedente poderá formar novos(s) lotes(s).

3.9 Controle destrutivo: _____

É o controle no qual é necessário abrir ou destruir as embalagens a verificar.

3.10 Controle não destrutivo: _____

É o controle no qual não é necessário abrir ou destruir as embalagens a verificar.

3.11 Tolerância individual (T):

É a diferença permitida para menos entre o conteúdo efetivo e o conteúdo nominal (indicado na tabela I).

3.12 Amostra do lote:

É a quantidade de produtos pré-medidos retirados aleatoriamente do lote e que serão efetivamente verificados. (indicada nas tabelas II e III).

3.13 Amostra para determinação do peso da embalagem:

É a amostra retirada para o cálculo do peso da embalagem do produto pré-medido.

3.13.1 Peso da embalagem na linha de produção:

3.13.1.1 Se o peso da embalagem for inferior a 5% (cinco) por cento do conteúdo nominal, será usado o valor médio de uma amostra de 25 (vinte e cinco) embalagens.

- 3.13.1.2 Se o peso da embalagem for maior do que 5% (cinco) por cento do conteúdo nominal, será usado o valor médio das 25 (vinte e cinco) embalagens, desde que, o seu desvio padrão seja menor do que 0,25T.
- 3.13.1.3 Se o peso da embalagem for maior do que 5% (cinco) por cento do conteúdo nominal e o seu desvio padrão for maior do que 0,25T será feito ensaio destrutivo individual das embalagens de amostra.
- 3.13.2 Peso da embalagem no depósito ou no ponto de venda:
- 3.13.2.1 Se o peso da embalagem for inferior a 5% (cinco) por cento do conteúdo nominal, será usado o valor médio de uma amostra de 6 (seis) embalagens.
- 3.13.2.2 Se o peso da embalagem for maior do que 5% (cinco) por cento do conteúdo nominal, será usado o valor médio das 6 (seis) embalagens, desde que, o seu desvio padrão seja menor do que 0,25T.
- 3.13.2.3 Se o peso da embalagem for maior do que 5% (cinco) por cento do conteúdo nominal e o seu desvio padrão for maior do que 0,25T, será feito ensaio destrutivo individual das embalagens da amostra.

3.14 Média da amostra (\bar{x}):

É definida pela equação:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} X_i}{n}$$

x_i: é o conteúdo efetivo de cada produto;

n: é o número de produtos

3.15 Desvio padrão da amostra (s):

É definido pela equação:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

x_i: é o conteúdo efetivo de cada produto;

n: é o número de produtos.

4 Tolerâncias individuais admissíveis para Massa e Volume:

TABELA I

| Conteúdo Nominal Qn g ou ml | Tolerância Individual T | |
|--------------------------------|-------------------------|---------|
| | Percentual de Qn | g ou ml |
| 5 a 50 | 9 | - |
| 50 a 100 | - | 4,5 |
| 100 a 200 | 4,5 | - |
| 200 a 300 | - | 9 |
| 300 a 500 | 3 | - |
| 500 a 1000 | - | 15 |
| 1000 a 10000 | 1,5 | - |
| 10000 a 15000 | - | 150 |
| 15000 a 25000 | 1 | - |

Qn é o conteúdo nominal do produto

- 1 - Valores de T para Qn menor ou igual a 1000g ou ml devem ser arredondados em 0,1g ou ml para mais.
- 2 - Valores de T para Qn maior do que 1000g ou ml devem ser arredondados para o inteiro superior em g ou ml.

5 Critérios de aprovação do lote:

O lote submetido a verificação é aprovado quando as condições 5.1.1 e 5.1.2 são simultaneamente atendidas.

5.1.1 Critério para a média:

TABELA II

| Tamanho do lote | Tamanho da amostra | Critério de aceitação para a média |
|-----------------|--------------------|------------------------------------|
| 50 a 149 | 20 | $\bar{x} \geq Qn - 0,640 s$ |
| 150 a 4000 | 32 | $\bar{x} \geq Qn - 0,485 s$ |
| 4001 a 10000 | 80 | $\bar{x} \geq Qn - 0,295 s$ |

\bar{x} : é a média da amostra;

Qn: é o conteúdo nominal do produto;

s: é o desvio padrão da amostra

5.1.2 Critério individual:

É admitido um máximo de c unidades abaixo de $Qn - T$

TABELA III

| Tamanho do lote | Tamanho da amostra | Critério de aceitação individual (c) |
|-----------------|--------------------|--|
| 50 a 149 | 20 | 1 |
| 150 a 4000 | 32 | 2 |
| 4001 a 10000 | 80 | 5 |

5.1.2.1 Para produtos que por sua falta de homogeneidade, descontinuidade, instabilidade de peso no decorrer do tempo ou outro fator que aumente de modo considerável a dispersão de seu conteúdo efetivo, admite-se uma exceção ao item 5.1.2 para:

- a) produtos com indicação de peso drenado;
- b) produtos cujo peso da menor unidade supera 1,5 vezes a tolerância T;
- c) produtos com perda significativa de peso por secagem ou outros efeitos de armazenamento, definidos pelo INMETRO;
- d) produtos congelados.

Para estes produtos, admite-se um máximo de c unidades abaixo de $Q_n - 2T$.

