

UFSC CTC PPGEP	Universidade Federal de Santa Catarina Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Dissertação	
Rosely Antunes de Souza	Rosely Antunes de Souza  ANÁLISE DA QUALIDADE DO PROCESSO DE ENVASE DE AZEITONAS VERDES ATRAVÉS DE ALGUMAS FERRAMENTAS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO  Dissertação de Mestrado  Florianópolis Setembro/2003
2003	

Rosely Antunes de Souza

ANÁLISE DA QUALIDADE DO PROCESSO  
DE ENVASE DE AZEITONAS VERDES  
ATRAVÉS DE ALGUMAS FERRAMENTAS  
DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE  
PROCESSO

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito parcial para a obtenção  
do grau de Mestre em  
Engenharia de Produção.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Robert Wayne Samohyl, PhD

Florianópolis  
Setembro/2003

**Rosely Antunes de Souza**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DO PROCESSO DE  
ENVASE DE AZEITONAS VERDES ATRAVÉS DE  
ALGUMAS FERRAMENTAS DO CONTROLE  
ESTATÍSTICO DE PROCESSO**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para  
obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de  
Produção e Negócios com Ênfase em Estatística Aplicada** no Programa de  
Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 12 de setembro de 2003.

Prof<sup>o</sup>. Edson Pacheco Paladini, Dr.  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

BANCA EXAMINADORA

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>o</sup>. Robert Wayne Samohyl, PhD.  
Universidade Federal de Santa Catarina

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>o</sup>. Marcelo Menezes Reis, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>o</sup>. Paulo José Ogliari, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Isolde Terezinha S. Previdelli, Ms.  
Universidade Estadual de Maringá

## Ficha Catalográfica

S729a Souza, Rosely Antunes de  
ANÁLISE DA QUALIDADE DO PROCESSO DE ENVASE DE AZEITONAS  
VERDES ATRAVÉS DE ALGUMAS FERRAMENTAS DO CONTROLE  
ESTATÍSTICO DE PROCESSO.  
Rosely Antunes de Souza. – Florianópolis : [s.n.], 2003.  
102 f. : il. ; 30 cm  
Orientador : Prof. PhD Robert Wayne Samohyl  
Dissertação (Mestrado) - UFSC. Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção. Florianópolis, 2003.  
Bibliografia : f. 89-91  
1. Controle de qualidade – Métodos estatísticos.  
2. Embalagens Controle de qualidade.  
3. Controle estatístico de processo.  
4. Administração da produção.  
5. Alimentos – Embalagens.  
6. Azeitona – Processo de envase.  
I. Samohyl, Robert Wayne, orient.  
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia de Produção  
III. Título.

CDD : 658.56

**CDU : 658.56**

## DEDICATÓRIA

Ao meu pai Josias (in Memoriam) pelo exemplo de vida  
que me deu.  
A minha Mãe Josefa, incentivou-me para que alcançasse  
esta conquista.  
Aos meus irmãos Ruben, Inês e Eliana.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pela presença sempre constante.  
Ao Profº. Robert Wayne Samohyl, pela orientação, apoio e amizade, recebida durante a realização deste curso.  
À Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.  
Aos professores do curso de Pós-graduação da UFSC.  
Aos professores: Dr. Marcelo Menezes Reis, Dr. Paulo José Ogliari e Ms. Isolde Terezinha Santos Previdelli integrantes da banca.  
Aos colegas Décio Antonio Baraviera e Silvana Ligia Vincenzi Bortolotti, pelo encorajamento, companheirismo ao longo de minha carreira acadêmica e, principalmente, durante a realização deste curso.  
À Universidade Estadual de Maringá.  
A todos alunos do curso de Mestrado que foram amigos e companheiros.  
Aos dirigentes e funcionários da Indústria de Alimentos Zaeli, pela valiosa colaboração, disponibilidade e confiança, sem os quais este trabalho não se concretizaria.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

SOUZA, Rosely Antunes. **ANÁLISE DA QUALIDADE DO PROCESSO DE ENVASE DE AZEITONAS VERDES ATRAVÉS DE ALGUMAS FERRAMENTAS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO**; 2003; 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Negócios com ênfase em Estatística Aplicada) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis – SC, Brasil.

A presente dissertação tem como objetivo avaliar a qualidade do processo de envase de azeitonas verdes, através das ferramentas do Controle Estatístico de Processos, na Indústria de Alimentos Zaeli. O estudo baseia-se no Controle Estatístico da Qualidade, já que tais ferramentas podem proporcionar aos gestores do processo produtivo a manutenção e melhoria dos níveis de qualidade, bem como o controle e garantia de suas especificações, visando à satisfação do consumidor e à lucratividade da empresa. Para tanto, se buscou revisar os conceitos relacionados ao controle de qualidade e suas ferramentas estatísticas e também os conceitos relacionados ao produto, descrevendo-se posteriormente o processo produtivo de envase de azeitonas, da empresa estudada. Identificam-se os característicos a serem monitorados, a porcentagem de itens defeituosos, retirados na inspeção final do processo, o custo das perdas, detecta-se os fatores das causas que afetam o bom funcionamento do processo, e verifica-se se estão dentro das especificações nas variáveis em estudo. Nesses procedimentos são aplicadas várias técnicas estatísticas como: Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Gráficos de Controle, Histogramas e Capacidade de Processos. Os resultados mostraram uma porcentagem de 3,8% de defeituosos e as variáveis estudadas não atendem às especificações, demonstrando processo incapaz, necessitando-se que seja realizado um acompanhamento sistemático, pois existem algumas falhas no processo que, se controladas, poderia não só melhorar a lucratividade da empresa como também a qualidade do produto.

**Palavras-chave:** Controle Estatístico da Qualidade, processo e azeitonas verdes.

## ABSTRACT

Souza, Rosely Antunes.; **QUALITY ANALYSIS OF GREEN OLIVES BOTTLING PROCESSING THROUGH SOME CONTROL TOOLS OF STATISTICAL CONTROL PROCESSE**; 2003; 102 p. Thesis (Master in Production Engineering and Business with emphasis in Applied Statistics) - Post Graduation Program in Production Engineering, UFSC, Florianopolis-SC, Brazil.

This paper aims at analyzing the process quality of green olives bottling through Statistical Process Control at Zaeli Foods Industry. The study is based on the Statistical Quality Control since such tools can give the managers of the productive process the maintenance and improvement of the quality levels, as well as the control and guarantee of its specification aiming at the consumer's satisfaction and the profit of the company. Thus, the concepts related to the quality control and its statistics tools were revised, as well as the concepts related to the product. Later the productive process of the olive bottling in the studied company was described. The characteristics to be monitored were identified, as well as the percentage of damaged items removed in the final inspection of the process and the loss cost. The factors of the causes that affect the good working of the process were detected and they were verified if they were inside the specification in the variables being studied. Several statistics techniques are applied in these procedures; such as Pareto Diagram, Cause and Effect Diagram, Control Graphics, Histograms, and Process Capacity. The results showed a percentage of 3,8% of damaged ones and the studied characteristics do not attend the specification, showing a n unable process, needing a systematic accompaniment to be done, because there are some failures in the process that if controlled could improve both the profit of the company and the quality of the product.

Key words: Statistical Quality Control, process and green olive.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>XII</b>
<b>LISTA DE SIGLAS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2 – JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 – OBJETIVOS DO TRABALHO.....</b>	<b>16</b>
1.3.1 – Objetivo Geral.....	16
1.3.2 – Objetivos Específicos .....	16
<b>1.4 – ESTRUTURA DO TRABALHO .....</b>	<b>17</b>
<b>1.5 – AS LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....</b>	<b>17</b>
<b>2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 – QUALIDADE .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 – PROCESSO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4 – VARIABILIDADE.....</b>	<b>21</b>
<b>2.5 – CONTROLE DE QUALIDADE .....</b>	<b>22</b>
<b>2.6 – CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.7 – AZEITONA .....</b>	<b>25</b>
2.7.1 – Preparação de Azeitonas de Mesa .....	25
2.7.2 – Composição Nutricional da Azeitona .....	25
2.7.3 – Determinação do pH da salmoura adicionado as azeitonas.....	26
2.7.4 – Classificação das azeitonas de mesa .....	26
2.7.5 – Determinação do nível de vácuo (pressão negativa) nos frascos de azeitonas.....	27
<b>2.8 – FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DO CONTROLE DA QUALIDADE .....</b>	<b>28</b>
2.8.1 – Diagrama de Causa e Efeito .....	28
2.8.3 – Gráfico de Pareto.....	30
2.8.5 – Histograma .....	32
2.8.6 – Gráfico de Controle .....	34
2.8.6.1 – Padrões de comportamento dos gráficos de controle .....	36
2.8.6.2 – Tipos de gráficos de controle .....	39
<b>2.9 – CAPACIDADE DE PROCESSOS .....</b>	<b>40</b>
2.9.1 – Índice de Capacidade.....	41
2.9.2 – Índice de desempenho do Processo (Cpk) .....	42
2.9.3 – Avaliação gráfica da capacidade do processo .....	42

<b>3 – MODELO PARA AVALIAR A QUALIDADE DO PROCESSO DE ENVASE DE AZEITONAS VERDES.....</b>	<b>45</b>
<b>3.1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2 – INDÚSTRIA DE ALIMENTOS ZAELI.....</b>	<b>46</b>
<b>3.3 – DESCRIÇÃO DO PROCESSO .....</b>	<b>47</b>
3.3.1 – O Sistema de Pasteurização.....	51
<b>3.5 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE ENVASE DE AZEITONAS VERDES .....</b>	<b>52</b>
<b>3.6 – ESCOLHA DOS CARACTERISTICOS DA QUALIDADE .....</b>	<b>54</b>
<b>4 – RESULTADOS.....</b>	<b>61</b>
<b>4.1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>4.2 – ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE.....</b>	<b>62</b>
<b>4.3 – AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO FINAL.....</b>	<b>62</b>
<b>4.4 – ANÁLISE DAS VARIÁVEIS: PESO LÍQUIDO DRENADO; VÁCUO E pH DA SALMOURA.....</b>	<b>67</b>
4.4.1 – Testando a normalidade das variáveis.....	68
<b>4.5 – RESULTADO DA VARIÁVEL PESO LÍQUIDO DRENADO .....</b>	<b>69</b>
<b>4.6 – RESULTADO DA VARIÁVEL VÁCUO .....</b>	<b>75</b>
<b>4.7 – RESULTADO DA VARIÁVEL PH DA SALMOURA .....</b>	<b>78</b>
<b>4.8 – ANALISANDO A CAPACIDADE DO PROCESSO.....</b>	<b>82</b>
<b>5 – CONCLUSÃO .....</b>	<b>85</b>
<b>5.1 – CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>85</b>
<b>5.2 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS. ....</b>	<b>88</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>92</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>99</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico de Causa e Efeito .....	29
Figura 2: Gráfico de Pareto .....	31
Figura 3: Histograma .....	32
Figura 4: Estrutura de um Gráfico de Controle.....	35
Figura 5: Exemplo de periodicidade em gráfico de controle.....	36
Figura 6: Exemplo de tendência em gráfico de controle .....	37
Figura 7: Exemplo de deslocamento em gráfico de controle.....	37
Figura 8: Exemplo de falta (a) e excesso (b) de variabilidade em gráfico de controle.....	38
Figura 9: Exemplo de seqüência de 7 pontos (a) e seqüência de 10 de 11 pontos em só um lado da linha média.....	38
Figura 10: Fases do Processo de envase de azeitonas verdes .....	47
Figura 11: Fluxograma antigo do processo de envase de azeitonas verdes.....	48
Figura 12: Fluxograma proposto do processo de envase de azeitonas verdes.....	53
Figura 13: Diagrama de Causa e Efeito para itens não-conformes no processo de envase azeitonas verdes.....	55
Figura 14: Foto da máquina <i>Gherri</i> com vista parcial do processo, visualiza-se em (A) a mesa giratória com os frascos de vidro, túnel esterilizador de frascos (B), tanque dosador de salmoura (C) ao fundo os tonéis com as azeitonas para o processamento (D).....	59
Figura 15: Foto com vista parcial da linha de produção do envase de azeitonas verde, destacando-se em (A) tanque de lavagem, em (B) mesa para seleção das azeitonas, em (C) esteira rolante em elevação para levar as azeitonas até a mesa niveladora para o envase.....	59
Figura 16: Foto parcial da máquina <i>Gherri</i> , se destaca (A) o frasco já pasteurizado, passando pelo processo de secagem, posteriormente passa pela datadeira (B) e a seguir pela rotuladeira (C), para inspeção final e encaixotamento (D).....	60
Figura 17: Gráfico de Controle “p” .....	64
Figura 18: Gráfico de Pareto para identificação dos tipos de defeitos .....	65

Figura 19: Custo anual de produção por tipo de defeito.....	67
Figura 20: Gráfico de controle $\bar{X}$ da variável peso líquido drenado .....	71
Figura 21: Gráfico de controle $s$ da variável peso líquido drenado.....	71
Figura 22: Gráfico de controle revisado $\bar{X}$ da variável peso líquido drenado.....	72
Figura 23: Gráfico de controle revisado $s$ da variável peso líquido drenado .....	72
Figura 24: Histograma referente a variável peso líquido drenado .....	73
Figura 25: Gráfico de controle $\bar{X}$ da variável vácuo.....	76
Figura 26: Gráfico de controle $s$ da variável vácuo.....	76
Figura 27: Histograma referente a variável vácuo.....	77
Figura 28: Gráfico de controle $\bar{X}$ da variável pH da salmoura .....	79
Figura 29: Gráfico de controle R da variável pH da salmoura .....	79
Figura 30: Gráfico de controle revisado $\bar{X}$ da variável pH da salmoura.....	80
Figura 31: Gráfico de controle revisado R da variável pH da salmoura .....	81
Figura 32: Histograma referente a variável pH da salmoura .....	81
Figura 33: Análise da capacidade do processo da variável peso líquido drenado ....	83
Figura 34: Análise da capacidade do processo da variável pH da Salmoura.....	84
Figura 35: Gráfico de probabilidade normal da variável peso líquido drenado.....	96
Figura 36: Gráfico de probabilidade normal da variável vácuo.....	96
Figura 37: Gráfico de probabilidade normal da variável pH da salmoura.....	97

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Observações do processo de envase de azeitonas verdes .....	63
Tabela.2: Ocorrência de tipos de defeitos na produção de azeitonas verdes .....	65
Tabela 3: Custo de produção de item não-conforme de azeitonas verdes .....	66
Tabela 1A: Distribuição de freqüência de 510 observações da variável peso líquido drenado .....	92
Tabela 2A: Distribuição de freqüência de 220 observações da variável vácuo.....	93
Tabela 3A: Distribuição de freqüência de 128 observações da variável pH da salmoura.....	93

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Formas mais comuns de histogramas.....	33
Quadro 2: Tipos de gráfico de controle por variável.....	39
Quadro 3: Tipo de gráfico de controle.....	40
Quadro 4: Análise gráfica da capacidade de um processo .....	43
Quadro 5: Classificação de processos a partir do índice de capacidade .....	43
Quadro 6: Interpretação do Índice $Cp_k$ .....	44
Quadro 7: Análise do diagrama de causa e efeito fator máquina.....	56
Quadro 8: Análise do diagrama de causa e efeito fator materiais.....	57
Quadro 9: Análise do diagrama de causa e efeito fator meio ambiente.....	57
Quadro 10: Análise do diagrama de causa e efeito fator mão-de-obra.....	58
Quadro 11: Análise do diagrama de causa e efeito fator medidas.....	58
Quadro 12: Variáveis em estudo, tamanho das amostras e estatística descritiva...	68
Quadro 13: Teste de normalidade Kolmogorov –Smirnov.....	69

## LISTA DE SIGLAS

CEQ	- Controle Estatístico da Qualidade
CEP	- Controle Estatístico de Processo
CQZ	- Centro de Qualidade Zaeli
LM	- Linha Média (de um Gráfico de Controle)
LIC	- Limite Inferior de Controle (de um Gráfico de Controle)
LSC	- Limite Superior de Controle (de um Gráfico de Controle)
R	- Amplitude (Intervalo) amostral (referente ao Gráfico de Controle de intervalo de Shewhart)
s	- Desvio Padrão amostral (referente ao Gráfico de Controle de desvio padrão)
p	- Percentual ou taxa de itens defeituosos em uma amostra (referente ao Gráfico de Controle <b>p</b> de Shewhart)
ISO9000	- Séries de padrões de Qualidade estabelecida pelo ISO (International Standard Organization)
Cp, CPk	- Índices de Capacidade de processo
GMP	- Programa de Práticas de Fabricação
HACCP	- Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

# 1 – INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados as considerações iniciais, justificativas pela escolha do tema, objetivo geral, objetivos específicos, e a estrutura do trabalho, bem como as limitações do trabalho.

## 1.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A sobrevivência das empresas no mercado competitivo atual está diretamente ligada à produção de itens de qualidade a um baixo custo. Nesse sentido, houve um grande avanço na implantação de Programas de Qualidade nas indústrias brasileiras e a concorrência, em escala mundial, obriga as empresas a buscarem maior eficiência administrativa e operacional.

Em uma sociedade em que os consumidores cada vez mais exigem qualidade nos produtos e serviços há uma crescente preocupação nas empresas não só em manter, mas em incrementar seu desempenho no que diz respeito à qualidade e à produtividade (MONTGOMERY, 1997) (PALADINI, 1997). Nesse contexto, começam a serem bastante utilizadas as Ferramentas Estatísticas no Controle da Qualidade nas indústrias brasileiras, seja para monitorar, controlar ou melhorar os processos produtivos, permitindo alteração, sempre que for detectado algum problema, tendo por isso, um caráter preventivo, seja para eliminar perdas, diminuir custos operacionais e aumentar a produtividade, o que leva a um aumento da lucratividade.

Atualmente, com a abertura do mercado mundial, alguns procedimentos anteriormente utilizados no âmbito empresarial tiveram que ser modificados visando a competição no mercado. Face ao exposto, este trabalho procura contribuir de alguma forma, usando as Ferramentas Estatísticas da Qualidade na Indústria de Alimentos Zaeli, localizada em Umuarama, Estado do Paraná, com alguns questionamentos, qual a quantidade de itens não-conformes produzidos no processo de envase de azeitonas verdes em frascos de vidros de 500 gramas de peso líquido drenado? Os itens produzidos no envase de azeitonas verdes (frascos de 500 gramas de peso líquido drenado), nas variáveis: peso líquido drenado, vácuo e pH da salmoura estão dentro das especificações?

Para atender às exigências do setor industrial, vêm-se investindo muito em desenvolvimento tecnológico e programas de qualidade. Estes pressupõem a definição, o controle e a garantia de especificações dos bens produzidos. Daí a hipótese de que esse trabalho, com a aplicação de algumas das Ferramentas Estatísticas aos dados do processo de envase de azeitonas verdes na Indústria de Alimentos Zaeli, demonstrará a quantidade de itens defeituosos produzidos e verificará se os itens produzidos estão dentro das especificações, detectando os possíveis problemas, o que contribuirá para a melhoria da produção do envase de azeitonas verdes em frascos de vidros de 500 gramas de peso líquido drenado.

## **1.2 – JUSTIFICATIVA**

Em um ambiente muito competitivo como o setor industrial, a melhoria contínua do processo só pode ser alcançada a partir do momento em que se tentam inserir novos procedimentos ou novas metodologias mediante a utilização de técnicas de planejamento e análise estatística mais sofisticada, tais como as Ferramentas Estatísticas do Controle da Qualidade.

Essas novas metodologias utilizam técnicas de monitoramento, controle e melhoria de processos, mediante análise estatística, e têm por finalidade analisar, identificar e eliminar as causas especiais de variação e outras condições operacionais anormais, colocando o processo sob controle estatístico (MONTGOMERY, 1997).

Os passos a serem seguidos incluem a medição do processo, a eliminação das suas variações para torná-lo consistente, o seu monitoramento e a melhoria do desempenho em relação aos seus padrões e especificações. Seus benefícios são: o aumento da consistência do produto, a melhoria da qualidade do produto, o aumento da produção e redução de desperdícios como sucata, “retrabalho” e paradas na linha de produção. Nesse contexto, a Indústria de Alimentos Zaeli vem buscando pleitear a certificação ISO 9000 de seus produtos e com isso estabelecer uma relação de confiança maior com o consumidor. Optou-se em realizar esta pesquisa no processo de envase de azeitonas verdes, para avaliar a qualidade do processo e propor metodologias da Engenharia de Produção.

## 1.3 – OBJETIVOS DO TRABALHO

### 1.3.1 – Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a qualidade do processo de envase de azeitonas verdes (frascos de vidro de 500 gramas de peso líquido drenado) através de algumas ferramentas estatísticas da qualidade.

### 1.3.2 – Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificar a porcentagem de itens defeituosos produzidos no envase de azeitonas verdes em frascos de 500 gramas de peso líquido drenado.
- Verificar o custo das perdas dos itens defeituosos produzidos no envase de azeitonas verdes em frascos de 500 gramas de peso líquido drenado.
- Detectar as causas que afetam o bom funcionamento do processo de envase de azeitonas verdes em frascos de 500 gramas de peso líquido drenado.
- Analisar, por meio dos gráficos de controle, a variabilidade do processo de envase de azeitonas verdes nos característicos em estudo.
- Verificar se os itens produzidos no processo de envase de azeitonas verdes (frascos de 500 gramas de peso líquido drenado) estão dentro das especificações nas variáveis: peso líquido drenado, vácuo e pH da salmoura.

## **1.4 – ESTRUTURA DO TRABALHO**

A pesquisa proposta está estruturada em cinco capítulos, os quais são descritos a seguir:

Capítulo 1 - São apresentados o tema abordado, a justificativa de sua realização, o objetivo geral e os específicos, e as limitações do trabalho.

Capítulo 2 - São apresentados os conceitos relacionados ao Controle Estatístico de Processo; um breve histórico da azeitona, bem como sua classificação; e também apresentam-se algumas Ferramentas do Controle Estatístico da Qualidade.

Capítulo 3 - Apresenta o modelo de avaliação da qualidade no processo em estudo.

Capítulo 4 - Apresenta a aplicação de Ferramentas Estatísticas do Controle da Qualidade no processo de envase de azeitonas verdes.

Capítulo 5 - Traz as considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

## **1.5 – AS LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

O presente trabalho tem algumas limitações tais como:

Não foram avaliadas as características da matéria-prima do processo. Com relação às técnicas estatísticas, não foi efetuada uma avaliação para um exato dimensionamento amostral. O tamanho das amostras utilizadas foi determinado, em alguns casos, pelo consenso entre diversos autores de Controle Estatístico de Processo, entre eles, FEIGENBAUM (1994), VIEIRA (1999), KUME (1993), PARANTHAMAN (1990). Não houve possibilidade de reaplicar os gráficos de controle com novas amostras e verificar a evolução das melhorias obtidas, já que o período para a realização do trabalho na indústria foi pequeno.

O próximo capítulo trará a revisão de literatura, os conceitos do Controle Estatístico da Qualidade, bem como o histórico da azeitona, o sistema produtivo, a classificação das azeitonas e a determinação do nível do vácuo.

## **2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo são apresentados os conceitos de Qualidade, Processo, Variabilidade, Controle da Qualidade e Controle Estatístico de Processos, uma breve síntese sobre as azeitonas.

São apresentadas as ferramentas estatísticas para o Controle Estatístico de Processos e Estudo de Capacidade de Processos, que podem ser utilizadas para identificar e analisar a variabilidade presente em processos produtivos de bens ou serviços.

### **2.1 – INTRODUÇÃO**

A qualidade, ao longo da história, vem sendo uma preocupação constante para o ser humano. Basta observar como a moradia, os carros, os objetos pessoais, a alimentação, a saúde, entre outros têm se tornado cada dia mais sofisticado e, ao mesmo tempo, mais confortáveis. Isso ocorre porque os consumidores estão mais exigentes. Um requisito essencial de bens é que eles sejam adequados ao uso, isto é, que eles atendam às expectativas das pessoas que vão fazer uso deles. Segundo JURAN (1974), adequação ao uso é o significado básico da palavra qualidade. E não somente sua adequação, mas também as circunstâncias econômicas envolvidas na produção e venda do produto. A qualidade tornou-se fator significativo, conduzindo empresas nos mercados nacionais e internacionais ao êxito e ao crescimento.

Busca-se então a aplicação de ferramentas estatísticas da qualidade nas indústrias, a fim de melhorar seu desempenho no que diz respeito à qualidade e produtividade e, em conseqüência, aumentar a sua lucratividade. Investimentos, quando acompanhados de rigorosos e eficazes programas de qualidade, têm gerado excelente rentabilidade nas empresas, permitindo avanços substanciais na penetração em mercados, melhorias significativas na liderança competitiva e na produtividade total, além de menores custos.

Ao longo dos anos, as técnicas e metodologias estatísticas vêm se tornando mais amplamente utilizadas e aceitas. No início, houve uma certa resistência por parte da indústria, o que foi contornado pela aproximação entre a estatística e os modernos programas de Controle de Qualidade. Sob o ponto de vista estatístico, o estudo da variabilidade da característica de qualidade do produto tem de ser avaliada dentro de lotes, em diferentes lotes, em equipamentos e em características críticas e padrões ou por parâmetros do processo produtivo. Técnicas Estatísticas analisam o comportamento do processo de fabricação, de maneira a tomar decisões e efetuar ações corretivas que permitam mantê-lo dentro de condições pré-estabelecidas (MONTGOMERY, 1997). Essas técnicas têm como objetivo evitar a produção de itens de qualidade insatisfatória, melhorando e assegurando a qualidade da produção para satisfazer os consumidores, reduzindo os custos de produção, evitando refugo e retrabalho, maximizando a produtividade, identificando e eliminando as causas de perturbações do processo e eliminando ou reduzindo a necessidade de inspeção de produtos.

## **2.2 – QUALIDADE**

Qualidade é uma das chaves para orientar, com eficácia, qualquer empresa que objetive crescimento de mercado e lucratividade. A eficiência das empresas nos negócios depende de seus produtos ou serviços, que devem ser confiáveis e consistentes, sem haver tolerância para perda de tempo e custo de falha. Qualidade é um modo de gerenciar organizações, que causa melhoramento nos negócios, e nas atividades técnicas, para permitir que sejam alcançados a satisfação dos consumidores, a eficiência de recursos humanos e os menores custos.

O termo Qualidade é extremamente vasto e abrangente, haja vista a definição de JURAN (1993) “Qualidade é adequação ao uso”. DEMING (1990) defende qualidade x preço ao afirmar que “Qualidade é atender continuamente às necessidades dos clientes a um preço que eles estejam dispostos a pagar”, ou como diz ISHIKAWA (1982) “Qualidade justa a preço justo”. PALADINI (1990) afirma que “não há forma de definir qualidade sem atentar para o atendimento integral ao cliente”.

De acordo com a definição de CAMPOS (1992), “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura, e no tempo certo, às necessidades do cliente”.

Muitas vezes, entretanto, o entendimento do termo qualidade, dificulta o seu significado. Essa dificuldade existe porque qualidade pode assumir diferentes definições e significados, para diferentes pessoas e situações, dependendo se quem a observa é um consumidor, um produtor ou, ainda, um órgão governamental (TOLEDO, 1987).

### **2.3 – PROCESSO**

Define-se processo como uma combinação entre o homem, os materiais, os equipamentos e o meio ambiente para fabricar um produto ou serviço. Mais especificamente, um processo é qualquer conjunto de condições ou conjunto de causas (sistema de causas) que trabalham simultaneamente para produzir um determinado resultado. “Processo é uma série sistemática de ações direcionadas para a consecução de uma meta”, JURAN (1995), o autor, ao conceituar processo, dessa forma, aplica-o em todas as relações, fabris ou não, incluindo mão-de-obra e as instalações. Já HRADESKY (1989) é mais específico, afirma que “processo é qualquer combinação de material, máquinas, ferramentas, métodos e pessoas que criam por meio de especificações produtos ou serviços desejados”. DAVIS *et al* (2001) define um processo como “qualquer passo ou conjunto de passos que estão envolvidos na conversão ou na transformação de insumos em resultados”. Para HARRINGTON (1993) “processo é qualquer atividade que recebe uma entrada (*input*), agrega-lhe valor e gera uma saída (*output*) para um cliente interno ou externo, fazendo uso dos recursos da organização para gerar resultados concretos”. Processo é um conjunto de causas que provoca um ou mais efeitos (CAMPOS, 1992), ISHIKAWA (1993) vai mais longe quando afirma que enquanto houver causas e efeitos, ou fatores de causa e características, todos podem ser processos. Conforme WERKEMA (1995b) “um processo pode ser definido, de forma sucinta, como um conjunto de causas que têm como objetivo produzir um determinado efeito, o qual é denominado produto do processo”.

## 2.4 – VARIABILIDADE

Para melhor compreender Controle de Processo é preciso que se entenda de variabilidade e como ela está diretamente ligada à qualidade do processo. A variabilidade, também denominada de variação ou dispersão, está presente em todos os processos de produção de bens ou de serviços, e ela pode ser medida por variáveis ou por atributos.

As técnicas estatísticas podem ser utilizadas para descrever, interpretar a variabilidade, e o emprego de ferramentas estatísticas contribui para a redução da variabilidade.

A variabilidade natural, devido à aleatoriedade inerente à natureza, torna praticamente impossível a produção de dois produtos ou serviços idênticos. Se essa variabilidade for pequena, ou seja, não causar impacto perceptível para o consumidor, é tolerável, caso contrário será indesejável ou mesmo inaceitável (MONTGOMERY, 1997). As fontes da variabilidade podem ser controladas, como a qualidade da matéria-prima, ajuste de máquinas, métodos utilizados, habilidade dos operadores, e outros, ou incontroláveis, devido a causas aleatórias. Como a variabilidade somente pode ser descrita em termos estatísticos, são necessários métodos estatísticos para auxiliar na melhoria na Qualidade (DEMING, 1990).

A variação provocada por causa comum, também conhecida como variabilidade natural do processo, é inerente ao processo considerado e estará presente mesmo que todas as operações sejam executadas empregando métodos padronizados. Ela pode ser descoberta e corrigida, permitindo o seu controle, como por exemplo, temperatura, velocidade, entre outras. Quando apenas as causas comuns estão atuando no processo, a quantidade de variabilidade se mantém em uma faixa estável, conhecida como faixa característica do processo. Já as causas especiais de variação surgem esporadicamente, devido a uma situação particular que faz com que o processo se comporte de um modo completamente diferente do usual. São causas inevitáveis que podem ou não ser conhecidas, mas sobre as quais muitas vezes não se pode ter controle, tais como fatores ambientais, satisfação das pessoas, admissão de um novo operador, defeitos nos equipamentos, utilização de um novo tipo de matéria-prima, desgaste de ferramentas e a calibração inadequada de instrumento de medição, entre outras.

Portanto, variabilidade está diretamente ligada à qualidade do processo. As variações poderão ser pequenas, mas elas sempre existirão, independentemente do tamanho e forma do produto ou serviço. Com a evolução tecnológica, estas variações, muitas vezes, são muito pequenas, exigindo métodos e equipamentos apropriados para medições e controle.

KUME (1993) afirma que quando se considera o processo de fabricação sob o ponto de vista da variação de qualidade, pode-se entender o processo como um agregado das causas de variação. O mesmo autor afirma que a explicação das mudanças nas características da qualidade dos produtos, originando produtos defeituosos ou não defeituosos, está exatamente na variabilidade.

## **2.5 – CONTROLE DE QUALIDADE**

O Controle de Qualidade moderno é freqüentemente denominado de Controle Estatístico da Qualidade (composto de Controle Estatístico de Processos – CEP, Estudos de Capacidade de Processos, Aceitação por Amostragem e Planejamento de Experimento) e é uma metodologia muito importante para a obtenção, manutenção e melhoria da Qualidade de produtos ou serviços produzidos por uma empresa (MONTGOMERY, 1997) (PALADINI, 1997).

A qualidade de um produto industrial pode ser definida como a resultante da qualidade de projeto e qualidade de conformação.

A qualidade do projeto, geralmente expressa em termos da máxima variação admissível no produto, é denominada tolerância e refere-se ainda ao método de fabricação, ao processamento, aos materiais usados, ao estilo, a fatores de segurança, entre outros. Um automóvel, por exemplo, em princípio, é um simples meio de transporte, mas existem grandes diferenças de tamanho, desempenho e aparência entre eles. Essas diferenças são determinadas pela qualidade de projeto.

A qualidade de conformação é o grau de fidelidade que o produto apresenta em relação às especificações do projeto. Embora todo fabricante tenha a intenção de fabricar produtos com a especificação exigida, isso nem sempre acontece. A razão é a variabilidade (MONTGOMERY, 1997). Quando se analisa a variação na qualidade de um determinado tipo de produto, de uma unidade para outra, avalia-se a qualidade de conformação.

Em produtos alimentícios, características como pH, textura e contagens microbianas são de grande interesse para a indústria, ao passo que o consumidor preocupa-se mais com sabor, aparência e cor, alterando a noção do termo qualidade de acordo com o público a ser atingido.

Portanto, conseguir um produto que atenda às exigências e aos padrões determinados pelos órgãos competentes e pelas próprias secções do mercado traduz-se, na maior parte das vezes, no sucesso que qualquer fabricante almeja para seu produto. Para as empresas, um dos pontos importantes para o sucesso é a estabilização do processo de rotina, garantindo a confiabilidade do produto. Uma definição para Controle de Qualidade é a redução da variabilidade que quanto menor, melhor será a confiabilidade e a aceitação do produto ou serviço.

Nos processos produtivos, existe um determinado número de variáveis que indicam se o produto é adequado ao uso. Essas variáveis, denominadas característicos de qualidade podem ser de natureza física (comprimento, concentração, voltagem), sensorial (gosto, cor, aparência), temporal (confiabilidade). Os característicos de qualidade dos produtos têm sempre uma especificação e esta é feita no projeto.

## **2.6 – CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO**

Segundo MONTGOMERY (1997), variabilidade é sinônimo de desperdício de dinheiro, tempo e esforço, o autor ressalta que o controle estatístico de processo é um conjunto de ferramentas úteis para a resolução de problemas para o alcance da estabilidade do processo e aumento da capacidade por meio da redução da variabilidade. PARANTHAMAN (1990) afirma que o Controle Estatístico de Processo abrange a coleta, a análise e a interpretação de dados com a finalidade de resolver um problema particular.

O objetivo do Controle Estatístico de Processo é monitorar o desempenho de processos ao longo do tempo, com vistas a detectar eventos incomuns que influenciam nas características determinantes da qualidade do produto final (MONTGOMERY, 1997).

Muitos administradores não utilizam dados e métodos estatísticos, e se baseiam apenas em sua própria experiência. Neste sentido BATISTA, (1996) afirma que:

“...o uso de técnicas estatísticas nos garante exatidão e é a renúncia aos palpites em favor da precisão, do conhecimento comprovado daquilo que precisamos, substituindo intuição por evidência”.

JURAN (1995), ao explicar as diferenças entre algumas indústrias americanas e japonesas e nomeadamente entre aquelas que usavam métodos estatísticos de controle, e as que não usavam, as empresas que adotaram estes métodos obtiveram resultados sensivelmente superiores aos das que não os adotaram. É preciso salientar que os métodos estatísticos ajudam a detectar e isolar o desarranjo de um processo e indicam os “problemas”, investigações mostrarão se há ou não problemas, a gerência e as habilidades técnicas da equipe constatarão as causas dos problemas. Pelo conhecimento dessas causas, indicam e aplicam a solução.

Ao utilizar as ferramentas estatísticas no controle de processos, depara-se com expressões do tipo “Processo sob controle estatístico” e “Processo fora de controle estatístico”, define-se:

- Processo sob Controle Estatístico – é o processo onde se tem presente variabilidade natural do processo, ou seja, aquela que é inerente ao processo e é resultante, apenas, da ação das chamadas causas comuns. Neste caso, a variabilidade se mantém numa faixa estável, denominada de faixa característica de processo.
- Processo fora de Controle Estatístico – é o processo que está sob a influência de causas especiais de variação, causas estas, que ocorrem de forma imprevisível, criando instabilidade ao processo já que ele passa a se comportar de forma diferente ao padrão. A variabilidade neste panorama é bem maior que a do item anterior, fazendo-se necessário descobrir os fatores que originaram essa variação.

## 2.7 – AZEITONA

As azeitonas são frutos de uma árvore da família das oleáceas, que têm mais de 30 espécies diferentes. A mais conhecida é a *Olea europea* ou simplesmente oliveira, uma árvore baixa, frondosa e de tronco retorcido. Essa árvore tem um longo período de vida, podendo alcançar até 1200 anos e na fecundação das flores somente uma azeitona é produzida.

É muito difícil determinar com rigor a data do aparecimento da oliveira, na sua forma primitiva. A sua cultura iniciou-se na Ásia Menor (Turquia) há 6000 anos. Do Oriente Médio ao Ocidente, o cultivo de oliveira foi avançando pelo Mediterrâneo, levado pelos fenícios do Egito para a Grécia. No entanto, foi no tempo dos romanos que a olivicultura atingiu seu esplendor, espalhando-se para Tunísia, Argélia e Marrocos. Hoje, existe em regiões como a Austrália, Chile, Estados Unidos, Japão, México e África do Sul, entre outros.

### 2.7.1 – Preparação de Azeitonas de Mesa

A azeitona verde colhida antes de estar amadurecida é tratada com a imersão dos frutos numa solução alcalina com determinada concentração, seguida de uma lavagem abundante com água. Depois, faz-se a conservação em salmoura numa concentração de 5% a 10% de sal, num período de 3 a 6 meses.

A azeitona verde é um fruto em evolução cuja composição difere da azeitona preta (já madura). Praticamente os seus valores nutritivos e energéticos são equivalentes, mas as azeitonas verdes não são comestíveis sem o tratamento de maturação, que dissolve a oleuropenfeina (sólido amarelo), eliminando o amargo do fruto o qual vai diminuindo à medida que a maturação avança.

### 2.7.2 – Composição Nutricional da Azeitona

Sejam quais forem as preparações das azeitonas de mesa, estas são consideradas um alimento a incluir numa alimentação variada devido ao seu teor de vitaminas, principalmente A e E, oligoelementos e também pelos sais minerais presentes: cálcio, fósforo, potássio, magnésio e ferro, bem como pelos teores em

complexos azotados e principalmente lipídios. Contudo, dados os elevados teores de gordura e de sal, não devem ser consumidos em excesso, uma vez que 100g (15 a 25 azeitonas) contém 200 calorias e um teor de sal que pode perfazer as seis gramas da nossa necessidade diária.

### 2.7.3 – Determinação do pH da salmoura adicionado as azeitonas

O pH da salmoura é determinado em laboratório por meio da utilização de um aparelho denominado pHmetro. O conhecimento do pH (símbolo abreviado de Potencial Hidrogeniônico, utilizado para indicar o grau de concentração dos íons hidrogênicos em uma solução) de uma matéria-prima alimentar orienta a utilização de temperaturas adequada a cada caso. O desenvolvimento bacteriano está muito influenciado pelo pH, pois, na escolha da temperatura e tempo de pasteurização, é de grande importância a acidez do alimento processado. Tanto é assim, que existe uma classificação da matéria-prima alimentar pelo seu pH. Alguns autores simplesmente os classificam em alimentos ácidos e pouco ácidos, com pH até 4,5 para os primeiros e de pH 4,5 a pH 7 para os segundos. Outros autores aceitam uma classificação mais detalhada; alimentos com acidez alta: pH 2 a pH 3,7; alimentos ácidos: pH 3,7 a pH 4,5; alimentos com acidez média: pH 4,5 a pH 5; alimentos com baixa acidez: pH 5 a pH 7. A empresa em estudo utiliza como referência um pH da salmoura adicionado às azeitonas verdes no intervalo de 3,8 a 4,2.

### 2.7.4 – Classificação das azeitonas de mesa

Na preparação das azeitonas de mesa devem ser utilizados frutos inteiros, fatiados ou recheados, não excessivamente fibrosos, não manchados, isentos de ataques de insetos e outros defeitos.

As azeitonas de mesa têm a seguinte classificação:

- Azeitonas Verdes
- Azeitonas Mistas
- Azeitonas Pretas

Azeitonas Verdes: obtidas a partir de frutos colhidos após terem atingido o tamanho definitivo, apresentando cor verde a amarelo-palha, característica do fruto não maduro.

Azeitonas Mistas: obtidas a partir de frutos colhidos durante a mudança de cor, antes da maturação completa; podem ser frutos de cor rosada, rosa-avermelhada e/ou acastanhada. Estes frutos podem posteriormente, tornar-se negros por oxidação em meio alcalino.

Azeitonas Pretas: obtidas a partir de frutos colhidos quando completamente maduros ou imediatamente antes da maturação completa, podem ter cor preta avermelhada, preta violácea, preta esverdeada ou castanha escura. As azeitonas pretas naturais têm a cor do fruto, a qual deverá manter-se inalterada com o processamento.

#### 2.7.5 – Determinação do nível de vácuo (pressão negativa) nos frascos de azeitonas

Vários alimentos acondicionados em embalagens de vidro são fechados com tampas para vácuo. O vácuo no interior da embalagem e a pressão positiva resultante no exterior da tampa desempenham um papel importante na formação e manutenção de um bom fechamento, garantindo a conservação do produto. O equipamento utilizado para medir o vácuo é o vacuômetro, com leitura em polegadas ou milímetros de mercúrio, acoplado a um dispositivo tipo agulha com borracha de vedação para perfuração da tampa. O procedimento recomendado é que os recipientes que serão submetidos ao teste de medida de vácuo estejam condicionados a uma temperatura ambiente, pois variações podem acarretar medidas errôneas dos níveis de vácuo. O produto deve estar acomodado no recipiente de maneira a garantir que o espaço-livre esteja sob a tampa; deve-se colocar algumas gotas de água na parte superior da tampa para garantir a vedação da borracha da agulha junto à tampa; perfurar a tampa da embalagem no centro ou lateral e fazer a leitura direta da pressão negativa (vácuo) no vacuômetro; secar a água com algodão absorvente para que não haja contaminação do produto.

O nível de vácuo após o fechamento de um vidro é um ponto fundamental para a sua eficiência, devendo ser bem controlado no equipamento de aplicação da tampa para assegurar que o fechamento resultante não seja alterado durante as

subseqüentes etapas de processamento térmico. Em geral, deve atingir um mínimo de 8 polegadas de mercúrio para produtos enchidos a quente. Produtos pasteurizados e esterilizados devem atingir em média de 18 a 22 polegadas de mercúrio após o seu resfriamento (ORTIZ, *et al*, 1996).

## **2.8 – FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DO CONTROLE DA QUALIDADE**

A seguir são apresentadas algumas das ferramentas estatísticas da qualidade:

### **2.8.1 – Diagrama de Causa e Efeito**

Ishikawa em 1953 sintetizou as opiniões dos engenheiros de uma fábrica na forma de um diagrama de causa e efeito, enquanto eles discutiam um problema de qualidade. Considera-se como sendo aquela a primeira vez que foi utilizada esta abordagem, e vem sendo amplamente utilizada nas empresas de todo o Japão e vários outros países, estando incluído na terminologia do controle de qualidade de JIS (Japanese Industrial Standards).

O Diagrama de Causa e Efeito também é conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe, ou Diagrama de Ishikawa. Mostra a relação entre uma característica de qualidade e os fatores. Atualmente ele é usado não apenas para lidar com as características da qualidade de produtos, mas também em outros campos e tem encontrado aplicações em muitos países. Conforme ISHIKAWA (1993), os procedimentos para a construção de Diagrama de Causa e Efeito são: identificar o problema que se quer investigar; escrever o problema dentro de um retângulo ao lado direito da folha de papel e no final de um eixo; escrever as causas primárias do problema sob investigação em retângulos e os dispor em torno do eixo; ligar esses retângulos ao eixo por segmentos de reta; identificar as causas secundárias dentro de cada causa primária e escrever essas causas ao redor das respectivas causas primárias, (Figura 1).

As causas primárias dos problemas que ocorrem nas indústrias em geral são máquinas (equipamentos), materiais (insumos), meio ambientes (condições ambientais), mão-de-obra (pessoas), métodos (procedimentos), e medidas (informações do processo).

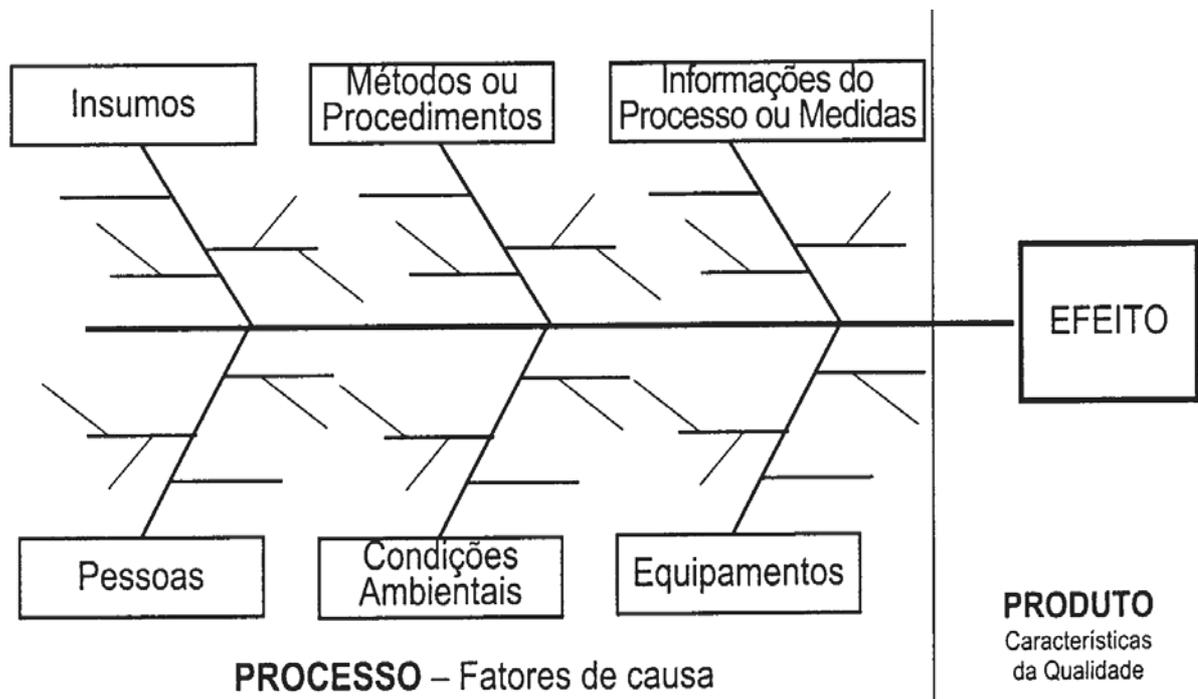


Figura 1: Gráfico de Causa e Efeito

Fonte: Adaptado de ISHIKAWA (1993)

### 2.8.2 – Folha de Verificação

É uma 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, isto é, um formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos, com o objetivo de facilitar a coleta e o registro de dados.

Na folha de verificação deve constar o nome da empresa, o produto analisado, o período da coleta, o nome de quem coletou, a data, a identificação do lote, enfim, devem constar informações úteis para análise do processo posteriormente.

### 2.8.3 – Gráfico de Pareto

É um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas. A informação assim disposta também permite o estabelecimento de metas numéricas viáveis de serem alcançadas. O gráfico é formado por barras verticais ou colunas, nos quais a classificação dos dados é feita em ordem decrescente, da esquerda para a direita (Figura 2). São diferenciados de outros gráficos de barras ou histogramas por meio da disposição das mesmas, isto é, as barras mais altas estão do lado esquerdo do gráfico.

Podem ser utilizados com ou sem a linha acumulativa. Quando as linhas acumulativas são usadas, representam a soma das barras verticais, da esquerda para a direita.

A teoria para modelar a distribuição de renda desenvolvida pelo sociólogo e economista italiano Vilfredo Pareto em 1897 mostrou que a distribuição de renda é muito desigual, com a maior parte da riqueza pertencente a pouquíssimas pessoas. J. M. Juran notou que esta mesma idéia se aplicava aos problemas de qualidade, a distribuição dos problemas e de suas causas é desigual e, portanto, as melhorias mais significativas poderão ser obtidas se nossa atenção for concentrada, primeiramente, na direção dos poucos problemas vitais e logo a seguir na direção das poucas causas vitais destes problemas.

Os diferentes usos de um gráfico de Pareto:

Para identificar os problemas mais importantes por meio do uso de diferentes escalas de medidas, por exemplo, frequência e custo;

Para analisar grupos de dados, por exemplo, por produto, por máquina, por turno;

Para medir o impacto de mudanças feitas no processo, por exemplo, comparação antes e depois;

Para demolir causas grandes em partes mais específicas.