Q_n é o conteúdo nominal do produto;

T é obtido na tabela I;

c é obtido na tabela II

Nota: permanece inalterado o item 5.1.1

ANEXO B – Portaria nº 096, de 07 de abril de 2000

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO

Portaria nº 096, de 07 de abril de 2000

O PRESIDENTE DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO, no uso de suas atribuições, conferidas pelo parágrafo 3º do artigo 4º, da Lei nº 5966, de 11 de dezembro de 1973, tendo em vista o estatuído no artigo 3º, incisos II e III, da Lei nº 9.933, de 20 de dezembro de 1999, e a Resolução GMC nº 58/99 do MERCOSUL, resolve baixar as seguintes disposições:

- Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico Metrológico que com esta baixa, estabelecendo critérios sobre o controle de Produtos Pré-Medidos comercializados em unidade de massa e volume de conteúdo nominal igual, de lotes de 5 a 49 unidades no ponto de venda.
- Art. 2º Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União.

ARMANDO MARIANTE CARVALHO
Presidente do INMETRO

REGULAMENTO TÉCNICO METROLÓGICO A QUE SE REFERE A PORTARIA INMETRO N^o 96 ,
DE 07 DE abril DE 2000

1 - OBJETIVO:

- 1.1 – Este Regulamento Técnico Metrológico estabelece os critérios para verificação do conteúdo efetivo de produtos pré-medidos com conteúdo nominal igual, expresso em unidades de massa e volume.

2 – CAMPO DE APLICAÇÃO

- 2.1 – Este Regulamento Técnico Metrológico aplica-se ao controle metrológico de produtos pré-medidos comercializados em lotes de 5 a 49 unidades no ponto de venda.

3 - DEFINIÇÕES:

- 3.1 – Lote em ponto de venda
Considera-se lote a quantidade de produto inferior a 50 (cinquenta) unidades do mesmo tipo de produto, marca e conteúdo nominal.
- 3.2 – Tolerância individual (T)
É a diferença tolerada para menos, entre o conteúdo efetivo e o conteúdo nominal, indicado na Tabela I deste Regulamento.
- 3.3 – Amostra do lote
É a quantidade de produto pré-medido que será efetivamente verificada (indicada na Tabela II).
- 3.4 – Média da amostra (\bar{X})
É definida pela equação:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} X_i}{n}$$

x = é o conteúdo efetivo de cada produto

n = é o número de produtos

- 3.5 – Desvio padrão da amostra
É definido pela equação:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

x_i = é o conteúdo efetivo de cada produto

n = é o número de produtos

n1

Nota: No caso de que o tamanho do lote seja de 5 a 14, inclusive, n é igual ao tamanho do lote.

4 – TOLERÂNCIAS INDIVIDUAIS ADMISSÍVEIS PARA MASSA E VOLUME

Tabela I

| Conteúdo nominal Qn g ou ml | Tolerância Individual T | |
|--------------------------------|-------------------------|---------|
| | Percentual de Qn | g ou ml |
| 5 a 50 | 9 | - |
| 50 a 100 | - | 4.5 |
| 100 a 200 | 4.5 | - |
| 200 a 300 | - | 9 |
| 300 a 500 | 3 | - |
| 500 a 1000 | - | 15 |
| 1000 a 10000 | 1.5 | - |
| 10000 a 15000 | - | 150 |
| 15000 a 25000 | 1 | - |

Obs.: 1- Valores de T para Qn, menor ou igual a 1000g ou ml, devem ser arredondados em 0,1 g ou ml para mais.
2 - Valores de T para Qn maior do que 1000g ou ml, devem ser arredondados para o inteiro superior em g ou ml.

5 – CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO DO LOTE
O lote submetido a verificação é aprovado quando as condições 5.1 e 5.2 são simultaneamente atendidas.

5.1 Critério para a média

Tabela II

| Lote | Amostra do lote | Critério de aceitação para a média |
|---------|-----------------|------------------------------------|
| 5 | 5 | $x \geq Qn - 2,059.s$ |
| 6 | 6 | $x \geq Qn - 1,646.s$ |
| 7 | 7 | $x \geq Qn - 1,401.s$ |
| 8 | 8 | $x \geq Qn - 1,237.s$ |
| 9 | 9 | $x \geq Qn - 1,118.s$ |
| 10 | 10 | $x \geq Qn - 1,028.s$ |
| 11 | 11 | $x \geq Qn - 0,995.s$ |
| 12 | 12 | $x \geq Qn - 0,897.s$ |
| 13 | 13 | $x \geq Qn - 0,847.s$ |
| 14 a 49 | 14 | $x \geq Qn - 0,805.s$ |

x = é a média da amostra

Qn = é o conteúdo nominal do produto

s = é o desvio padrão da amostra

5.2 – Critério individual
Não são admitidos valores inferiores a $Qn - T$ para as unidades que compõem a amostra (tolerância individual T, tabela I)

5.2.1 – Para produtos que por sua falta de homogeneidade, descontinuidade, instabilidade de peso no decorrer do tempo ou outro fator que aumente de modo considerável a dispersão do seu conteúdo efetivo, admite-se uma exceção ao item 5.2 para:

- a) produtos com indicação de peso drenado;
- b) produtos cujo peso da menor unidade supera 1,5 vezes a tolerância T;
- c) produtos com perda significativa de peso por secagem ou outros efeitos de armazenamento, definidos pelo INMETRO;
- d) produtos congelados

Para estes produtos, admite-se uma tolerância de Q_n-2T , permanecendo inalterado o item 5.1

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900
Tel: (044) 3261-4324 / 4219 Fax: (044) 3261-5874