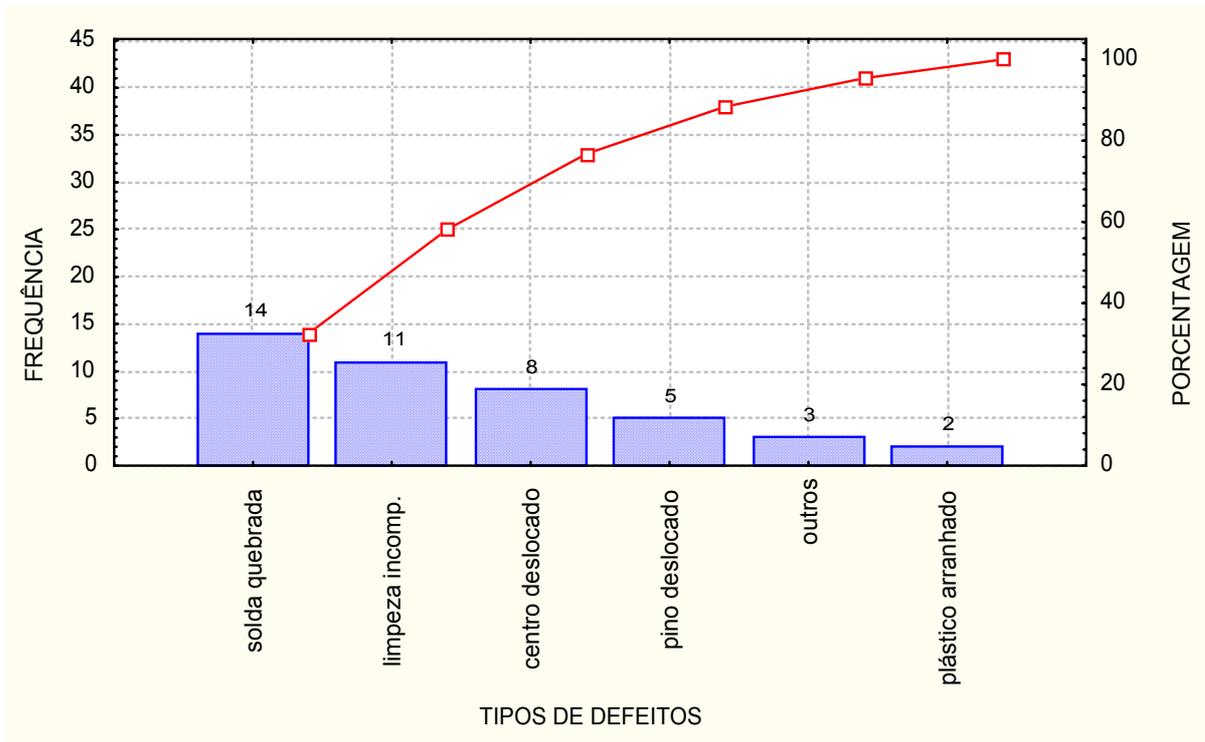


Figura 2: Gráfico de PARETO.

#### 2.8.4 – Fluxograma

O fluxograma é uma das importantes ferramentas a utilizar quando se pretende estudar um processo. Trata-se de um diagrama sistemático que pretende representar de uma forma bastante simples, ordenada e facilmente compreensível as várias fases de qualquer procedimento, processo de fabricação, funcionamento de sistemas ou equipamentos, entre outros, assim como, dependência entre elas. Estes diagramas são constituídos por passos seqüenciais de ação, decisão, cada um dos quais, representado por simbologia própria que ajuda a compreender a sua natureza: início, ação, decisão.

A utilização de fluxogramas permite a identificação de possíveis causas e origens de problemas surgidos na linha de produção, assim como contribui para, ao detectar passos desnecessários no processo, efetuar nele simplificações significativas. Nos fluxogramas dos processos, o controle de qualidade encontra-se associado aos pontos de decisão.

### 2.8.5 – Histograma

O Histograma é um gráfico de colunas justapostas, no qual o eixo horizontal é subdividido em vários pequenos intervalos, apresenta os valores assumidos por uma variável de interesse. Para cada um destes intervalos são construídas umas barras verticais, cuja área deve ser proporcional ao número de observação na amostra cujos valores pertencem ao intervalo correspondente. Dados obtidos de uma amostra servem como base para uma decisão sobre a população. Quanto maior o tamanho da amostra, mais informações obtemos sobre a população. Porém, um aumento do tamanho da amostra também implica em aumento na quantidade de dados, e isso torna difícil compreender a população a partir destes, mesmo quando estão organizados em tabelas. Em tal caso, precisamos de um método que nos possibilite conhecer a população num rápido exame. Um histograma atende às nossas necessidades. Por meio da organização de muitos dados num histograma podemos conhecer a população de maneira objetiva (Figura 3). Há vários tipos de histograma dependendo de suas formas e características (Quadro 1).

Um histograma revela a quantidade de variação que qualquer processo tem dentro de si.

Para construir um histograma é necessário, primeiro, construir uma tabela de distribuição de freqüências, cada classe será uma das colunas do histograma.

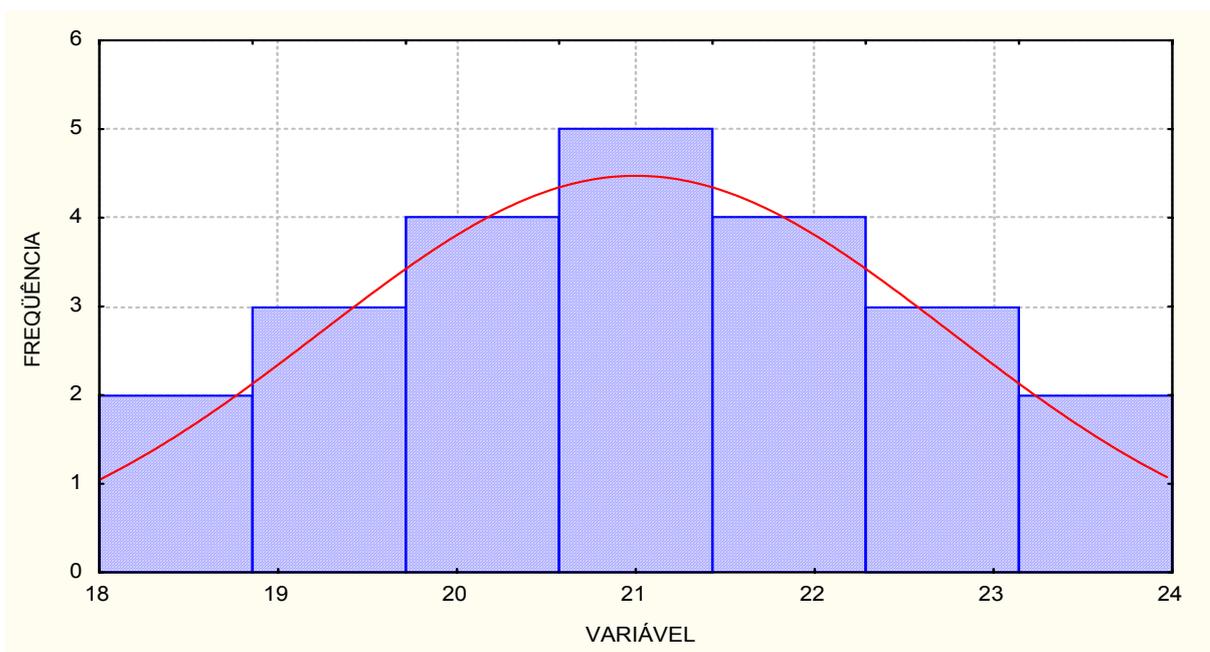
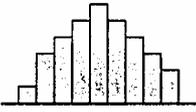
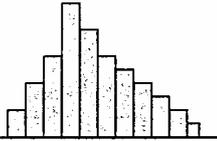
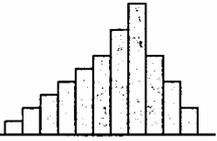
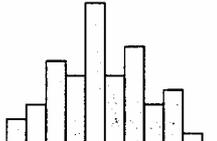
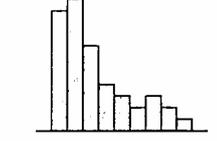
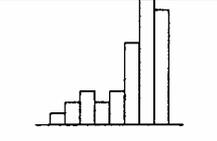
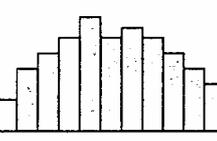
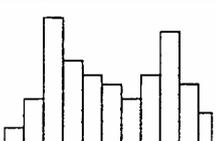
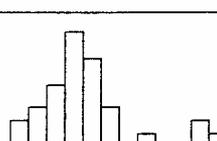


Figura 3: Histograma

Quadro 1: Formas mais comuns de Histogramas

TIPO	FORMA	CARACTERÍSTICAS	QUANDO OCORRE
Geral / Normal / Sino		<ul style="list-style-type: none"> <li>- A forma é simétrica</li> <li>- O valor médio do histograma está no meio da amplitude dos dados.</li> <li>- A frequência é mais alta no meio e torna-se gradualmente mais baixa na direção dos extremos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- É a forma mais freqüente.</li> <li>- O processo ao qual a variável está associada usualmente é estável.</li> <li>- Quando a variável é contínua e não existem restrições para os valores que ela pode assumir.</li> </ul>
Assimétrico Positivo		<ul style="list-style-type: none"> <li>- A forma é assimétrica.</li> <li>- O valor médio do histograma fica localizado à esquerda (direita) do centro da amplitude.</li> <li>- A frequência decresce de modo um tanto abrupto em direção a um dos lados, porém de modo suave em direção ao outro lado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quando a característica de qualidade possui apenas um limite de especificação (inferior ou superior), e é controlada durante o processo de modo que satisfaça a essa especificação.</li> <li>- Existe uma impossibilidade teórica de ocorrência de valores mais baixos ou mais altos que um determinado valor. (Ex. pureza 100%).</li> </ul>
Assimétrico Negativo			
Pente Multi-modal		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Várias classes têm, como vizinhas, classes com menor frequência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quando a quantidade de dados incluídos na classe varia de classe para classe.</li> <li>- Quando existe uma tendência particular no modo como os dados são arredondados.</li> </ul>
Abrupto / Despenhadeiro à Esquerda		<ul style="list-style-type: none"> <li>- O valor médio do histograma fica localizado bem à esquerda (direita) do centro da amplitude.</li> <li>- A frequência decresce abruptamente à esquerda (direita) e suavemente em direção ao outro lado.</li> <li>- A forma é assimétrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quando possivelmente foram eliminados dados por uma inspeção 100%, por causa da baixa capacidade do processo; nesse caso o "corte" coincide com os limites de especificação.</li> <li>- Quando a assimetria positiva (negativa) se torna ainda mais extrema.</li> </ul>
Abrupto / Despenhadeiro à Direita			
Achatado "Platô"		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas as classes possuem aproximadamente a mesma frequência, com exceção das classes extremas do gráfico, que apresentam frequências mais baixas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quando à a mistura de várias distribuições que têm diferentes médias.</li> </ul>
Picos Duplos (bimodal)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- A frequência é baixa próximo ao meio da amplitude de dados e existe um pico em cada lado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quando dados provenientes de duas distribuições com médias diferentes são misturados. Por exemplo dois tumos, a estratificação dos dados ajudará a explicar este fato.</li> </ul>
Pico Isolado		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Num histograma do tipo Geral existe mais um pequeno pico isolado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quando há uma pequena inclusão de dados provenientes de uma distribuição diferente, ou por erro de medição, ou em caso de anormalidade de processo ou até por inclusão de dados de um processo diferente.</li> </ul>

Fonte: dissertação de Gonçalo M.V.P.P.Soures (2001)

### 2.8.6 – Gráfico de Controle

Em 1924 o estatístico da Bell Telephone Laboratories, Dr. Walter A. Schewart apresentou pela primeira vez os Gráficos de Controle como um método para a análise e ajuste da variação de um processo em função do tempo. Todos os processos apresentam variabilidade.

Quando produzimos um bem ou serviço, suas características irão apresentar uma variação inevitável, devido a variações sofridas pelos fatores que compõem o processo produtivo. Essas variações podem resultar de diferenças entre máquinas, mudanças de condições ambientais, variações entre lotes de matéria-prima, diferenças entre fornecedores, entre outras. Apesar de um esforço considerável ser especificamente direcionado para controlar a variabilidade em cada um desses fatores, existirá sempre a variabilidade no produto acabado de cada processo de uma empresa. Portanto, é importante que essa variabilidade também seja controlada, para que possam ser obtidos produtos de boa qualidade.

Segundo TOLEDO (1987), os Gráficos de Controle representam uma das técnicas estatísticas que servem de apoio ao controle da qualidade de um processo, fornecendo evidências de suas variações tanto de caráter aleatório quanto de caráter determinável. Eles permitem que se possa atuar no processo de forma preventiva, corrigindo possíveis desvios de qualidade, em tempo real, no momento em que eles estão ocorrendo, não deixando que a situação de possibilidade de ocorrência de não conformidade perdure e acabe com uma possível reprovação do lote final.

Para que se possa obter um gráfico que permita uma análise do comportamento de um processo, é necessário que se tenha um número mínimo de subgrupos. Para PARANTHAMAN (1990), esse número deve ser, no mínimo, 25. Segundo SIQUEIRA (1997), não existe uma regra para definir o tamanho do subgrupo e o número de subgrupos para se construir um gráfico de controle, esta definição deve levar em conta o volume de produção, o custo da inspeção e a importância da informação obtida.

O gráfico de controle descreve o processo considerando duas características fundamentais: Centralização - determinada pela média e Dispersão - verificada pelo desvio padrão ou amplitude. Os gráficos de controle são divididos, em geral, em dois grandes grupos.

Avaliação por variável.

Avaliação por atributo.

Define-se variável por: característicos que podem ser medidos, tais como, velocidade, altura, massa, volume entre outros. E atributo por: característicos que só podem ser contados ou classificados, tais como, passa/não passa, claro/escuro, com trinca/sem trinca, entre outros.

A interpretação dos dados coletados (observações) em um processo deve ser a mais objetiva e detalhada possível, com a localização do valor central (média) e a dispersão dos mesmos (amplitude ou desvio padrão).

Um exemplo de Gráfico de Controle é apresentado a seguir (PALADINI, 1990):

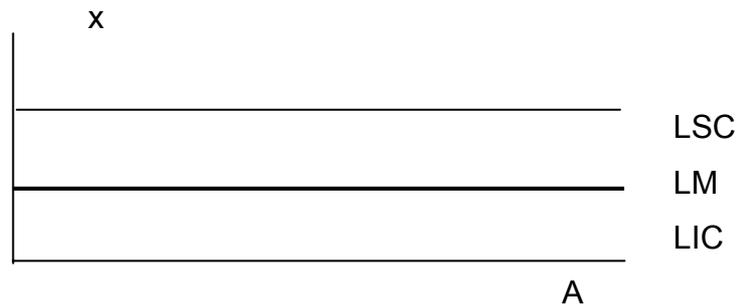


Figura 4: Estrutura de um Gráfico de Controle.

LSC - Limite Superior de Controle

LIC - Limite Inferior de Controle

LM - Linha Média

x - Valor observado do característico

A - Número de amostra

Uma das particularidades dos gráficos de controle é que, ao observar o seu comportamento, pode-se dizer se o processo está ou não sob controle estatístico. Assim, se todos os pontos traçados no gráfico estão dentro dos limites de controle sem qualquer tendência particular, ou seja, a disposição dos mesmos é aleatória, afirma-se que o processo está sob controle estatístico.

Pontos fora dos limites de controle são frutos de variações de causas especiais, assim, identifica-se que o processo pode estar fora de controle estatístico, a investigação das causas mostrará isso. Deve-se identificar os fatores que causam esta variação e eliminar estes pontos.

A partir do momento em que se deixa de ter pontos fora dos limites de controle, a atenção passa para o estudo do comportamento da linha traçada pelos demais dados registrados no gráfico. Apresenta-se a seguir algum padrão típico de comportamento não-aleatório, que caracterizaria o processo como estando fora de controle.

#### 2.8.6.1 – Padrões de comportamento dos gráficos de controle

Há uma infinidade de padrões não aleatórios que podem ser encontrados em Gráficos de Controle, tais como os descritos em WESTERN ELECTRIC (1956). Aqui serão apresentados apenas alguns deles, nas Figuras 5, 6, 7, 8 e 9.

\* Periodicidade ou ciclos - Quando a linha apresenta subidas e descidas em intervalos regulares de tempo, (Figura 5), associado normalmente a uma das condições do processo, como por exemplo, temperatura, operador, turno, entre outros, que sofre mudanças periódicas.

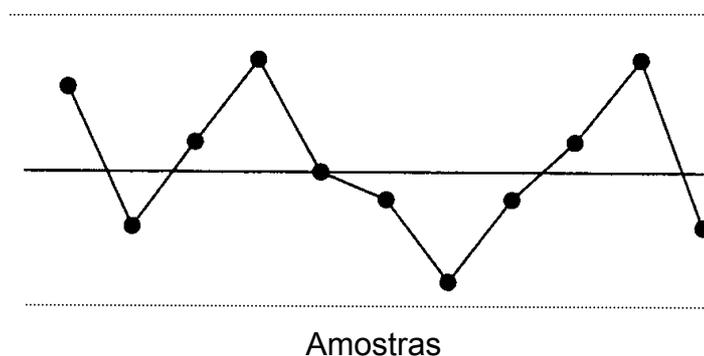


Figura 5: Exemplo de periodicidade em Gráfico de controle.

\* *Tendência* - Quando os pontos se direcionam nitidamente para cima ou para baixo (Figura 6), é o exemplo típico de desgaste de ferramentas, cansaço de operadores, entre outros.

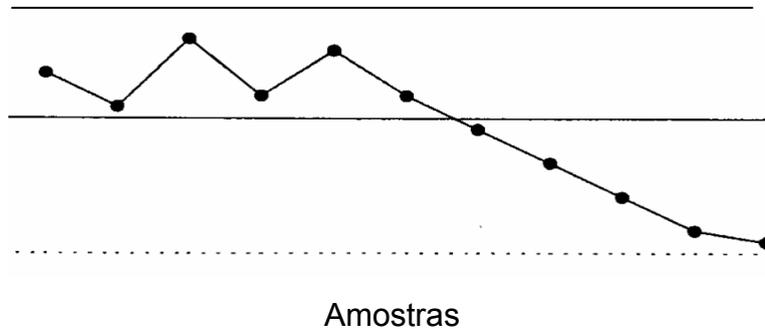


Figura 6: Exemplo de tendência em Gráfico de controle.

\* *Deslocamento* - Quando apresenta mudança no nível de desempenho do processo (Figura 7), normalmente justificadas por introdução de novas máquinas, novas embalagens e novos métodos ou até mesmo de um programa de qualidade.

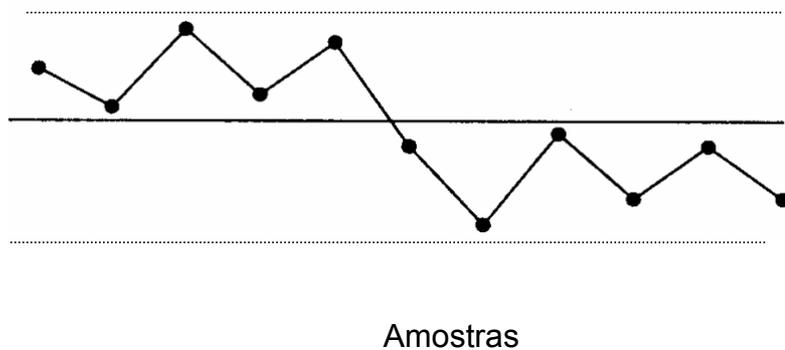


Figura 7: Exemplo de Deslocamento em Gráfico de controle.

\* *Falta ou excesso de variabilidade* - Na primeira hipótese a linha de dados se posiciona próxima à linha central, como mostra a Figura 8 (a), normalmente fruto de erros de coleta (dados falsos) ou seleção imprópria de subgrupos racionais. Na segunda hipótese, a linha assume um comportamento inverso, com picos extremos de comportamento, como mostra a figura 8 (b), resultado de ajustes freqüentes de máquinas ou interferência de outros níveis de fatores de causa de variação que normalmente justificaria uma melhor estratificação dos dados.

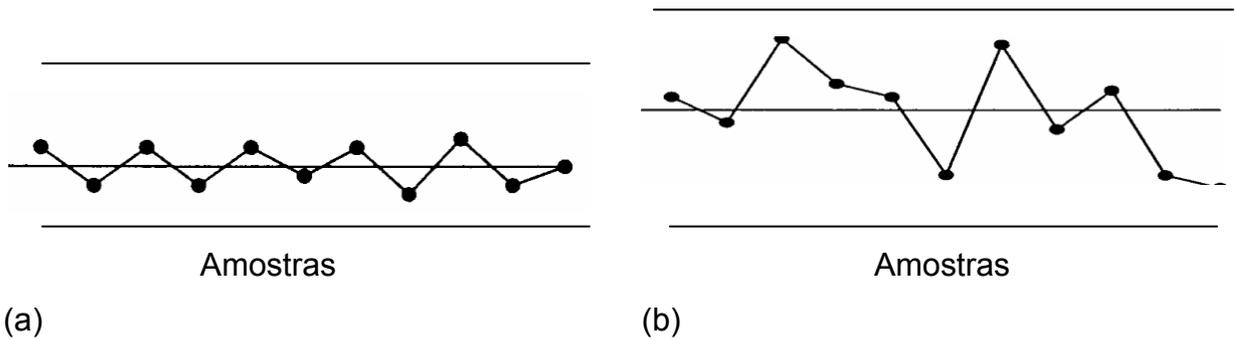


Figura 8: Exemplo de Falta (a) e Excesso de Variabilidade (b) em Gráfico de Controle.

\* *Seqüência* - Situação em que pontos consecutivos incidem em um dos lados da linha média. Esta seqüência de pontos chama-se de “comprimento da seqüência” (KUME, 1993). O mesmo autor considera como sendo anormal uma seqüência de 7 pontos como mostra a Figura 9 (a), ou até mesmo uma seqüência onde mais que 80% dos pontos do gráfico se localizam de um só lado da linha média como mostra a Figura 9 (b).

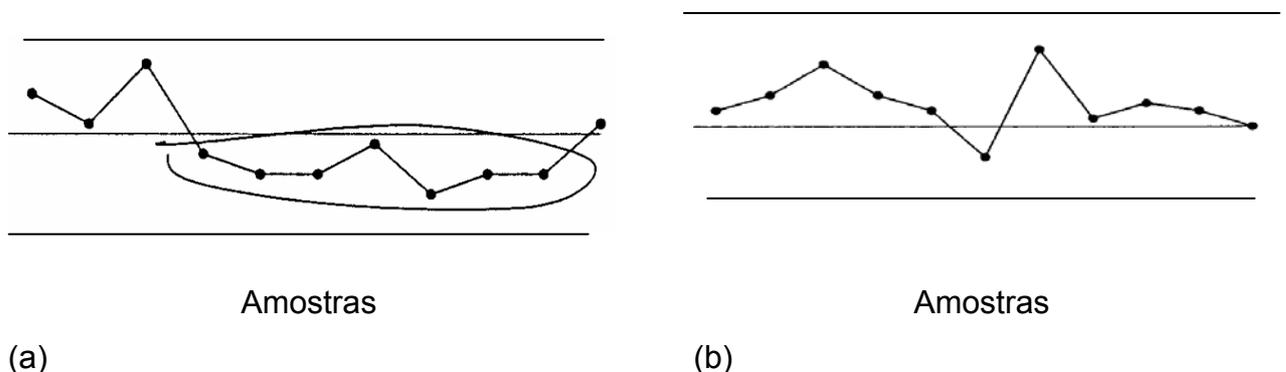


Figura 9: Exemplos de seqüências de 7 pontos abaixo da linha média (a) e seqüência de 10 de 11 pontos (b), localizados em só um dos lados da linha média.

Muitas vezes são realizados trabalhos de coleta de dados, geração de gráficos e tabelas que acabam não sendo efetivamente utilizados para a melhoria e controle do processo pela falta de capacidade de interpretação. Nesta fase é importante o treinamento ao nível de operadores (“chão de fábrica”), já que o ideal é que eles mesmos façam, corretamente, essa interpretação e agilizem as ações pertinentes. Como ressalta BATISTA (1996), é preciso ter sempre em mente, que sem conhecimento e sem aplicação do conhecimento, não há evolução.

## 2.8.6.2 – Tipos de gráficos de controle

O primeiro critério de seleção do tipo de gráfico é a avaliação seguida do tamanho da amostra “n”. O Quadro 2 nos mostra alguns gráficos de controle para variáveis e o Quadro 3 nos mostra um dos tipos de gráfico por atributos, identificando suas características, vantagens, desvantagem, tamanho da amostra e suas respectivas fórmulas.

Quadro 2: Tipos de gráfico de controle por variável.

GRÁFICO	USO TÍPICO	VANTAGENS	DESVANTAGENS	SISTEMA DE AMOSTRAGEM	FÓRMULAS
$\bar{X} - R$ (variável)	-Monitora a variação da média e da amplitude	-Apresenta facilidade na elaboração dos cálculos.	-Indica com menor segurança a variabilidade do processo.	n < 10  e constante (normalmente entre 4 e 6)  m = 20 a 25	$LSC_X = \bar{X} + A_2 \bullet \bar{R}$ $LM_X = \bar{X}$ $LIC_X = \bar{X} - A_2 \bullet \bar{R}$  $LSC_R = D_4 \bullet \bar{R}$ $LM_R = \bar{R}$ $LIC_R = D_3 \bullet \bar{R}$
$\bar{X} - s$ (variável)	-Monitora a variação da média e do desvio padrão	-Uma ótima visão da variação estatística de um processo.  -Indica com maior segurança a variabilidade do processo.	-Apresenta maior dificuldade operacional	n > 10  Pode ser variável  m = 20 a 25	$LSC_X = \bar{X} + A_3 \bullet \bar{s}$ $LM_X = \bar{X}$ $LIC_X = \bar{X} - A_3 \bullet \bar{s}$  $LSC_s = B_4 \bullet \bar{s}$ $LM_s = \bar{s}$ $LIC_s = B_3 \bullet \bar{s}$

$\bar{R}$  = amplitude média

$\bar{X}$  = média

$\bar{s}$  = desvio padrão médio

$A_2, D_4, D_3, B_4$  e  $B_3$  = valores obtidos de pesquisa em tabelas adequadas

n = tamanho da amostra

m = número da amostra

Quadro 3: Tipo de gráfico de controle por atributo.

GRÁFICO	CARACTERÍSTICA	VANTAGEM	DESvantAGEM	TAMANHO DA AMOSTRA	FÓRMULAS
p Proporção/ ou fração de defeituoso (atributos)	-Quando o característico de qualidade de interesse é representado pela proporção de itens defeituosos (d)	-Usado nos casos onde não é possível realizar medições. -A amostra (n) pode ser variável	-Mais complexas de usar com amostras de tamanho variável por exigir mais cálculos.	n pode ser variável	$LSC_x = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$ $\bar{p} = \frac{\sum d}{\sum n}$ $LIC_x = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

LSC = Limite Superior de Controle

LIC = Limite Inferior de Controle

d = número de peças defeituosas

n = tamanho da amostra

$\bar{p}$  = fração de defeituosos

Além dos Gráficos citados anteriormente há outros, que são especialmente úteis quando há interesse em avaliar a qualidade de processo, que são descritos por MONTGOMERY (1997).

## 2.9 – CAPACIDADE DE PROCESSOS

É o nível de uniformidade que um certo produto é capaz de reproduzir, isto é, não diz respeito a quanto um processo trabalha bem, mas o que um processo é capaz de realizar. Indica qual é o nível real de qualidade que um certo processo é capaz de produzir.

### 2.9.1 – Índice de Capacidade

O índice de capacidade, compara a amplitude da especificação do produto com a amplitude de seis vezes o desvio padrão. Esse índice é útil quando se deseja expressar os resultados em números, em vez de palavras.

O cálculo do índice de capacidade ( $C_p$ ) é obtido pelas fórmulas:

Especificações Bilaterais:

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

Especificações Unilaterais:

$$C_{p_u} = \frac{LSE - \bar{X}}{3\hat{\sigma}} \quad e \quad C_{p_l} = \frac{\bar{X} - LIE}{3\hat{\sigma}}$$

$\hat{\sigma}$  = desvio padrão estimado

LSE = Limite Superior de Especificação

LIE = Limite Inferior de Especificação

$C_p$  = Índice de Capacidade

$C_{p_u}$  = Índice de Capacidade Superior

$C_{p_l}$  = Índice de Capacidade Inferior

$\bar{X}$  = Média

Se a diferença entre os limites superior de especificação (LSE) e o limite inferior de especificação (LIE) for igual a seis vezes o valor do desvio padrão ( $\sigma$ ), isto é, ( $C_p=1$ ), presume-se que aproximadamente 0,27% da produção vai estar fora dos limites de controle e por isso é considerado aceitável, e 99,73% dos resultados está dentro dos limites de controle. Valores de  $C_p$  menores que 1,0 fazem com que o processo seja considerado como incapaz de atender à especificação; valores maiores e iguais a 1,33 são considerados adequados, isto é, o processo é capaz de

atender à especificação e processo onde o  $C_p$  está no intervalo  $1,0 \leq C_p < 1,33$  e é considerado um processo aceitável.

Quando se calcula o índice  $C_p$ , assume-se implicitamente que o processo está centrado no valor nominal da especificação, se o mesmo não estiver na sua capacidade real será menor do que a indicada por  $C_p$ .

### 2.9.2 – Índice de desempenho do Processo (Cpk)

O  $C_{pk}$  pode ser interpretado como uma medida da Capacidade Real do processo, pois é necessário determinar não apenas o potencial, mas a performance atual do processo. Para isso, é necessário considerar o efeito da média do processo relativo ao centro da faixa de tolerância ou valor nominal. Se o processo não está centrado no valor nominal, existe motivo para se preocupar. Veremos que a melhor performance do processo (menos itens fora de especificação) será obtida somente quando o processo estiver centrado no valor nominal, ou seja, quando a média for igual ao valor nominal. O índice  $C_{pk}$  foi desenvolvido para englobar o efeito da variabilidade e do desvio da média em relação ao valor nominal. Este índice pode ser calculado da seguinte forma:  $C_{pk} = \min \{C_{PU}, C_{PL}\}$  onde:

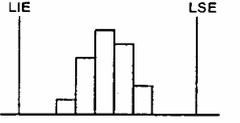
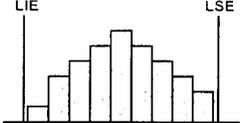
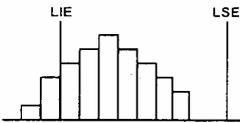
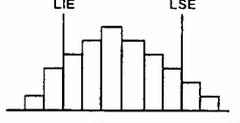
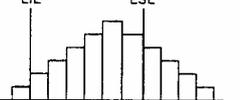
$$C_{p_u} = \frac{LSE - \bar{X}}{3\hat{\sigma}} \quad e \quad C_{p_l} = \frac{\bar{X} - LIE}{3\hat{\sigma}}$$

### 2.9.3 – Avaliação gráfica da capacidade do processo

Este tipo de avaliação nada mais é do que se incrementar, nos histogramas, os dados referentes aos limites de especificações, traçando as linhas dos mesmos no gráfico do histograma. A avaliação consiste em verificar a localização do histograma com relação às linhas que representam os limites de especificações.

O Quadro 4 apresenta as situações mais comuns neste tipo de avaliação, e no Quadro 5 observa-se a classificação que DELLARETTI e DRUMOND (1994) e WERKEMA (1995b) usaram tendo com critério as cores, vermelha, amarela e verde, de significado universal, ao classificar os processos quanto à sua capacidade.

Quadro 4: Análise gráfica da capacidade de um processo.

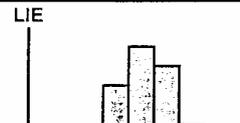
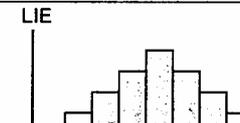
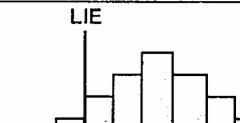
CLASSIFICAÇÃO	COMPARAÇÃO GRÁFICA	CARACTERÍSTICAS	AÇÕES PERTINENTES
<b>VERDE</b> ADEQUADO BOA CAPACIDADE		- Todos os dados estão localizados dentro dos Limites de Especificação com uma boa margem de segurança de ambos os lados. Esta margem é de pelo menos $1\sigma$ .	- Como o histograma atende à especificação com folga, só precisa manter a atual situação. - O processo está pronto para ser delegado para as pessoas que o operam.
<b>AMARELO</b> ACEITÁVEL CAPACIDADE RAZOÁVEL		- Todos os dados estão localizados dentro dos Limites de Especificação, porém, aparecem alguns resultados muito próximos deles. Esta distância entre os valores extremos e os limites é menor do que $1\sigma$ .	- Como praticamente não existe uma margem extra, é importante reduzir um pouco a variabilidade - A gerência deve promover uma melhoria (PDCA) de tal forma que o processo se torne verde.
<b>VERMELHO</b> INCAPAZ INADEQUADO		- alguns dados estão localizados fora dos Limites de Especificação, exigindo inspeção 100% para separar os itens defeituosos e garantir a qualidade especificada.	- É necessário agir para trazer a média mais próxima ao centro das especificação.
			- São necessárias ações para reduzir a variação – melhoria do processo (PDCA).
			- São necessárias não só ações para reduzir a variação, como também para trazer a média mais próxima ao centro da especificação.

Fonte: DELLARETTI e DRUMOND (1994)

PDCA = método para manutenção e melhoria do Controle de Qualidade.

P = Planejar ( Plan)      D = Executar (Do)      C = Verificar (Check)      A = Agir (Act)

Quadro 5: Classificação de Processos a partir do Índice  $C_p$ .

CLASSIFICAÇÃO DO PROCESSO	COMPARAÇÃO DO HISTOGRAMA COM AS ESPECIFICAÇÕES	VALOR DE $C_p$	PROPORÇÃO DE DEFEITUOSOS (p)
<b>VERDE</b> ADEQUADO CAPAZ		$C_p \geq 1,33$	$p \leq 64 \text{ ppm}$
<b>AMARELO</b> ACEITÁVEL		$1 \leq C_p < 1,33$	$64 \text{ ppm} < p \leq 0,27\%$
<b>VERMELHO</b> INCAPAZ INADEQUADO		$C_p < 1$	$p > 0,27\%$

Fonte: WERKEMA (1995b)

O Quadro 6 apresenta as interpretações possíveis para os índices de performance  $C_{pk}$ . Segundo VIEIRA (1999), é importante ressaltar que para a melhoria progressiva nos índices apresentados num processo, recomenda-se a revisão desses índices a cada 3 meses, tendo como meta no mínimo um  $C_{pk} = 1,33$ .

Quadro 6: Interpretação do Índice  $C_{pk}$ .

$C_{pk}$	INTERPRETAÇÃO	AÇÕES PERTINENTES	RELAÇÃO DO VALOR NOMINAL E A LINHA CENTRAL DO PROCESSO
$C_{pk} \geq 2,0$	PROCESSO EXCELENTE Altamente confiável	Os operadores têm perfeito controle do processo	Se $C_p = C_{pk} \Rightarrow$ Processo centrado
$1,33 \leq C_{pk} \leq 2,0$	PROCESSO CAPAZ Relativamente confiável	Os operadores têm que monitorar para evitar deterioração	Se $C_{pk} \neq C_p \Rightarrow$ Processo está fora de alvo
$1,00 \leq C_{pk} < 1,3$	PROCESSO RELATIVAMENTE INCAPAZ Pouco confiável	Exige dos operadores controle contínuo	$C_{pk} < C_p$ Processo está fora do alvo, mas está dentro dos limites de Especificação
$0 < C_{pk} < 1$	PROCESSO INCAPAZ Podemos ter produção defeituosa	Exige dos operadores controle de 100% da produção.	$C_{pk} < C_p$ A linha central do processo está dentro ou coincidindo com um dos Limites de Especificação (podemos ter 50% de produção acima ou abaixo dos limites Especificação)
$C_{pk} < 0$	PROCESSO TOTALMENTE INCAPAZ Não tem condições de manter as especificações		$C_{pk} < C_p$ A linha central do processo está fora dos Limites de Especificação Se $C_{pk} < -1 \Rightarrow$ Toda a produção está fora dos Limites de Especificação

Fonte: VIEIRA (1999)

Finalmente, este capítulo apresentou de forma genérica os conceitos que fundamentam o Controle Estatístico da Qualidade, e fez-se uma síntese sobre as azeitonas. O próximo capítulo apresenta o modelo para avaliar a qualidade do processo de envase de azeitonas verdes na Indústria de Alimentos Zaeli.

### **3 – MODELO PARA AVALIAR A QUALIDADE DO PROCESSO DE ENVASE DE AZEITONAS VERDES.**

Este capítulo que consta de um breve histórico da empresa analisada, a caracterização da Indústria de Conservas e, uma descrição geral do processo produtivo de envase de azeitonas verdes, apresentará o modelo para avaliar a qualidade do processo de envase de azeitonas verdes (frascos de 500 gramas de peso líquido drenado), aplicado na Indústria de Alimentos Zaeli.

São apresentados fluxogramas do processo de envase de azeitonas verdes, para melhor entendimento do processo e algumas fotos da Indústria de Alimentos Zaeli, setor de conservas.

#### **3.1 – INTRODUÇÃO**

O modelo proposto procura se adequar às especificações da empresa, afinal a adaptação do modelo é essencial para alcançar o objetivo geral do estudo.

Metodologia do modelo

- 1) Caracterização da empresa
- 2) Descrição do processo
- 3) Fluxograma do processo de envase de azeitonas verdes
- 4) Escolha dos característicos da qualidade
- 5) Montagem do diagrama de Ishikawa
- 6) Análise do Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa)
- 7) Escolha de algumas Ferramentas Estatística da Qualidade.

### 3.2 – INDÚSTRIA DE ALIMENTOS ZAELI

A Indústria de Alimentos Zaeli<sup>1</sup> foi fundada em 1969 por Elídio Zago, iniciando sua atividade no beneficiamento e empacotamento de arroz. Dez anos depois, passa a responsabilidade para seus 8 filhos. Hoje a empresa conta com 600 funcionários. Em função da excelente administração, a empresa tem se destacado no beneficiamento e empacotamento de arroz e vem se destacando também em muitas linhas de produtos como feijão, amendoim, farinha de mandioca, milho, entre outros, num total de 220 produtos produzidos, industrializados, beneficiados, envasados e empacotados na Indústria de Alimentos Zaeli. As matérias-primas adquiridas pela empresa são selecionadas, sempre atendendo às exigências dos padrões da empresa e de fornecedores homologados, pois as empresas parceiras entregam produtos acabados com a marca Zaeli, como, por exemplo, mel, óleo de girassol, azeite de oliva, ervilha, entre outros.

A Zaeli está pleiteando a certificação ISO 9000, para isso está implantando em suas unidades fabris o programa 5S, o Programa de Práticas de Fabricação – GMP e a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – HACCP.

A Indústria de Conservas tem 2 linhas de produção de envase de azeitonas verdes e pretas, num total de 14 tipos em diferentes tamanhos de frascos de vidros e *pouch* (embalagem plástica); também envasam extratos de tomate, *catchup*, amendoim salgado, molho de pimenta e molho inglês. No setor de conservas trabalham 23 funcionários e 1 supervisor, com 3 equipes de trabalho, dividida em três turmas: das 4h às 11h, outra das 11h às 18h na Máquina *Gherri* e outra das 6h às 13h na Máquina *Bossar*, cada uma com intervalos de 15 minutos para descanso e alimentação. Sua importância socioeconômica está no suprimento das necessidades dos clientes, na geração de empregos diretos e indiretos, bem como nas contribuições fiscais.

Faz-se necessária uma descrição do seu processo produtivo no envase de azeitonas verdes, objeto deste estudo, buscando explicar como funciona o processamento de azeitonas verdes após a chegada à Indústria até o encaixotamento dos frascos de vidro de 500 gramas.

---

<sup>1</sup> A empresa Indústria de Alimentos Zaeli não manifestou qualquer restrição quanto ao uso de seu nome no trabalho.

### 3.3 – DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Considerando que são 14 variedades de produtos processados e envasados com azeitonas escolheu-se o processo de envase de azeitonas verdes frascos de vidro de 500gramas de peso líquido drenado, na máquina *Gherri* (Figura 10), o processo tem as seguintes fases.

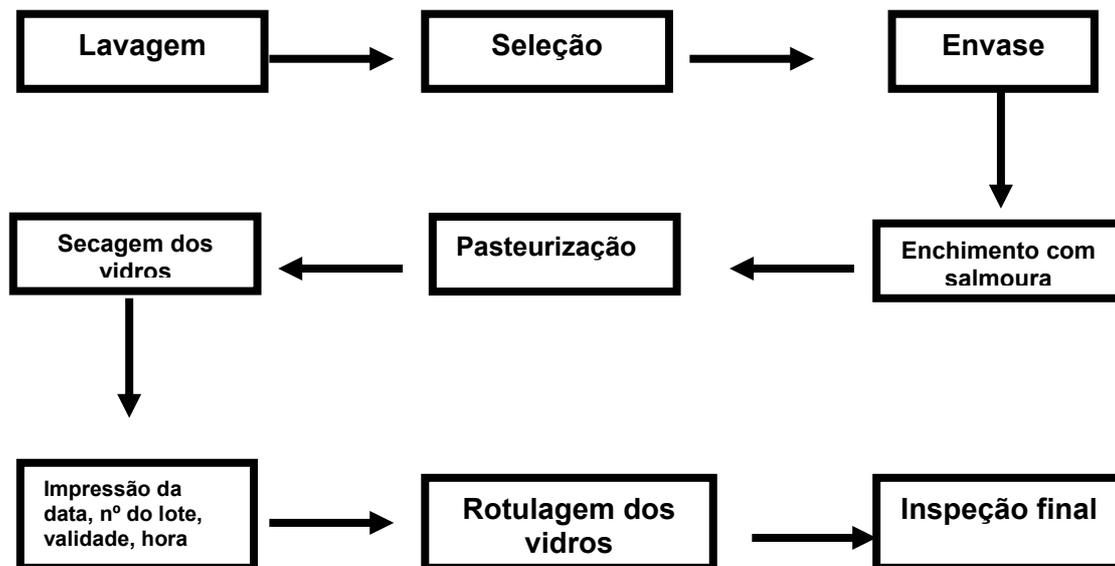


Figura 10 - FASES DO PROCESSO DE ENVASE DE AZEITONAS VERDES.

No fluxograma antigo do processo de envase de azeitonas verdes (Figura 11), observa-se desde o recebimento das azeitonas até o encaixotamento dos frascos de vidro em caixas de papelão, as quais são armazenadas dentro do galpão da indústria de conservas em paletes, para posterior expedições. Seguindo a seqüência numérica do fluxograma, descreve-se cada procedimento do processo.

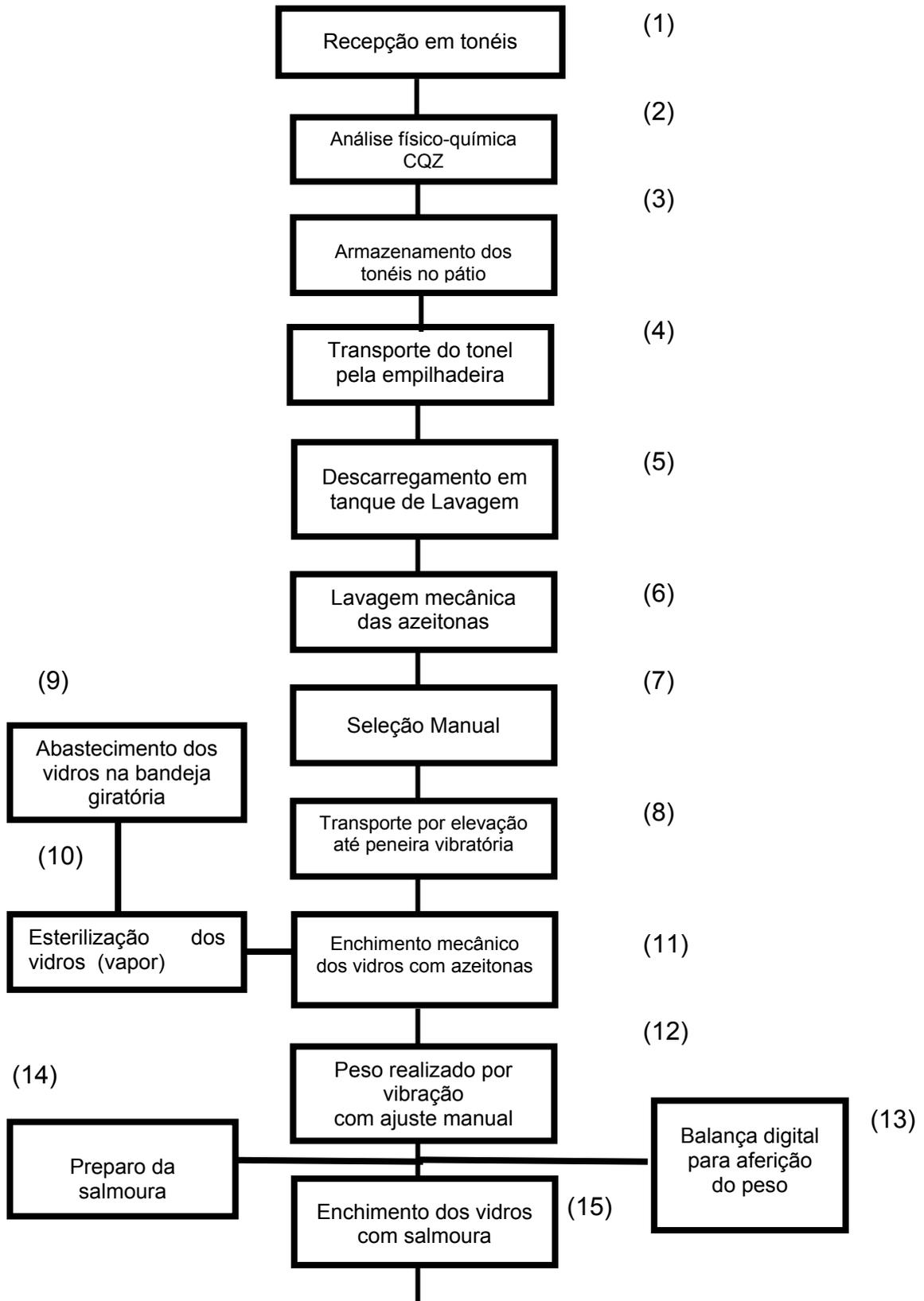


Figura 11 – 1ª parte do fluxograma antigo do processo de envase de azeitonas verdes.

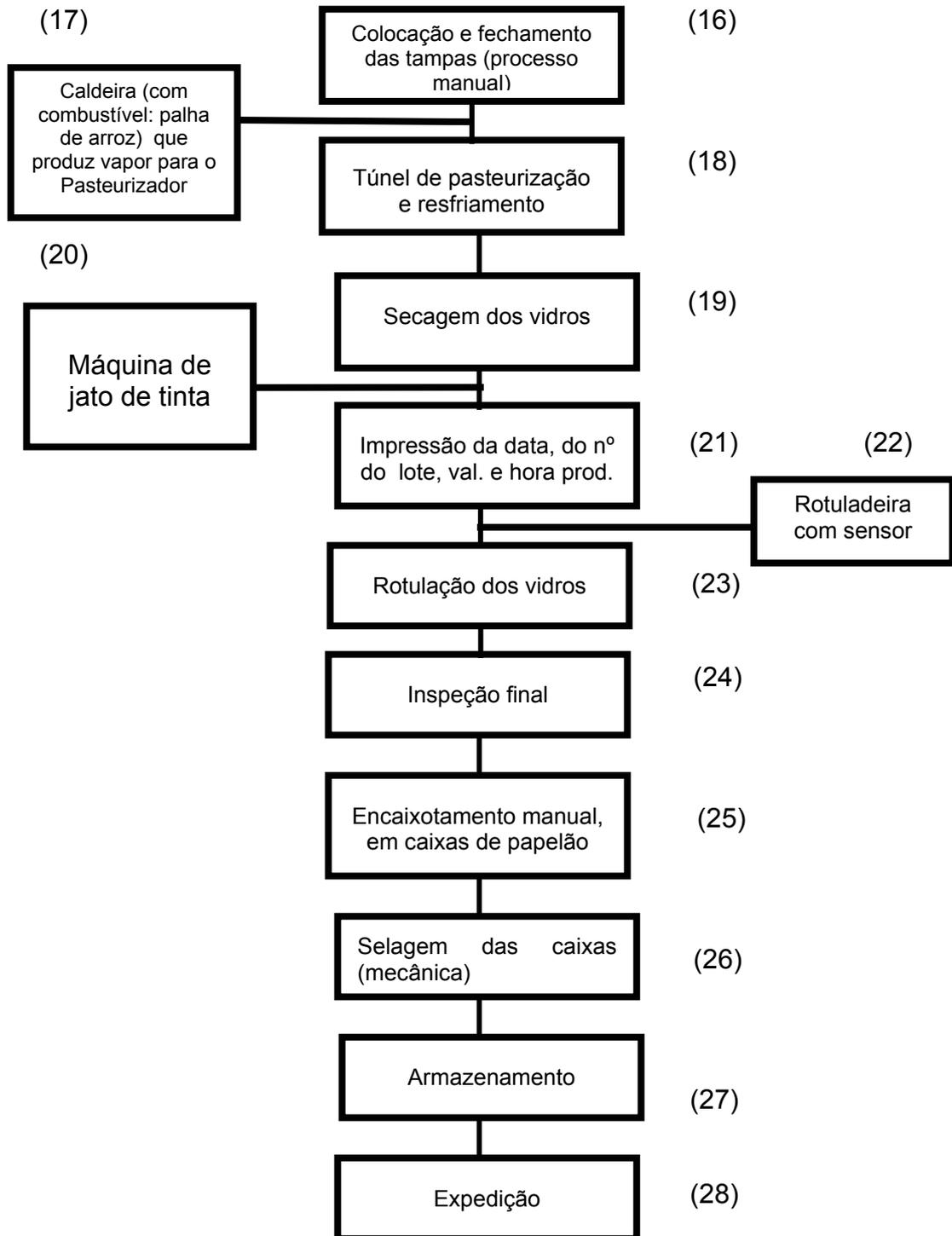


Figura 11 – Continuação do Fluxograma antigo do processo de envase de azeitonas verdes.

Por meio do fluxograma mostrado na Figura 11, observa-se a descrição do processo desde o recebimento das azeitonas ao chegar à indústria até a expedição. Seguindo a seqüência numérica da figura 11, a recepção (1) é uma etapa anterior ao início do processo de envase de azeitonas verdes, o CQZ (Centro de Qualidade da Zaeli) (2) faz a análise físico-química e verifica o calibre das azeitonas para o envase em frascos de vidro de 500 gramas, se tem a quantidade de 161 a 200 frutos por quilo. Posteriormente, os tonéis são armazenados no pátio (3), acondicionados em paletes (estrados de madeira).

Os tonéis são transportados por uma empilhadeira (4), para dentro da indústria de conservas e as azeitonas despejadas num tanque (5) aberto para fazer a lavagem mecânica (6) com água borbulhando sobre elas. Elas são transportadas por elevação em esteira rolante com 3 jatos de água tipo chuveiro para enxágüe e caem numa mesa selecionadora onde se faz a seleção manual (7), executada por 1 ou 2 operadoras, que retiram as folhas, talos, azeitonas manchadas, amassadas, escuras. As azeitonas verdes são novamente transportadas por elevação em esteira rolante até peneira vibratória (8), ao mesmo tempo em que a bandeja giratória é abastecida com os frascos de vidro (9), passando por um túnel esterilizador (10), transportado por esteira rolante até as azeitonas que caem da peneira vibratória para o envase (11). Elas caem por nivelamento dentro dos frascos de vidro. O volume é regulado por um vibrador (ajustado manualmente) (12), enquanto, ao lado, o operador faz periodicamente a aferição do peso numa balança (13) eletrônica.

Ao mesmo tempo, um operador prepara a salmoura (14), acrescentando à água, 1760 gramas de ácido cítrico e 25 kg de sal num tanque com capacidade de 800 litros. A salmoura é transportada para um outro tanque, o tanque dosador, que distribui para os frascos.

A esteira rolante leva os frascos com as azeitonas até o processo de enchimento de salmoura (15), que tem uma temperatura de 70°C. Saindo do dosador de salmoura, tem-se uma esteira rolante inclinada para retirar o excesso de salmoura e os frascos vão por esteira rolante para a colocação e fechamento do frasco com a tampa, executada manualmente por 2 operários (16), pois a tampadeira mecânica está desativada, por estar quebrada, e segundo a empresa, tem um custo muito alto o seu conserto. Posteriormente, a esteira rolante leva os frascos de vidro para o processo de pasteurização (processo que será descrito na subseção seguinte), onde

é realizado um tratamento térmico com vapor produzido por uma caldeira (17). Ao sair do túnel de pasteurização (18), os vidros com azeitonas passam por uma esteira rolante equipada com um desenroscador de frascos de vidro, que os impulsiona para secagem com jatos de ar (19). Depois deveriam passar pelo processo de seleção dos vidros sem vácuo, mas a selecionadora está desativada, pois ela está quebrada. Os frascos passam então, por uma datadeira (20), onde um jato de tinta (*Inject*) registra a data, hora produzida, validade e nº do lote (21). A seguir, a esteira rolante leva os frascos até a rotuladeira (22), onde um sensor identifica os frascos e aplica o rótulo automaticamente (23) e a esteira rolante leva os frascos de vidro para uma bandeja giratória, onde o operador faz uma inspeção final do produto (24), conferindo os itens não-conformes em relação à apresentação visual (aberto; mal fechado; sem rótulo; rótulo torto; sem vácuo; quebrado; ou sem registro de data, hora produzida, validade, nº do lote e outros) e depois se faz o encaixotamento manual (25), passando da seladora mecânica (26), que fecha cada caixa com 12 frascos, para uma esteira rolante no qual um operador as empilha em paletes que ficam armazenadas no galpão da indústria, sendo retiradas para expedição (28).

### 3.3.1 – O Sistema de Pasteurização

A pasteurização é um processo que consiste em um tratamento térmico no qual o produto passa por três fases, (aquecimento 100°, o pré-resfriamento atinge entre 40° a 50° e o resfriamento entre 20° e 25°) durante um período de aproximadamente 50 minutos. O objetivo principal é a destruição de microorganismos patogênicos, sem afetar a composição nutricional das azeitonas. O calor, sob forma de vapor de água, é aplicado por serpentina na parede externa da embalagem, o que permitirá se esquentar a parte interna da embalagem, até atingir o centro geométrico dos frascos de vidro. Este calor deverá ser mais alto ou mais baixo, dependendo da condutividade do calor por parte da matéria-prima alimentar contida no frasco de vidro. O tamanho da embalagem também é de grande importância, já que a temperatura será considerada ótima quando atingir a parte interna, pelo tempo suficientemente necessário, para destruir microorganismos. Este processo tem também a finalidade de fazer formar o vácuo no frasco de vidro.

### **3.4 – AZEITONAS ZAELI**

A matéria-prima é o fruto de uma árvore oleácea (*Olea europaea*, Lin.), conhecida popularmente como oliveira, frutos denominados de azeitonas. O produto é importado da Argentina, vem acondicionado em grandes tonéis plásticos (bombonas) já curadas. Na entrada do produto na indústria, é realizada, no Centro de Qualidade da Zaeli (CQZ), uma rigorosa seleção de forma a controlar o padrão de qualidade e assegurando-se de que o produto apresente tamanho e espessura próprios para consumo, bem como os calibres desejados (121 - 160, 161 – 200, 201 – 240), sendo que calibre é a quantidade existente de azeitonas por kg (ex. 1000g = 161 a 200 azeitonas). Posteriormente o produto é envasado em frascos de vidro, por meio de um processo automático e contínuo. O produto é adquirido somente de safras anteriores à época vigente, visando à obtenção de frutos com maturação completa e uniforme, o que proporciona uma polpa mais macia e saborosa.

### **3.5 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE ENVASE DE AZEITONAS VERDES**

No fluxograma proposto, conforme descrito na subseção 2.8.4, do processo, de envase de azeitonas verdes (Figura 12) utilizado para representar as fases de procedimentos do processo.

Elaborou-se esse fluxograma para estudar o processo, pois é um diagrama sistemático que representa de forma simples, ordenada as várias fases do processo de envase de azeitonas verdes (frascos de 500 gramas de peso líquido drenado).

Formulou-se uma nova proposta de fluxograma (Figura 12) onde foram inseridas setas referentes ao monitoramento do processo de envase e da recepção de insumos. Este último apesar de não fazer parte deste estudo, vem somar aos sistemas de Controle de Qualidade do Processo.

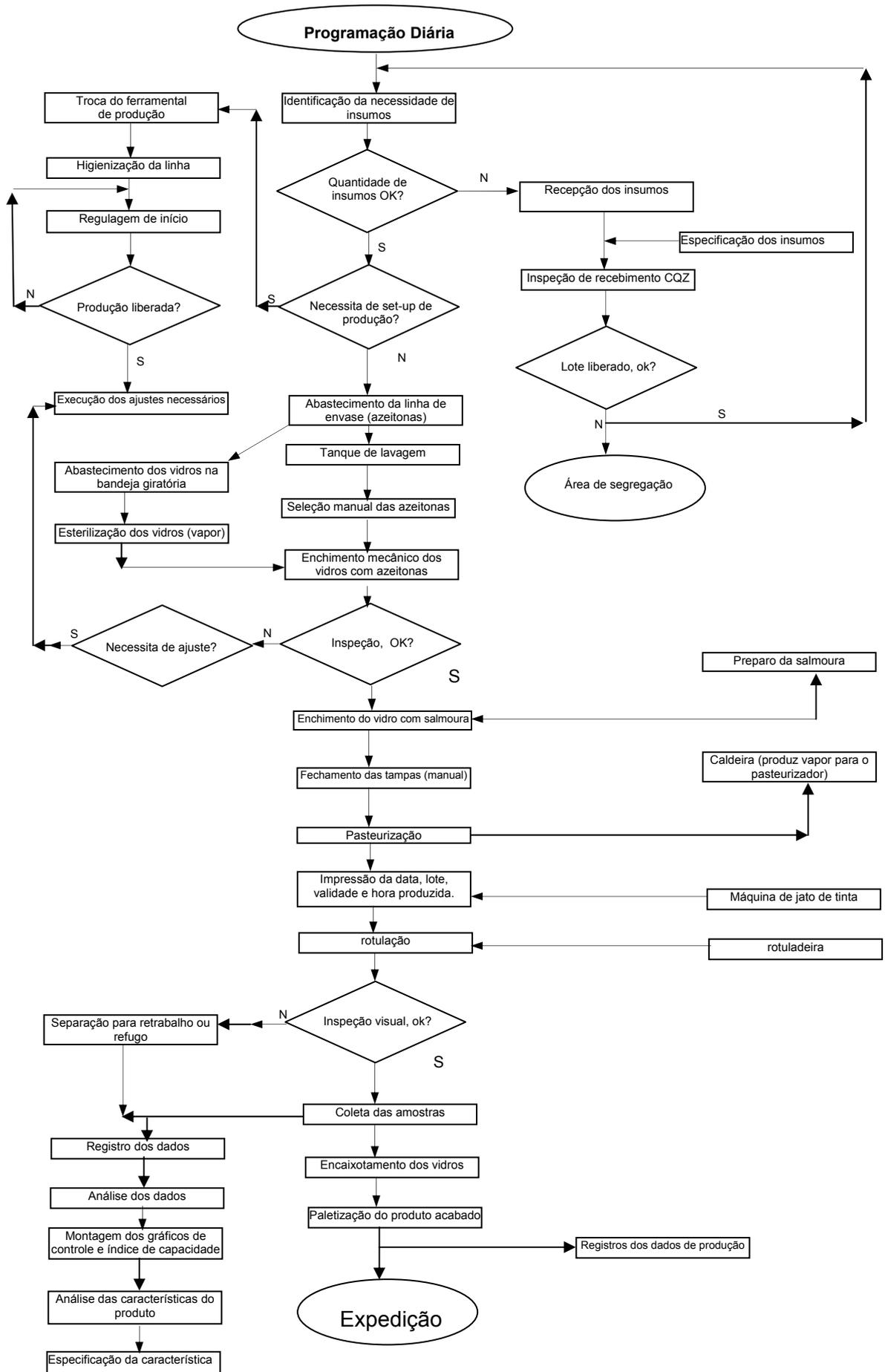


Figura 12 - Fluxograma proposto do processo de envase de azeitonas verdes.

### 3.6 – ESCOLHA DOS CARACTERÍSTICOS DA QUALIDADE

Para identificar os característicos da qualidade do produto a serem monitoradas pelo CEP foi conversado informalmente com os funcionários do CQZ (Centro de Qualidade da Zaeli) e esses sugeriram vários característicos entre eles o peso, pH da salmoura, vácuo (pressão negativa), concentração de sal na salmoura, cor das azeitonas, impurezas, entre outros.

Segundo CAMPOS (1992) deve-se procurar prevenir a origem de problemas cada vez mais a montante, não permitindo a venda de produtos defeituosos. E diz ainda que se deve identificar os problemas mais críticos e solucioná-los pela mais alta prioridade.

Qualquer produto apresenta dois tipos de característicos: os mensuráveis (como peso, altura entre outros) e os que não são usualmente medidos mas apenas qualificados pelos sentidos (PALADINI, 1995). Na realidade os característicos da qualidade é que são avaliados: quando são mensuráveis numericamente, isto é, de forma quantitativa, a avaliação é dita desenvolver-se por variáveis, e quando são consideradas de forma qualitativa as avaliações é dita desenvolver-se por atributos.

Os característicos da qualidade são geralmente avaliados em relação às especificações, medidas desejáveis para seus valores, que costumam incluir valor nominal, limite superior e limite inferior aceitáveis. Produto não conforme é aquele que não atende uma ou mais das especificações para um ou mais característicos da qualidade. Produtos defeituosos apresentam um ou mais defeitos, que são não conformidades que afetam significativamente a segurança ou uso do produto.

Os característicos mensuráveis selecionados foram: peso líquido drenado, vácuo e pH da salmoura. O característico não mensurável selecionado foi: itens defeituosos no final do processo.

A fim de melhor caracterizar o processo de envase de azeitonas verdes foi elaborado, juntamente com os operários do setor de envase de azeitonas verdes da Máquina *Gherri*, da Indústria de Alimentos Zaeli, um diagrama de Causa e Efeito, o conceito foi apresentado na subseção 2.8.1, para se detectar as possíveis causas de itens defeituosos retirados na inspeção final do produto apresentadas no processo (Figura 13).

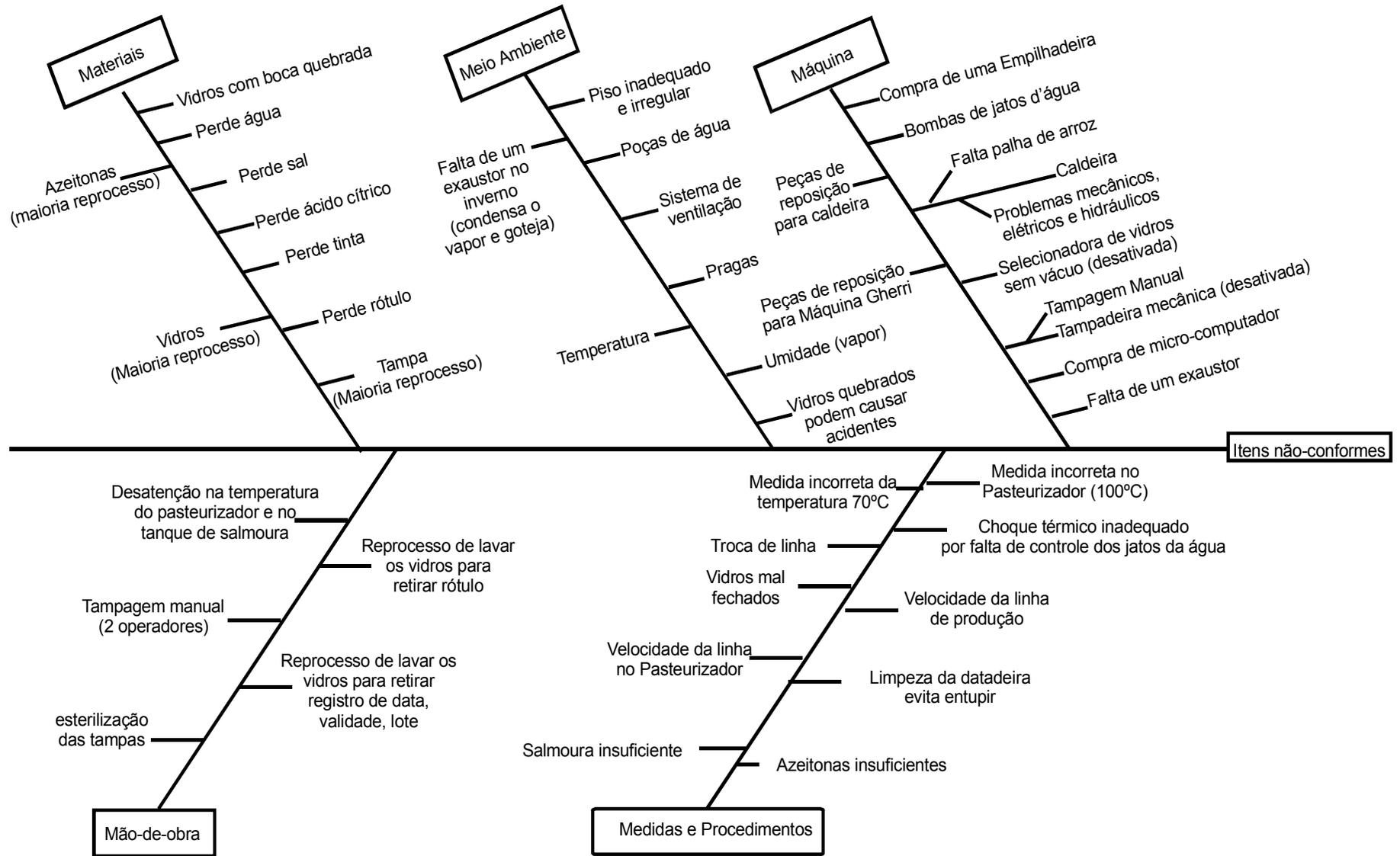


Figura 13: Diagrama de Causa e Efeito para itens não-conforme do processo de envase de azeitonas verdes.

Nesse diagrama são descritas as prováveis causas de um item avaliado; o grupo de funcionários familiarizado com o processo elaborou o diagrama, enumerando as causas e “dissecando” cada uma delas em possíveis componentes, até que haja uma noção completa de todos os eventos que podem ter causado o problema. Também chamado de “espinha” de peixe ou diagrama de ISHIKAWA (1993).

No processo produtivo, temos os seguintes fatores envolvidos:

- 1) Máquinas;
- 2) Materiais;
- 3) Meio ambiente;
- 4) Mão-de-obra;
- 5) Medidas e procedimentos.

Após análise do Diagrama de Causa e Efeito (Espinha de Peixe), construíram-se os quadros dos fatores envolvidos no processo produtivo do envase dos frascos de azeitonas verdes com 500 gramas de peso líquido drenado, com uma síntese dos problemas detectados, propostas de soluções dos mesmos e dos benefícios esperados com a aplicação das propostas sugeridas.

Nos quadros 7, 8, 9 10 e 11 estão as análises dos fatores envolvidos no processo de envase de azeitonas verdes.

Quadro 7: análise do diagrama causa e efeito fator máquina.

PROBLEMA	SUGESTÃO (proposta)	BENEFÍCIO
-Tampadeira Mecânica (desativada).	-Comprar tampadeira mecânica.	-Aumento da velocidade da linha de produção. -Aumento da produção -Dois operadores para outras funções. -Evita itens defeituosos, como mal fechado e sem vácuo. -Evita-se contato manual com o produto.
-Selecionadora dos vidros a vácuo (desativada)	-Consertar ou trocar por uma nova.	-Evita reprocesso do sem-vácuo, aberto e mal fechado. -Não perde rótulo. -Não perde tampa -Não perde mão-de-obra Não precisa lavar vidros dos itens defeituosos . Evita itens defeituosos como sem-vácuo.
-Datadeira.	-Atenção dos operadores na inspeção final. -Cronograma de limpeza.	-Ganha-se tempo, pois não precisa limpar os vidros com registro incompleto da data e/ou reprocesso.
-Caldeira.	-Sistema de luzes (verde, vermelha, amarela) acionadas pelo operador da caldeira, melhor comunicação de paradas por falta de palha de arroz (combustível da caldeira) ou por problemas mecânicos. -Não deixar faltar palha de arroz. -Peças de reposição. -Manutenção periódica.	-Evita itens defeituosos como o sem-vácuo, aberto, quebrado. -Evita parada de produção. -Evita reprocesso. -Não perde rótulo. -Não perde tampa. -Não perde tinta. -Não perde a embalagem (vidro) -Não perde tempo para lavar os vidros.

-Desenroscador de vidros.	-Regulagem da pressão do ar.	-Evita-se quebra de vidros.
-Exaustor.	-Compra de exaustor.	-Satisfação dos funcionários. -Melhor qualidade do produto.
-Peças de reposição da máquina <i>Gherri</i>	-Manter peças de reposição, como, por exemplo, retentores, rolamentos, entre outras.	-Evitam-se paradas de produção.
-Empilhadeira	-Comprar uma empilhadeira para o setor de conservas	-Não gera parada de produção no aguardo de matéria-prima e/ou embalagens.
-Micro-computador	-Compra de um microcomputador para o setor de conservas.	-Controle por meio de planilhas eletrônicas da produção -Controle por meio de planilhas eletrônicas do estoque.
-Bombas de jatos d' água	-Instalar uma bomba de jatos d' água para lavar as bombonas (fora do setor)	-Evita-se contaminação da matéria-prima -Qualidade no processo

Quadro 8: análise do diagrama de causa e efeito fator materiais.

PROBLEMA	SUGESTÃO (proposta)	BENEFÍCIO
-Perdas de sal, ácido cítrico, tinta, rótulo, tampa, azeitonas e vidros.	-Regulagem adequada da temperatura do túnel de pasteurização. -Regulagem adequada da temperatura do tanque de salmoura (70°C). -Controle dos jatos de água no resfriamento. -Conserto da selecionadora de vidros a vácuo. -Conserto ou compra da tampadeira mecânica. -Exigência do controle de qualidade do fornecedor dos vidros de 500 gramas. -Atenção dos operadores na inspeção final no registro da data, lote, hora produzida e validade. -Atenção dos operadores na pesagem dos ingredientes para a salmoura	-Evita-se perda das azeitonas, rótulo, tinta, salmoura, tampa e vidros. -Evitam-se itens defeituosos. -Evitam-se paradas de produção -Evita-se perda de tempo para mão-de-obra. -Evitam-se pH abaixo ou acima da especificação -Qualidade no produto.

Quadro 9: análise do diagrama de causa e efeito fator meio ambiente.

PROBLEMA	SUGESTÃO (proposta)	BENEFÍCIO
-Piso Inadequado e irreular	-Trocar piso da indústria.	-Satisfação dos funcionários.
-umidade (vapor).	-Instalar exaustores, pois no inverno o vapor sobe até ao teto, condensa e goteja por toda a indústria.	-Aumenta a qualidade de vida dos funcionários.
-Temperatura elevada. -Sistema de ventilação.	-Instalar sistema de ventilação, pois no calor devido ao vapor dos processadores térmicos (esterilizador, tanque de salmoura e pasteurizador), aumenta a temperatura	-Satisfação dos funcionários
-Pragas.	-Intensificar, conscientizar e aplicar os métodos de combate a pragas.	-Satisfação dos funcionários. -Qualidade do produto.
-Vidros quebrados.	-Atenção dos operadores, retirada e limpeza dos vidros quebrados.	-Evitam-se acidentes.

Quadro 10: análise do diagrama de causa e efeito fator mão-de-obra.

PROBLEMA	SUGESTÃO (proposta)	BENEFÍCIO
-Desatenção na temperatura do Pasteurizador e do tanque de salmoura.	-Instalar sistema de luzes (verdes, vermelha e amarela) para melhor comunicação do caldeirista com os operadores da indústria de conservas. -Controle mais rigoroso da temperatura.	-Evita-se produção de itens não-conformes, como o sem-vácuo, quebrado e aberto. -Aumenta-se a velocidade da linha.
-Tampagem manual (2 operadores).	-Conserto ou troca da tampadeira mecânica.	-Evita-se produção de itens. -Qualidade do produto. -Dois operadores remanejados para outras funções.
-Reprocesso de lavar os vidros para retirar rótulo e tinta.	-Controle de temperaturas. -Regulagem na velocidade da esteira. -Atenção na inspeção final. -Cronograma de limpeza da datadeira.	-Evita-se choque térmico e quebra de vidros. -Evita-se reprocesso. -Evita-se lavar vidros para retirar rótulos e tinta.
-Medida incorreta de temperaturas do tanque de salmoura.	-Controlar e regular temperatura ideal 70°C.	-Evita-se perda de salmoura. -Evitam-se itens não-conformes.

Quadro 11: análise do diagrama de causa e efeito fator medidas e procedimentos.

PROBLEMA	SUGESTÃO (proposta)	BENEFÍCIO
-Medida incorreta de temperatura no pasteurizador.	-Controlar e regular temperatura do túnel de pasteurização 100°C. -Controlar e regular temperatura do pré-resfriamento 40°C a 50°C. -Controlar e regular temperatura do resfriamento 20°C a 25°C e controle da água do resfriamento.	-Evitam-se itens não-conformes, como sem vácuo, quebrado e aberto. -Evita-se perda de tempo para lavar vidros para retirar rótulos e tinta.
-Troca de linha.	-Ajustar a máquina adequadamente. -Treinamento para os operadores.	-Evitam-se vidros quebrados e defeituosos.
-Velocidade da linha de produção no pasteurizador.	-Regular a velocidade da linha no pasteurizador, para que o processamento térmico possa ser efetuado em aproximadamente 40 minutos.	-Evitam-se itens não-conformes. -Evita-se choque térmico. -Evita-se reprocesso.
-Velocidade na linha de produção.	-Comprar ou consertar tampadeira mecânica. Regular a velocidade da linha	-Aumenta-se a velocidade da linha de produção.
-Azeitonas insuficientes ou em excesso.	-Compra de equipamento eletrônico que seleciona o produto com peso acima ou abaixo do especificado.	-Aumento da quantidade de envase. -Evita-se excesso de azeitonas além da tolerância. -Evita-se peso abaixo do ideal. -Evitam-se multas por peso abaixo do especificado pela portaria.
-Vibrador de ajuste do peso (manual).	-Ajustar periodicamente a vibração dos vidros que processam o envase, fazer a verificação na balança digital	-Evita-se excesso ou insuficiência de azeitonas. -Evitam-se multas. -Aumenta a quantidade de envase e com isso aumenta a produção.
-Falta de um cronograma de produção	-Cronograma de produção	-Evita-se troca de linha desnecessária -Aumenta o controle do estoque
-Segurança	-Maior atenção dos operadores com materiais de segurança como por exemplo óculos de proteção	-Evita-se acidentes -Aumenta a qualidade de vida do operador
-Capacitação dos operadores	-Intensificar treinamento para os operadores na questão da qualidade de produtos e serviços (HACCP, 6 Sigmas, técnicas estatísticas, manutenção mecânica, hidráulica e elétrica)	-Aumenta o conhecimento na área de atuação -Aumenta a produtividade -Aumenta a lucratividade -Evita-se parada de produção -Aumenta a qualidade da produção -Aumenta a conscientização para a qualidade

### 3.7 – VISUALIZAÇÃO DA LINHA DE PRODUÇÃO DE ENVASE DE AZEITONAS.

Apresentam-se a seguir fotos da linha de produção do envase de azeitonas verdes na Indústria de Alimentos Zaeli.

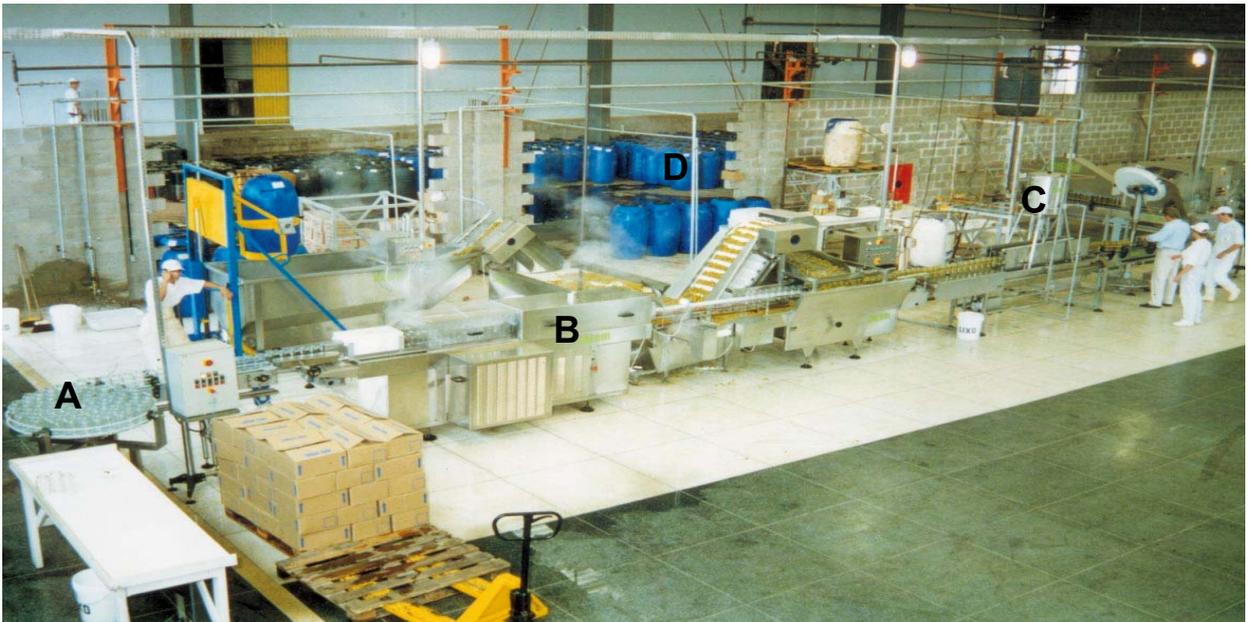


Figura 14: Foto da máquina *Gherri* com vista parcial do processo, visualiza-se em (A) a mesa giratória com os frascos de vidro, túnel esterilizador de frascos (B), tanque dosador de salmoura (C) ao fundo os tonéis com as azeitonas para o processamento (D).



Figura 15: Foto com vista parcial da linha de produção do envase de azeitonas verdes, destacando-se em (A) tanque de lavagem, em (B) mesa para seleção das azeitonas, em (C) esteira rolante por elevação para transportar as azeitonas até a mesa niveladora para o envase.



Figura 16: Foto parcial da máquina *Gherri*, se destaca (A) o frasco já pasteurizado, passando pelo processo de secagem, posteriormente passa pela datadeira (B) e a seguir pela rotuladeira (C), para inspeção final e encaixotamento (D).

Para a coleta de dados foram desenvolvidas folhas de verificação, para se tornar mais rápido o registro da coleta. Estas servirão de base para montar as planilhas com os bancos de dados para as fases seguintes de montagem dos gráficos de Pareto, gráficos de controle e histogramas, bem como os índices de capacidade, os resultados são apresentados no capítulo 4.

Os itens que foram apresentados são considerados como os mais importantes para o modelo, uma vez implementado, contribui para a melhor avaliação da qualidade dos processos industriais e, portanto, melhor utilização de suas técnicas em organizações.

Este capítulo apresentou o modelo de avaliação do processo de envase de azeitonas verdes em frascos de 500 gramas de peso líquido drenado, em suas diversas fases de organização.

## **4 – RESULTADOS**

Neste capítulo é apresentada uma avaliação da qualidade do processo de envase de azeitonas verdes (frascos de 500 gramas de peso líquido drenado), também uma análise do produto final detectando-se os tipos de defeitos ocorridos no período estudado, posteriormente, definem-se os característicos de qualidade para o estudo do processo, os custos de produção de itens não-conformes. Apresentam-se os resultados obtidos das aplicações de algumas ferramentas estatísticas do Controle da Qualidade no processo de envase de azeitonas verdes e, por fim, analisa-se a capacidade do processo de envase de azeitonas verdes.

### **4.1 – INTRODUÇÃO**

A apresentação dos dados se dará em forma de tabelas e gráficos, onde se poderão observar os valores com maior precisão, que, além do apelo visual, tem a vantagem de mostrar com maior clareza tendências e comparações.

Para avaliar a qualidade do processo nos característicos peso líquido drenado, vácuo e pH da salmoura, selecionou-se o frasco de 500 gramas de peso líquido drenado que corresponde ao produto que a indústria de conservas mais vende, embora a empresa envase 14 tipos diferentes de frascos e características .

Para o atributo itens defeituosos no final da linha de envase foi selecionado o mesmo produto.

A avaliação da qualidade do processo de envase de azeitonas verdes (frascos de 500 gramas de peso líquido drenado), foi realizada com a aplicação de ferramentas estatísticas tais como folhas de verificação, gráficos de controle, histogramas, gráficos de Pareto e ainda um estudo sobre a capacidade de processo. Fez-se também uma avaliação dos custos de produção de itens não-conformes.

## **4.2 – ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE**

Para a análise da porcentagem de itens defeituosos, a população foi constituída pelos frascos de azeitonas verdes (500 gramas de peso líquido drenado). A seguir estabeleceram-se os característicos de qualidade peso líquido drenado, vácuo e pH da salmoura para um estudo investigativo no sentido de verificar se os itens produzidos estão dentro das especificações. Esta pesquisa aborda o problema de forma quantitativa e qualitativa, cujas observações foram registradas em folhas de verificação. Os dados coletados e tabulados em planilhas eletrônicas foram utilizados nas ferramentas estatísticas para interpretação dos resultados, com o objetivo de confirmar ou rejeitar a hipótese de que, no processo de envase de azeitonas verdes em frascos de vidro de 500 gramas de peso líquido drenado, identifica-se a porcentagem de itens defeituosos produzidos, detecta-se os possíveis problemas que afetam o bom funcionamento do processo produtivo, e analisa-se também, se os itens produzidos estão dentro das especificações, nas variáveis peso líquido drenado, vácuo e pH da salmoura..

## **4.3 – AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO FINAL**

Considerando uma abordagem de qualidade centrada no produto e no processo, num primeiro momento, procedeu-se à investigação da incidência de problemas apresentados pelo produto final, de acordo com sua forma de manifestação. Para verificar a ocorrência de itens defeituosos, um operador, no final da linha, observa o fluxo de frascos que chegam na mesa giratória e, pela observação visual, seleciona os frascos e faz o encaixotamento. Os frascos com defeitos são separados para o refugo ou reprocesso. Esses frascos são avaliados sob a forma de atributo.

Foram analisados 17 subgrupos correspondentes à produção de frascos de azeitonas verdes com 500 gramas de peso líquido drenado, envasados durante o período de 24/04/2002 a 21/05/2002. As amostras têm quantidade variável, porque cada amostra corresponde à produção de um dia, avaliadas e separadas conforme os defeitos: quebrado; sem vácuo; mal fechado; rótulo torto; sem rótulo; sem registro de data, hora produzida, validade e nº do lote; aberto; com talos/folhas e outros.

As ferramentas estatísticas: folha de verificação, gráfico de controle  $p$  da fração defeituosa; gráficos de Pareto, foram utilizadas para atender ao objetivo da análise dos itens defeituosos produzidos. Conforme descrito na subseção 2.8.6.2, o gráfico selecionado foi o da proporção (fração) de defeituosos  $p$ . Os dados das amostras coletados em folhas de verificação (1), exposta no apêndice B, e descrita na subseção 2.8.2, foram tabulados e construiu-se o gráfico de controle apresentado na Figura 17. Observa-se na Tabela 1, o resultado dos 17 subgrupos que demonstraram que o processo de envase de azeitonas verdes em (frascos de vidro de 500 gramas de peso líquido drenado) teve nesse período de 24/04/2002 a 21/05/2002 uma produção de 87.832 frascos e um total de 3.351 itens defeituosos, sendo esses itens denominados: sem vácuo; quebrado; sem registro de data, validade, hora produzida e nº do lote; sem rótulo; mal fechado; aberto; rótulo torto; com talos/folhas e outros. Obteve-se uma porcentagem média de 3,81% de itens defeituosos durante o mês em estudo.

Tabela 1: Observações do processo de envase de azeitonas verdes.

DIA PRODUZIDO(D)	Nº DA AMOSTRA (m)	TAMANHO DA AMOSTRA (n)	TOTAL DE DEFEITOS (d)	FRAÇÃO DEFEITUOSA (p)
24/04/02	1	2068	72	0,0348
26/04/02	2	9682	690	0,0712
27/04/02	3	7266	532	0,0732
29/04/02	4	7580	151	0,0199
04/05/02	5	2933	78	0,0265
06/05/02	6	5193	221	0,0425
07/05/02	7	1732	78	0,0450
08/05/02	8	426	19	0,0446
09/05/02	9	8651	258	0,0298
10/05/02	10	13215	225	0,0170
11/05/02	11	3077	123	0,0399
13/05/02	12	1359	68	0,0500
15/05/02	13	1554	32	0,0205
16/05/02	14	6246	263	0,0421
17/05/02	15	14546	458	0,0314
20/05/02	16	2087	69	0,0330
21/05/02	17	217	14	0,0645
TOTAL		87832	3351	0,0381

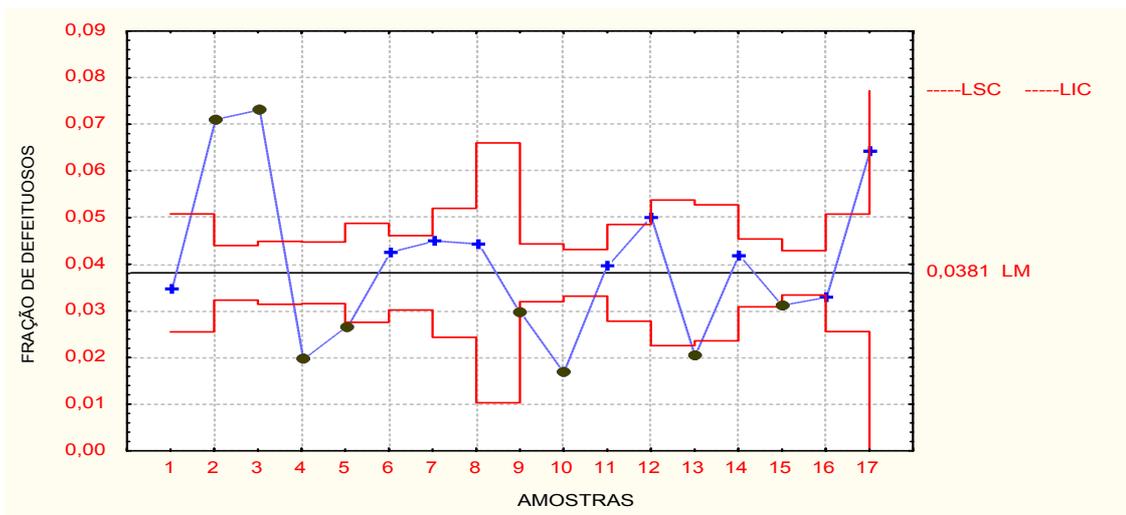


Figura 17: Gráfico de Controle p.

Com o gráfico de controle p (Figura 17), monitora-se a proporção de itens defeituosos de frascos de vidro de azeitonas verdes (500 gramas de peso líquido drenado) no final da linha de produção no período em estudo. Verifica-se que a linha média (LM) representa a proporção de 0,0381, e que existem 2 pontos acima do Limite Superior de Controle (LSC), e 6 pontos abaixo do Limite Inferior de Controle (LIC), evidenciando a necessidade de uma investigação das causas que estão atuando no processo, a fim de fazer ajustes no processo de envase de azeitonas verdes (frascos de vidro de 500 gramas de peso líquido drenado). As amostras 2 e 3 atingiram uma porcentagem de mais de 7% de não-conformes, considerado muito alto segundo a empresa. E os pontos abaixo do Limite Inferior de Controle também devem ser investigados.

Nesta fase do trabalho foi utilizada uma das ferramentas da Estatística mais usada em análise de melhoramento de processos, o gráfico de Pareto, conforme descrito na subseção 2.8.3. Elaborou-se a Tabela 2 representando os tipos de defeitos, frequência, frequência acumulada, porcentagem e a porcentagem acumulada, e plotou-se o gráfico de Pareto (Figura 18), para se estabelecer a ordem em que o tipo de defeito aparece em maior escala. Esse gráfico de barras, além de exibir a característica mais relevante, mostra a contribuição que cada uma tem em relação ao total. Segundo KUME (1993), deve-se concentrar em identificar e eliminar as causas das poucas mas vitais, deixando de lado, numa primeira fase, as demais que são muitas e triviais.

Tabela 2: Ocorrência de defeitos no envase de azeitonas verdes.

TIPOS DE DEFEITOS	FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA ACUMULADA	%	% ACUMULADA
Sem Vácuo	1618	1618	48,28%	48,28%
Quebrado	693	2311	20,68%	68,96%
Sem da/va/lote	297	2608	8,86%	77,82%
Sem rótulo	272	2880	8,12%	85,94%
Mal fechado	265	3145	7,91%	93,85%
Aberto	117	3262	3,49%	97,34%
Rótulo torto	27	3289	0,81%	98,17%
Com talos/fol	3	3292	0,09%	98,24%
Outros	59	3351	1,72%	100,00%
TOTAL	3351		100,00%	

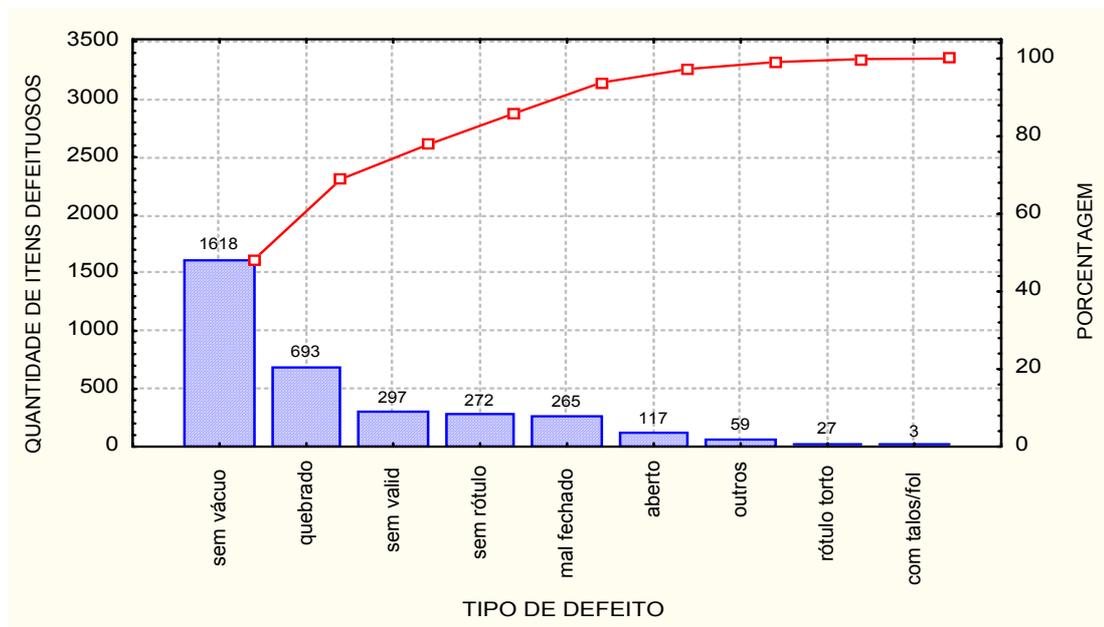


Figura 18: Gráfico de Pareto para identificação dos tipos de defeitos.

Para uma melhor visualização plotou-se o gráfico de Pareto (Figura 18) para identificar os defeitos por tipo, no envase de azeitonas verdes (frascos de vidro de 500 gramas de peso líquido drenado). Constatou-se na Tabela 2, que o tipo de defeito “sem vácuo” constitui 48,28% do total das não-conformidades, sendo que esse defeito é ocasionado na maioria das vezes pela queda de temperatura do vapor no Pasteurizador, ou por que não foi feita uma colocação ideal da tampa no vidro, sendo este fechamento manual, pois a tampadeira mecânica está desativada e a selecionadora de vidros sem vácuo também se encontra desativada (ambas estão quebradas).

Esse defeito gera o reprocesso da matéria-prima, além do prejuízo com a perda do rótulo, da tampa, da tinta que registra a data, hora produzida, validade e nº do lote, da mão-de-obra, e ainda perde-se tempo e mão-de-obra para lavar os vidros para retirar rótulo e a tinta que registra data, hora produzida, validade e nº do lote.

Os “quebrados” representam 20,68% do total dos itens defeituosos, sendo que estes perdem a matéria-prima, o rótulo e a tinta que registra a data, hora produzida, validade e nº do lote, o frasco, a tampa e a mão-de-obra.

Em seguida, vêm os “sem-registros de data, hora produzida, validade e nº do lote”, representando 8,86%, mas essa porcentagem ocorreu por falta de atenção do operador que não observou que a datadeira entupiu. Os “sem-rótulos” representam 8,12%, e ocorreram por problemas na rotuladeira; a ocorrência de 7,91% de “mal fechados”, também ocorreu em função da desativação da tampadeira mecânica, pois a mesma está quebrada, que por essa razão é feita a colocação e fechamento da tampa manualmente.

Na Figura 19 pode-se observar a aplicação do gráfico de Pareto para o custo de produção de itens defeituosos, no processo de envase de azeitonas verdes (frascos de vidro de 500 gramas de peso líquido drenado).

Constatou-se na Tabela 3 que o tipo de defeito “quebrado” é o que tem maior custo para a empresa.

Tabela 3: Custo da produção de item não-conformes de azeitonas verdes.

TIPOS DE DEFEITO	FREQÜÊNCIA	CUSTO MENSAL (R\$)	CUSTO ANUAL (R\$)
Sem Vácuo	1618	200,63	2.407,56
Quebrado	693	1.268,19	15.218,28
Sem da/va/lote	297	9,62	115,47
Sem rótulo	272	8,82	105,84
Mal fechado	265	32,86	394,32
Aberto	117	14,51	174,12
Rótulo torto	27	3,35	40,20
Com talos/fol	3	0,37	4,44
Outros	59	7,32	87,84
<b>TOTAL</b>	<b>3351</b>	<b>1.545,67</b>	<b>18.548,07</b>

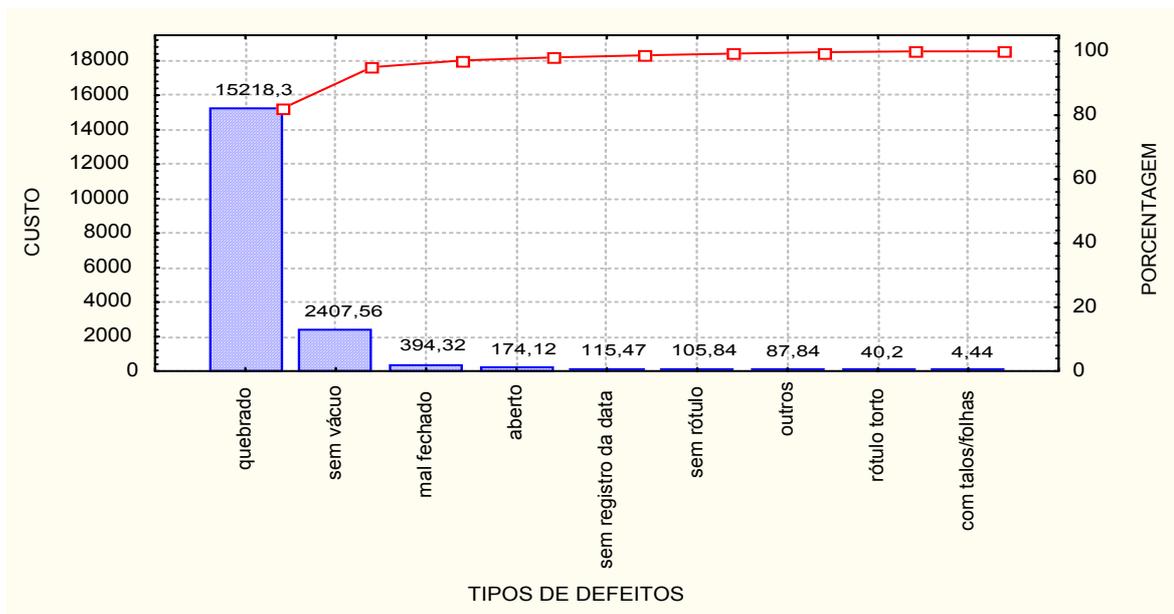


Figura 19: Custo anual de produção por tipo de defeito.

O levantamento dos custos da produção de itens defeituosos conforme mostra a Tabela 3, e na Figura 19, revelou que apesar do item defeituoso “sem vácuo” ser o mais freqüente, esse item não é o de custo maior, e sim, o item defeituoso denominado “quebrado” que tem custo maior e, portanto, deve-se investigar as causas que geram esse item e com ações corretivas tentar primeiramente reduzir esse defeito na produção de envase de azeitonas verdes frasco com 500 gramas de peso líquido drenado, que representa cerca de 80% dos prejuízos.

O gráfico demonstra que, em segundo lugar, estão os “sem vácuo” e em seguida vêm os “mal fechados” e assim sucessivamente conforme gráfico, tendo a empresa um prejuízo mensal de R\$ 1.545,67 numa projeção anual de R\$ 18.548,07, computados da planilha de custo, exposta no anexo A, fornecida pela empresa.

#### 4.4 – ANÁLISE DAS VARIÁVEIS: PESO LÍQUIDO DRENADO; VÁCUO E pH DA SALMOURA.

Os característicos analisados e o tamanho da amostra como também a estatística descritiva são apresentados no Quadro 12. Elaborou-se uma folha de verificação exposta no apêndice B, para a coleta dos dados, os quais foram representados em tabelas, quadros e gráficos. Nesse quadro as observações foram computadas com todas as amostras.

Quadro 12: Variáveis em estudo, tamanho das amostras e estatística descritiva.

variáveis analisadas	observações	média	mínimo	Máximo	amplitude	variância	desvio padrão	assimetria	curtose
peso	510	505,128	420	540,5	120,5	229,065	15,1349	-0,519	1,8308
vácuo	220	12,7136	2	23	21	20,8011	4,5608	0,0162	-0,7111
pH	128	4,0502	3,41	4,5	1,09	0,0698	0,2642	-0,7002	-0,2367

#### 4.4.1 – Testando a normalidade das variáveis

Com a finalidade de verificar se as variáveis peso líquido drenado, vácuo e pH da salmoura apresentam uma distribuição normal, aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov, pois eles desenvolveram um método para testar a aderência, em que a variável de teste é a maior diferença observada entre a função de distribuição acumulada do modelo e a da amostra.

A função de distribuição acumulada do modelo testado, ou função de repartição, dá as probabilidades acumuladas em cada ponto, ou seja,  $F(x) = P(X \leq x)$ . A função de distribuição acumulada da amostra corresponderá ao gráfico das freqüências relativas acumuladas. Designaram essa segunda função por  $G(x)$ . O teste consta simplesmente da verificação do valor e da comparação com um valor crítico tabelado em função de  $\alpha$  e  $n$ , se  $D$  for maior que o valor crítico, rejeita-se  $H_0$ .

$$D = \text{Max} |F(x) - G(x)|$$

Onde:

$D$ : é a maior diferença encontrada entre as duas funções analisadas;

$F(x)$ : é a função de distribuição acumulada da normal teórica;

$G(x)$ : é a função de distribuição acumulada da amostra.

Normalmente, são estabelecidos níveis de significância estatística  $\alpha = 1\%$  e  $5\%$  tendo as seguintes hipóteses a serem testadas:

Valores críticos para os níveis de significância usuais e  $n$  até 50 são dados em uma tabela, e sendo  $n > 50$ , calcular os valores críticos para  $\alpha = 1\%$  e  $5\%$ , respectivamente com as seguintes fórmulas, (COSTA NETO, 1997).

$$\frac{1,36}{\sqrt{n}} \text{ e } \frac{1,63}{\sqrt{n}}$$

$H_0$  : a amostra avaliada possui uma distribuição normal;

$H_1$  : a amostra avaliada não possui uma distribuição normal.

No Quadro 13, encontra-se o resultado do teste de normalidade para as variáveis em estudo.

Quadro 13: Teste de Normalidade de KOLMOGOROV-SMIRNOV.

VARIÁVEIS ANALISADAS	AMOSTRA	D-MÁXIMO	VALOR DE p
Peso líquido drenado	510	0,0634	p < 0,10
Vácuo	220	0,0578	p < 0,05
pH da Salmoura	128	0,1129	p < 0,10

O Quadro 13 mostra que segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov as variáveis peso líquido drenado e pH da salmoura, possuem uma distribuição normal, evidenciada também por gráficos de probabilidade normal conforme Figuras 35 e 37, expostas no apêndice D e que a variável vácuo pode-se supor, analisando os gráficos da normalidade (Figura 36) expostos no apêndice D, que possui uma distribuição normal.

#### 4.5 – RESULTADO DA VARIÁVEL PESO LÍQUIDO DRENADO

A importância em controlar o processo da característica peso líquido drenado é fundamental sob o ponto de vista financeiro, haja vista que o custo que a empresa incorre quando o volume fica muito abaixo ou acima da média especificada é bastante elevado.

Para essa característica de qualidade, foram coletadas 510 amostras, sendo retirados de hora em hora 10 frascos de azeitonas verdes que foram pesados em balança eletrônica e seus pesos anotados em folhas de verificação (2) expostas no apêndice C. Os dez frascos coletados a cada hora formavam um subgrupo, de modo que, no total, 51 subgrupos foram obtidos.

Vale salientar que, nas primeiras horas e na última hora de funcionamento de envase, não foram coletadas amostras, considerando que nestes dois períodos a máquina sofre ajustes e ao final já está em desgaste natural.

As ferramentas estatísticas usadas foram os gráficos de controle  $\bar{X}$  e  $s$  (média e desvio padrão), conforme visto na subseção 2.8.6.2 e o histograma apresentado na subseção 2.8.5. Esses gráficos de controle são considerados os mais simples em termos de operacionalização quando se utilizam subgrupos de tamanho maior ou igual a dez. A portaria do INMETRO nº 74 de 1995 (exposto no anexo B) estabelece critérios para verificação quantitativa em produtos pré-medidos comercializados em unidades de massa e volume com conteúdos nominais iguais, verificados em fábricas, depósitos e pontos de vendas. De acordo com essa portaria, os valores admissíveis para a Tolerância Individual (T) da característica da qualidade peso líquido são de 15 gramas, porém há uma ressalva para produtos com peso líquido drenado permitindo-se uma tolerância individual de 30 gramas (2T), indicando, então, que é aceitável peso líquido drenado mais que 470 gramas.

No caso do volume exceder a 500 gramas, a empresa diminui a quantidade de vidros envasados e, em contraposição, se o peso ficar abaixo de 470 gramas, a empresa estará oferecendo um produto com menos conteúdo do que o indicado, podendo incorrer em multas e ações negativas do mercado.

O valor nominal do frasco é 500 gramas. Temos então as seguintes hipóteses a serem analisadas:

$H_0: \mu = \text{peso líquido drenado de 500 gramas}$

$H_1: \mu \neq \text{peso líquido drenado de 500 gramas}$

Calculou-se a média das médias dos subgrupos, obteve-se  $\bar{\bar{X}} = 505,12$  e a média do desvio padrão  $\bar{s} = 13,30$

A Figura 20 apresenta o gráfico de controle elaborado a partir das médias e a Figura 21 do desvio padrão.

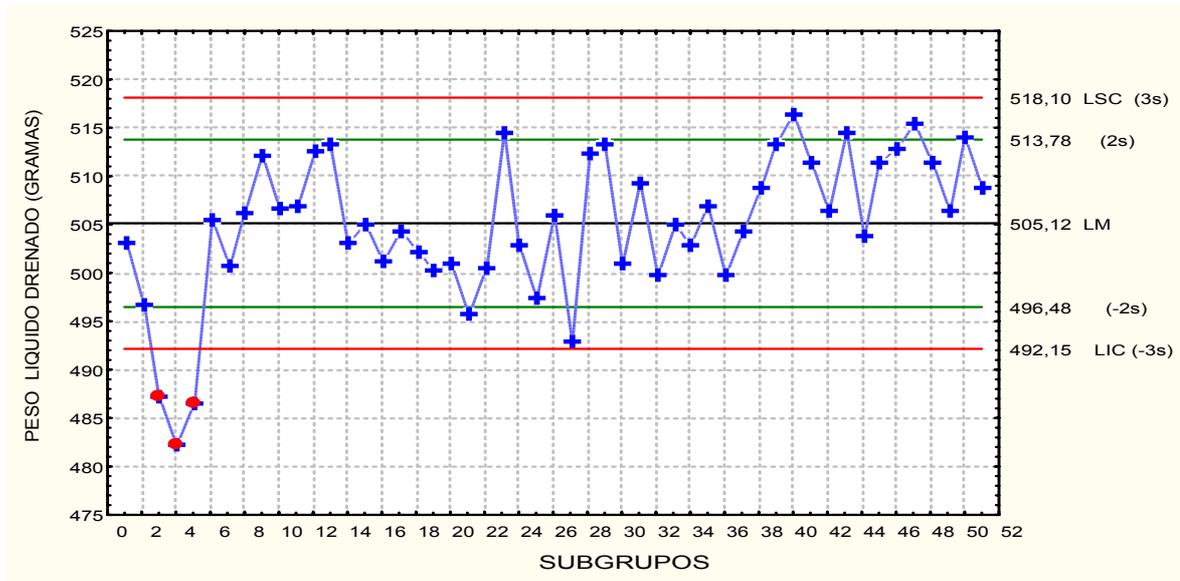


Figura 20: Gráfico de Controle  $\bar{X}$  da variável peso líquido drenado.

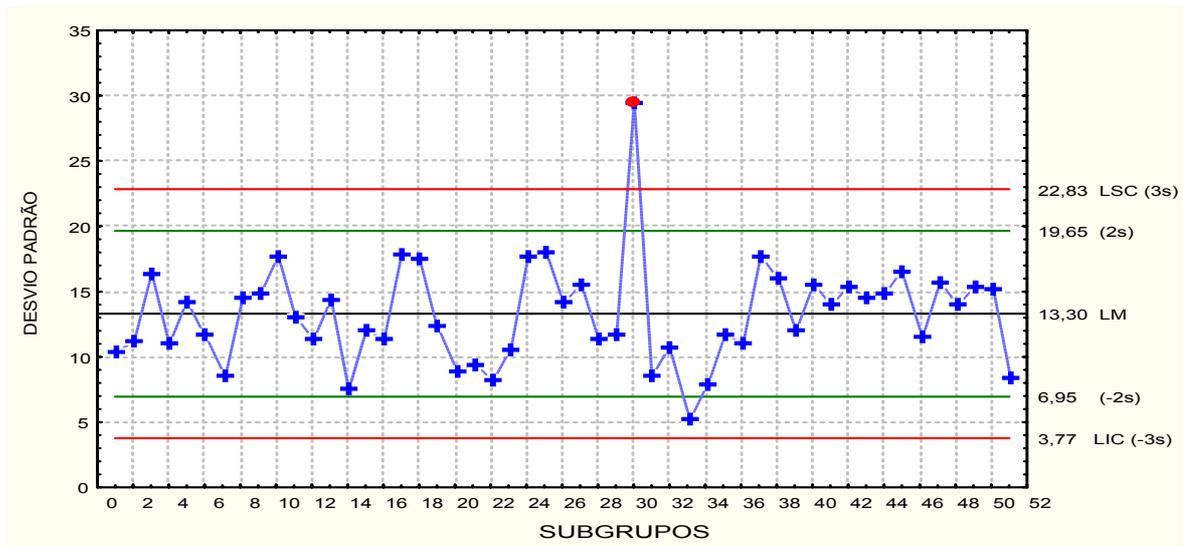


Figura 21: Gráfico de Controle  $s$  (Desvio Padrão) do peso líquido drenado.

Com o monitoramento da média do processo (Figura 20), observou-se que existem 3 pontos, (os subgrupos 3, 4 e 5) que estão situados abaixo do Limite Inferior de Controle (LIC), assinalando causas especiais no processo. Existem vários pontos como os subgrupos 39 ao 48, exceto o subgrupo 44, que estão aglomerados acima da linha média do processo. Tentando identificar as causas do problema, verificou-se que esses pontos correspondem a um período em que ocorreram ajustes na máquina e o operador “provocou” essas quedas.

No monitoramento da variabilidade do processo (Figura 21), verificou-se que existe um ponto discrepante, o subgrupo 30, que está situado acima do Limite Superior de Controle (LSC). Isto pode ser explicado pela constante manipulação da máquina para os respectivos ajustes.

Após identificar o problema que gerou os pontos discrepantes, buscou-se eliminá-los, fazendo uma revisão dos gráficos, visando observar o comportamento do processo após a primeira análise. Os gráficos revisados podem ser visualizados nas Figuras 22 e 23.

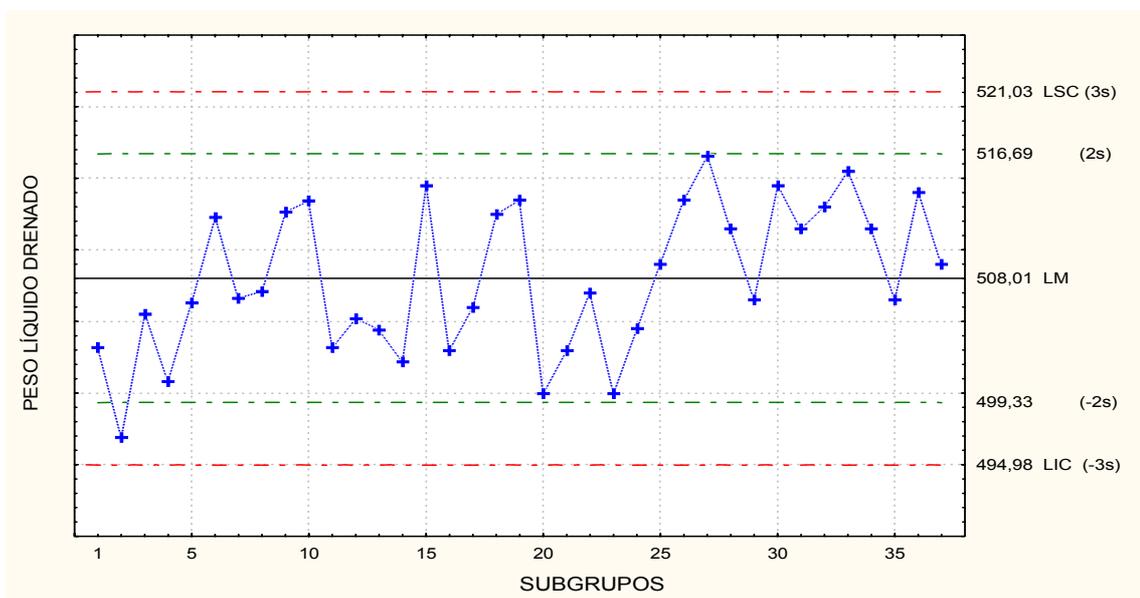


Figura 22: Gráfico de Controle revisado  $\bar{X}$  da variável peso líquido drenado.

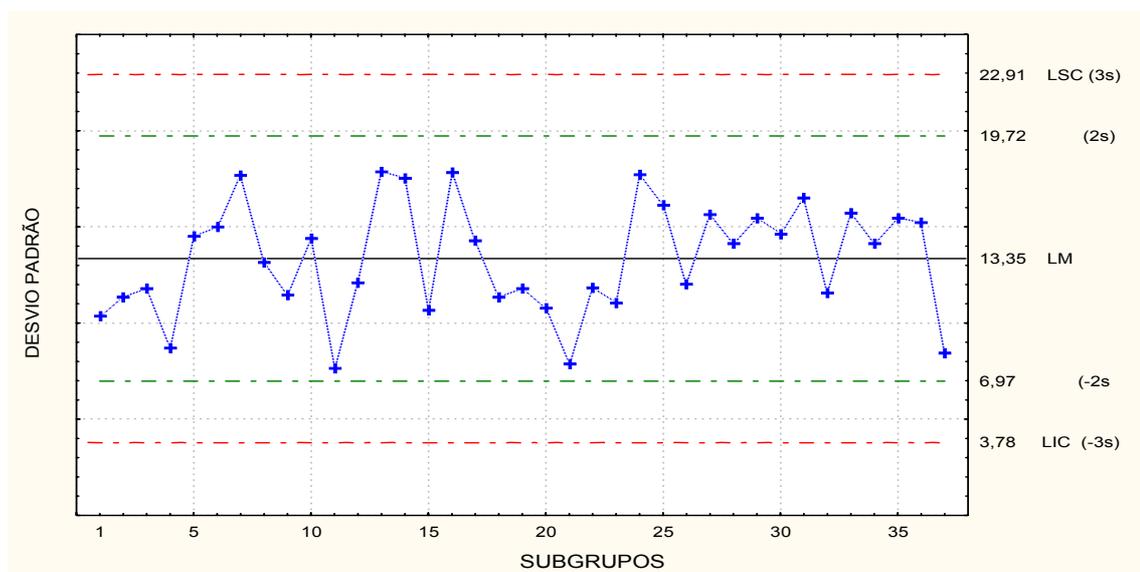


Figura 23: Gráfico de Controle revisado  $s$  (desvio padrão) da variável peso líquido drenado.

O gráfico revisado  $\bar{X}$  da variável peso líquido drenado (Figura 22) não apresentou mais pontos discrepantes. Apesar dos pontos não estarem fora dos limites de controle, o gráfico revisado das médias apresenta uma leve tendência crescente em determinados pontos. Quanto ao gráfico revisado  $s$  (desvio padrão) (Figura 23), da variável peso líquido drenado, observa-se que este também não apresenta pontos discrepantes, porém uma tendência decrescente em determinados pontos. Verificam-se nos gráficos acima que a maioria dos pontos estão localizados entre os 2s (dois desvios padrões).

Com o objetivo de resumir o conjunto de dados para uma compreensão visual rápida dos resultados da característica da qualidade peso líquido drenado no processo de envase de azeitonas verdes, construiu-se um histograma com 25 classes (Figura 24).

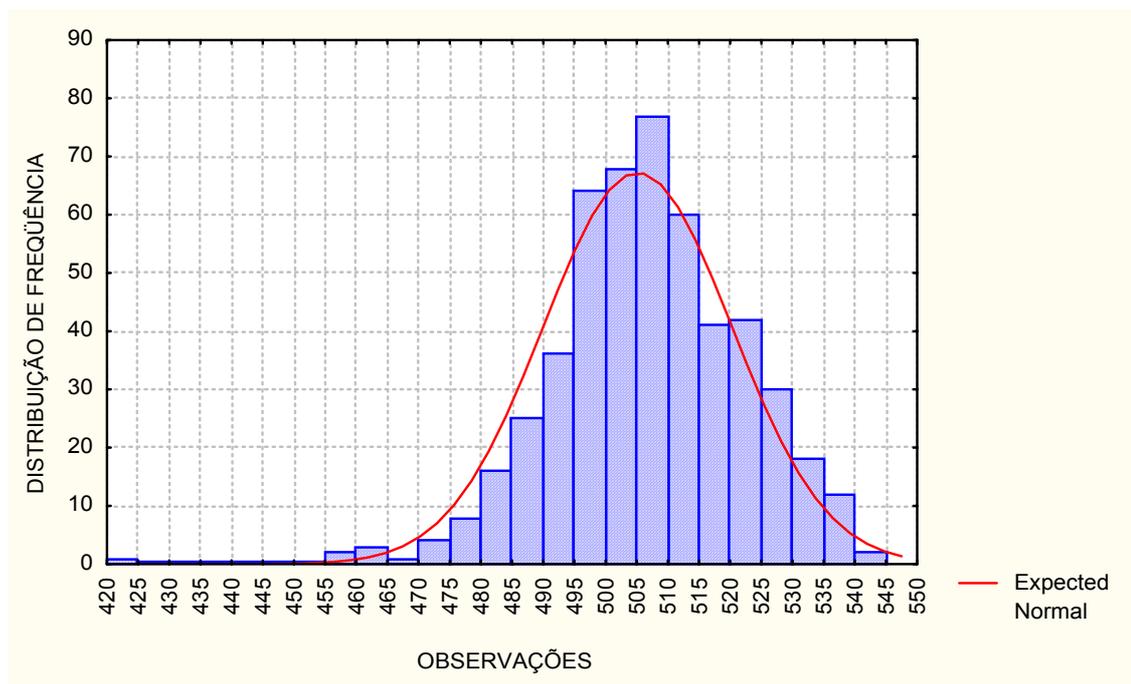


Figura 24: Histograma referente a variável peso líquido drenado

Com base na Tabela 1A da distribuição de frequência de 510 observações da variável peso líquido drenado, exposta no apêndice A, verifica-se que 1,37% estão abaixo do Limite Inferior de Especificação que é de 470 gramas conforme especificação imposta pela portaria do INMETRO nº 74, exposta no anexo B.

Analisando do ponto de vista do consumidor (cliente) quanto mais volume o frasco tiver, além do valor nominal pelo qual o cliente está pagando, melhor para este, pois estará adquirindo um maior volume por um mesmo preço, porém para a empresa é prejuízo, pois poderia envasar mais frascos.

O cálculo (1) dá uma idéia desse prejuízo, em termos de frascos, com base na diferença entre a média do processo e o valor nominal vezes o total de frascos de 500 gramas envasados no mês em estudo, dividido pelo valor mínimo imposto pela portaria.

$$P = \frac{(505,128 - 500) * 87832}{470} = 958,303 \text{ frascos.} \quad (1)$$

Este valor corresponde a 1,091% do volume total envasado. Se este comportamento for encontrado nas demais linhas de produção resultará em um grande prejuízo para a empresa.

O valor do custo por unidade é de R\$ 1,83, conforme planilha de custos, exposta no anexo A, fornecida pela empresa, logo o prejuízo será de  $958,303 * 1,83 = 1.753,69$  reais, no mês em estudo, na linha de produção do frasco de azeitonas verdes com 500 gramas de peso líquido drenado.

Lembrando que a empresa envasa 14 tipos diferentes de frascos e características como fatiada, recheada, entre outras, se esse prejuízo se manifestar nas demais linhas de produção, a empresa está tendo um grande prejuízo, sendo necessária uma ação administrativa e operacional para minimizar as causas a fim de diminuir a produção de frascos abaixo do especificado pela empresa.

#### 4.6 – RESULTADO DA VARIÁVEL VÁCUO

Para a característica de qualidade no processo de envase de azeitonas verdes denominada vácuo (pressão negativa), o número total de amostras foi de 220 observações, composta de 22 subgrupos de 10 frascos cada, retirados a cada 3 horas, o que se justifica pelo tempo necessário para que ocorresse o resfriamento dos frascos, para posteriormente serem feitas as medições com o vacuômetro. As mesmas amostras foram obtidas com procedimentos recomendados para medições descritos na subseção 2.7.5. Vale salientar que, nas primeiras horas e na última hora de funcionamento de envase, não foram coletadas amostras, considerando que nestes dois períodos a máquina sofre ajustes e ao final já está em desgaste natural.

As especificações adotadas pela empresa admitem um valor maior ou igual a 12 polegadas de Hg (Mercúrio). Nessas condições, evidencia-se uma vida útil, estimada em 12 meses, aos frascos de azeitonas verdes.

As ferramentas estatísticas usadas foram a folha de verificação, os gráficos de controle e o histograma. Os gráficos escolhidos para a análise da característica em estudo foram  $\bar{X} - s$  (média e desvio padrão). Esses gráficos de controle são considerados os mais simples em termos de operacionalização quando se utilizam subgrupos de tamanho maior ou igual a dez.

Elaboraram-se então gráficos de controle para a média e o desvio padrão da variável vácuo, com 22 amostras e subgrupos de 10 em 10.

A Figura 25 apresenta o gráfico de controle elaborado a partir das médias e a Figura 26 do desvio padrão, de 22 amostras com subgrupos de 10 em 10, da variável vácuo (frascos de 500 gramas de peso líquido drenado) de azeitonas verdes.

O valor nominal da variável vácuo é de 12 pol. Hg, determinado pela empresa, temos então as seguintes hipóteses a serem analisadas:

$$H_0: \mu \geq 12 \text{ pol. Hg}$$

$$H_1: \mu < 12 \text{ pol. Hg}$$

Calculou-se a média das médias dos subgrupos e obteve-se  $\bar{\bar{X}} = 13,11$  e a médio do desvio padrão  $\bar{s} = 2,85$

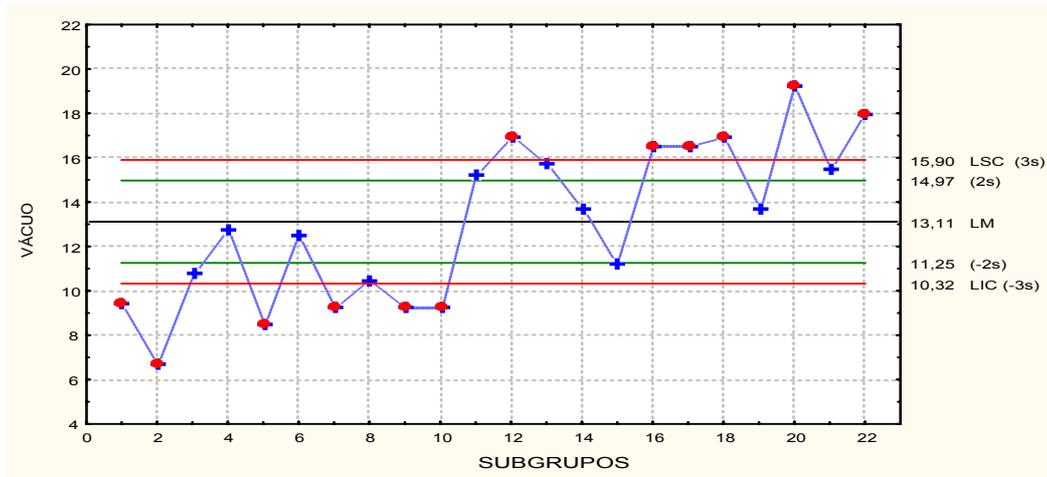


Figura 25: Gráfico de Controle  $\bar{X}$  para variável vácuo

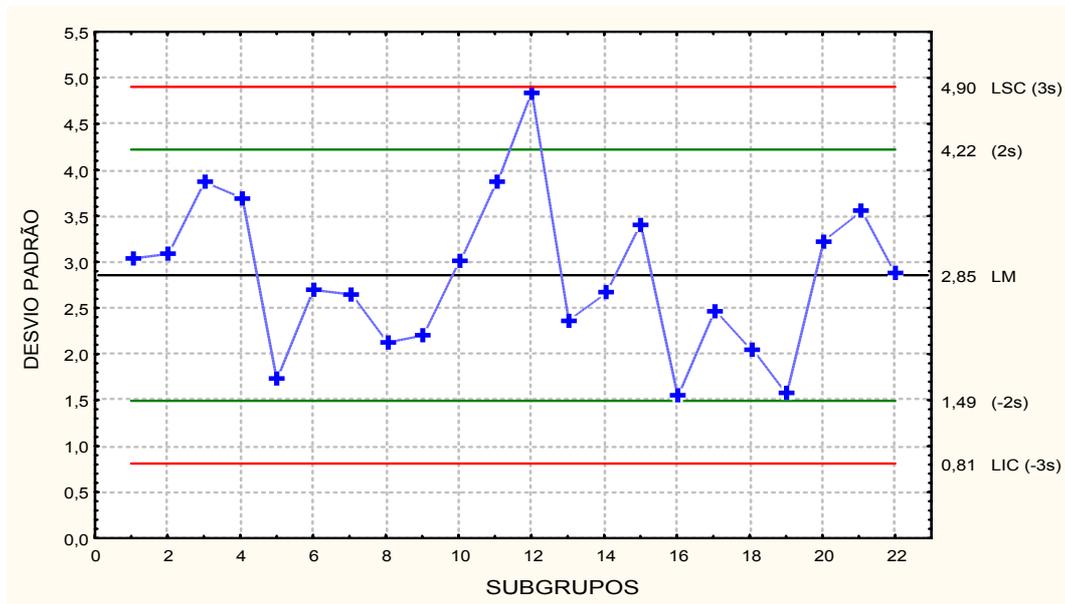


Figura 26: Gráfico de Controle s (desvio padrão) da variável vácuo.

Na Figura 25 observa-se que 6 pontos estão acima do Limite Superior de Controle, e 6 pontos abaixo do Limite de Inferior de Controle, demonstrando a instabilidade deste processo, ou seja, o processo apresenta várias causas especiais. Observa-se que os 10 primeiros subgrupos estão todos abaixo da linha média, sendo que 6 deles abaixo do limite inferior de controle. Investigando-se a causa, constatou-se que nesse período as embalagens, isto é, os frascos de vidro apresentaram-se com defeitos de fabricação nas bordas em relação à resistência ao processamento térmico, comprometendo a característica em estudo.

Feitas as devidas reclamações, o fornecedor enviou outros de melhor qualidade, amenizando o problema.

A Figura 26 apresenta o gráfico de controle do desvio padrão (s). Não foi assinalado qualquer ponto além dos limites de controle, mas observa-se que há um ponto próximo do Limite de Controle Superior, o subgrupo 12, e também há pontos com subidas e descidas com tendência de instabilidade do processo.

Os gráficos não foram revisados, pois é grande o número de amostras que necessitam serem retiradas, ficando com pouca representatividade.

Elaborou-se a Tabela 2A da distribuição de freqüência de 220 observações, exposta no apêndice A, e construiu-se o histograma com 11 classes para representar o resultado da característica de qualidade vácuo, conforme Figura 27.

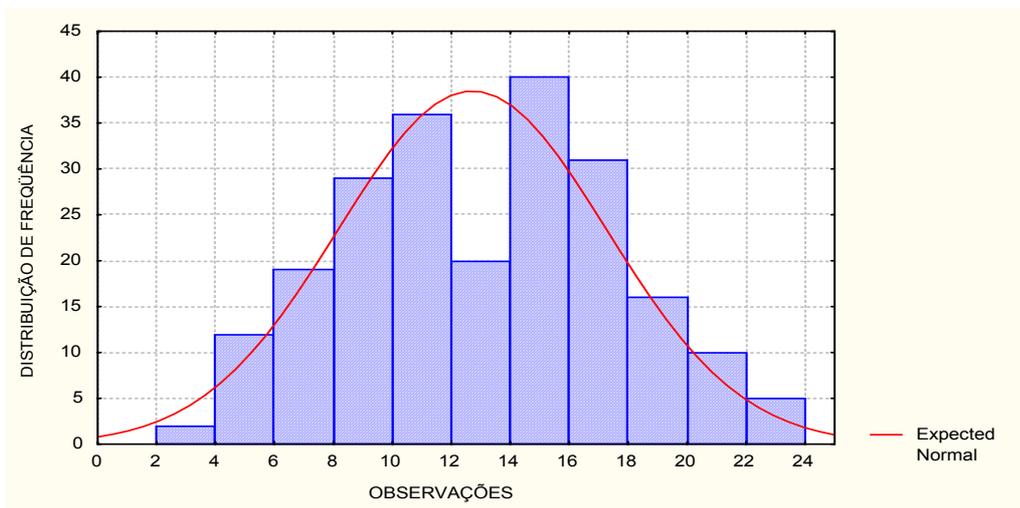


Figura 27: Histograma referente a variável vácuo.

Os dados foram coletados continuamente, porém as embalagens foram substituídas, pois as mesmas estavam apresentando muitos defeitos, o que ocasionou essa forma com duas distribuições, tendo o valor médio central uma freqüência mais baixa, separando as barras à esquerda e à direita com freqüências gradualmente crescentes e decrescentes, respectivamente, representam o histograma do tipo bimodal, conforme classificação do quadro 1, exposto na subseção 2.8.5. Verifica-se que nas amostras, 55,44% apresentaram vácuo maior ou igual a 12 pol. de Hg; e 44,54% apresentaram-se abaixo da especificação imposta pela empresa, sendo necessária uma ação administrativa e operacional para minimizar as causas a fim de diminuir essa porcentagem de frascos abaixo do especificado pela empresa que é de 12 pol. de Hg.

#### 4.7 – RESULTADO DA VARIÁVEL PH DA SALMOURA

Para a característica de qualidade pH da Salmoura, o número total das amostras foi de 128 observações, composta de 32 subgrupos de 4 frascos cada, sendo retirados a cada reposição do tanque de salmoura, para a medição do pH em pHmetro (aparelho para medir o pH), e seus valores anotados em folhas de verificação (3), exposta no apêndice C. A escolha dos subgrupos, de 4 frascos cada, deve-se ao fato de se usar 4 a 5 tanques de 800 litros de salmoura por dia, sendo que cada tanque tem capacidade em média de encher 3000 frascos tendo em média 250 ml cada, num dia de produção normal.

As ferramentas estatísticas usadas foram as folhas de verificação, o conceito apresentado na subseção 2.8.2, os gráficos de controle  $\bar{X}$  - R. O conceito foi apresentado na subseção 2.8.6.2, (Figuras 28 e 29) e o histograma (Figura 32), conceito apresentado na subseção 2.8.5. A escolha desse gráfico ( $\bar{X}$  - R), foi em razão de ser simples em termos de operacionalização quando se utilizam subgrupos de tamanho pequeno, pois o tamanho menor possibilita o uso da amplitude. De acordo com a empresa, as especificações admitidas para o pH da salmoura, são valores no intervalo de 3,8 a 4,2. Sendo o valor nominal da variável pH da salmoura, de 4,0 determinado pela empresa, temos então as seguintes hipóteses a serem analisadas:

$$H_0: 3,8 \leq \mu \leq 4,2$$

$$H_1: \mu < 3,8 \text{ ou } \mu > 4,2$$

Calculou-se a média das médias dos subgrupos e obteve-se  $\bar{\bar{X}} = 4,05$  e a média da amplitude  $\bar{R} = 0,45$ .

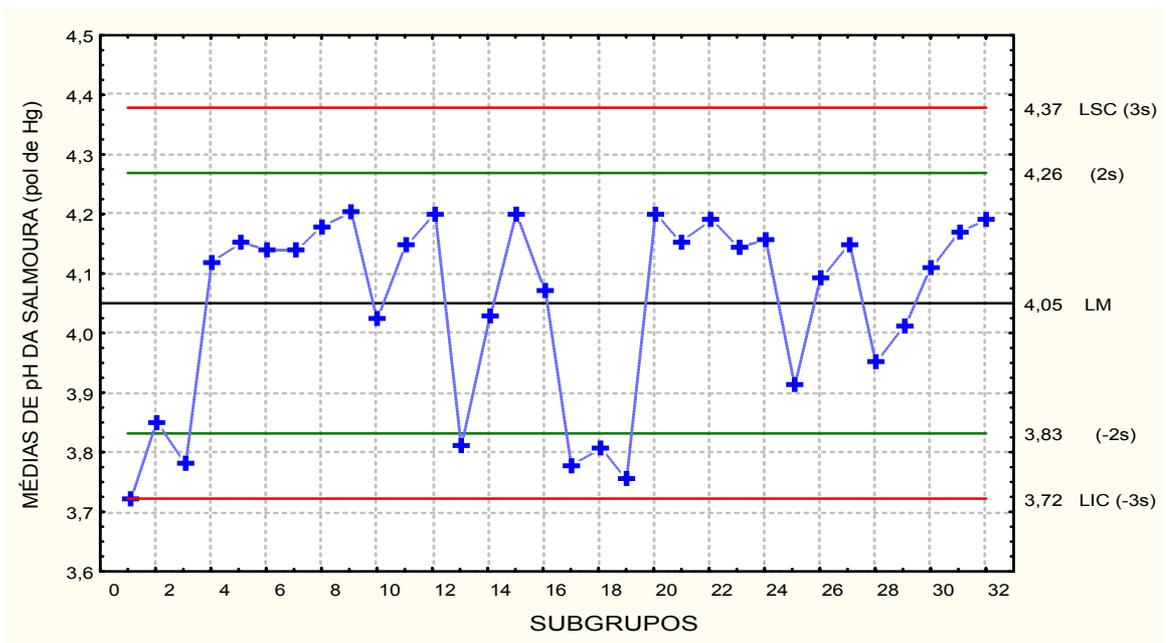


Figura 28: Gráfico de Controle  $\bar{X}$  da variável pH da salmoura

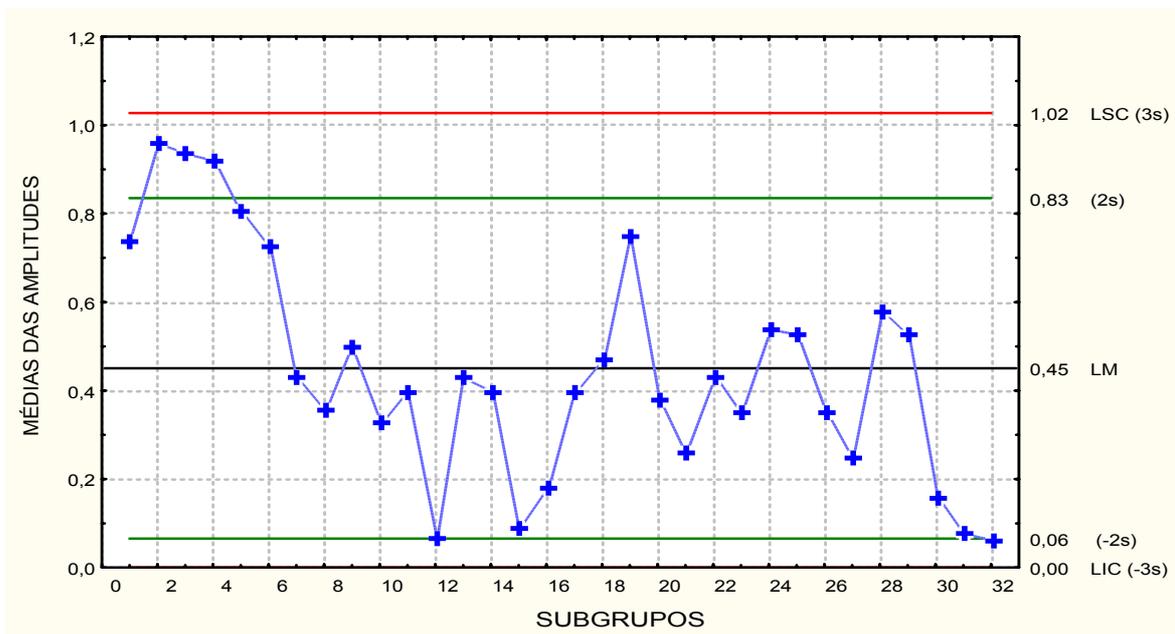


Figura 29: Gráfico de Controle R da variável pH da salmoura

O gráfico de controle das médias (Figura 28) permite observar que não há pontos acima do Limite Superior de Controle (LSC) e nenhum ponto abaixo do Limite Inferior de Controle (LIC). Constata-se que há subgrupos como os 1, 13, 17 e 19 próximos do Limite Inferior de Controle (LIC), e os subgrupos 4 ao 9 apresentam-se

com tendência seqüencial crescente, os subgrupos 1, 3, 17, 18 e 19 estão localizados na zona de 2s (dois desvios padrões).

Observa-se no gráfico R (amplitude) (Figura 29), que não há nenhum ponto acima do limite superior de controle (LSC) e nenhum ponto abaixo do Limite Inferior de Controle (LIC). Notam-se descidas e subidas de pontos. Há também uma seqüência de 8 pontos consecutivos abaixo da linha média dos subgrupos 10 ao 17 e os subgrupos 1 ao 6 são pontos consecutivos decrescentes, evidenciando variabilidade no processo. Investigando-se as causas dessas anormalidades, constata-se descuido dos operadores que efetuam a mistura dos ingredientes para a salmoura.

Os gráficos de controle referentes ao pH da salmoura foram revisados, descartando-se os subgrupos que apresentavam anomalias. Desta forma, o comportamento do processo para a respectiva característica pode ser observado nas figuras 30 e 31.

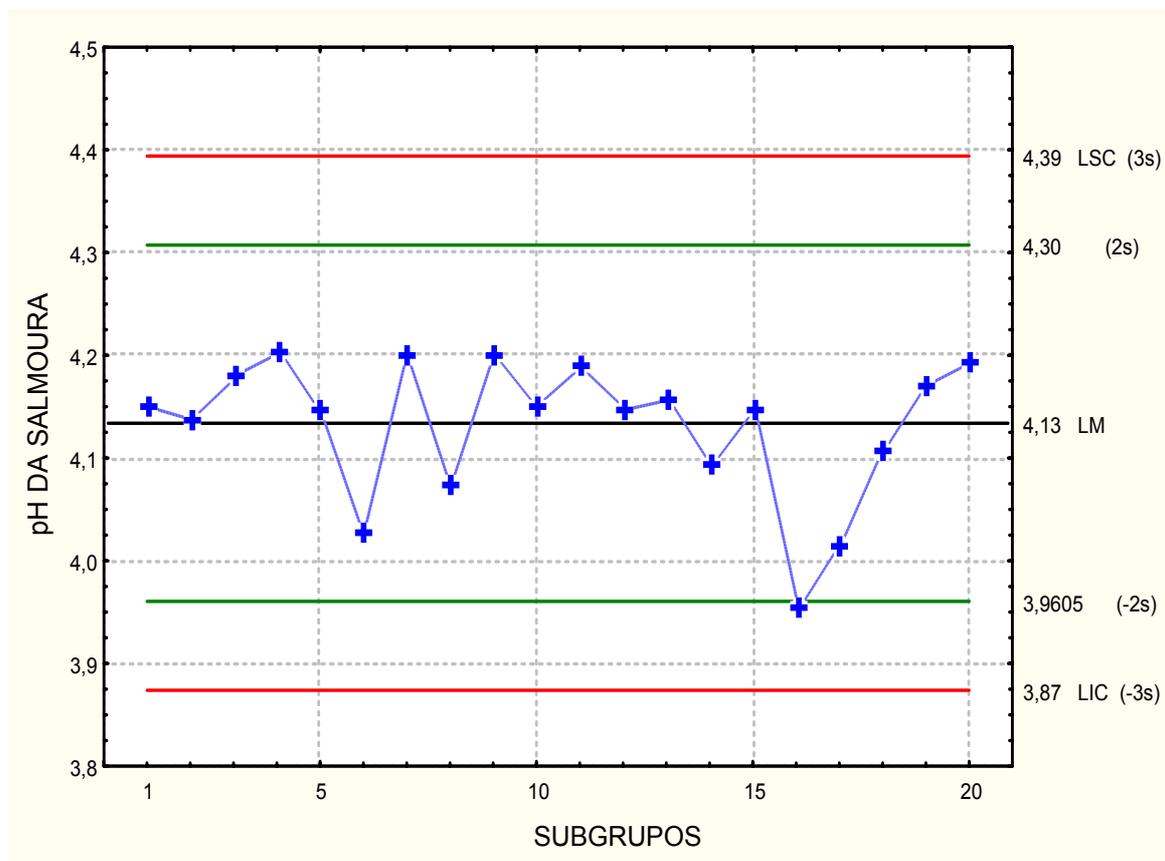


Figura 30: Gráfico de Controle revisado  $\bar{X}$  da variável pH da salmoura.

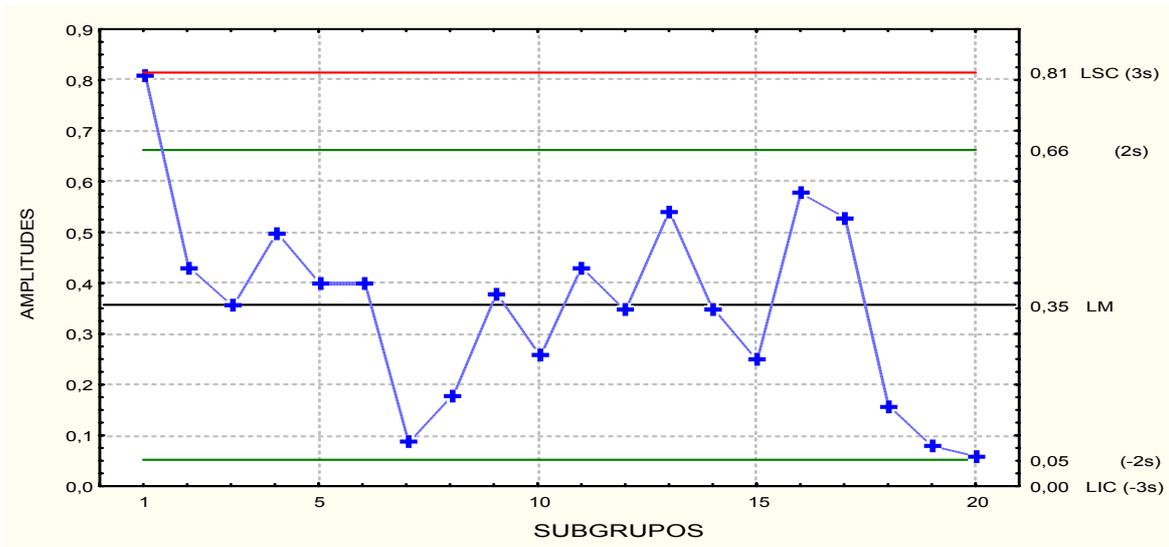


Figura 31: Gráfico de Controle revisado R da variável pH da salmoura.

No gráfico de controle revisado  $\bar{X}$  (Figura 30) da variável pH da salmoura, verifica-se que os pontos se concentram entre os limites de 2s (dois desvio padrão), com os pontos situados em torno da linha média. O gráfico de controle revisado R (Figura 31) apresenta também pontos em torno da linha média. Os gráficos não apresentaram pontos fora dos Limites de Controle e o processo foi considerado sob controle.

Com base na Tabela 3A (exposta no apêndice A) da distribuição de freqüência das 128 observações, construiu-se um histograma (Figura 32).

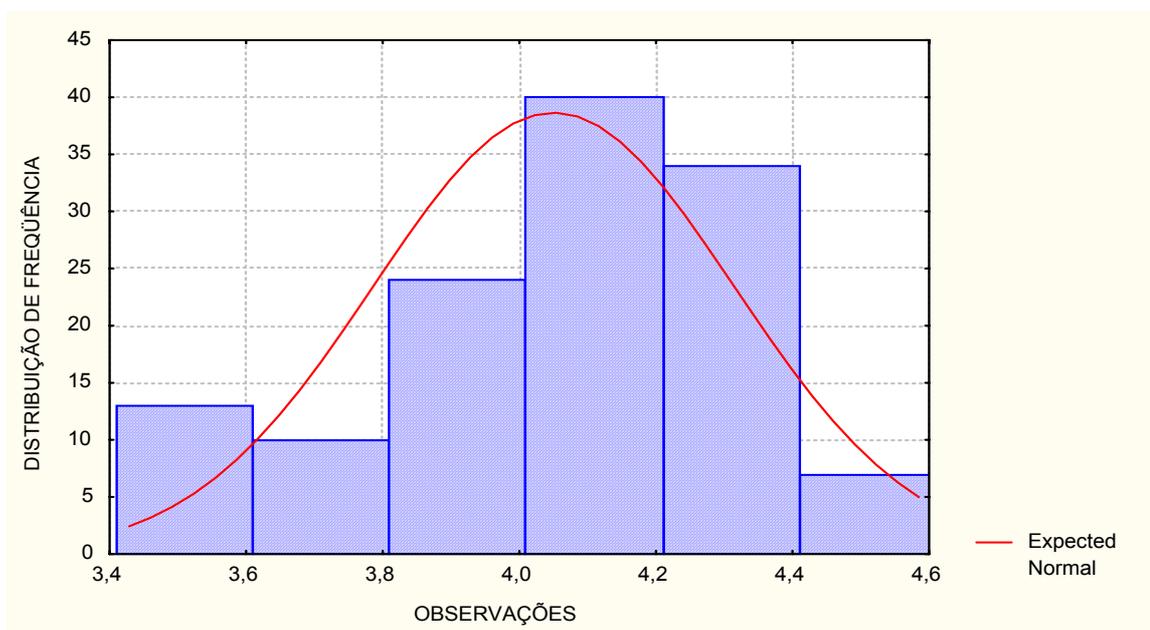


Figura 32: Histograma referente a variável pH da salmoura.

Analisando-se o histograma (Figura 32), referente aos dados da característica de qualidade pH da salmoura, verifica-se que ele apresenta 6 barras com aparência de pente multimodal, isto é, várias classes têm como vizinhas classes com menor frequência, classificado conforme quadro 1, subseção 2.8.5. Evidencia-se na Tabela 3A que 50% das amostras têm pH da salmoura no intervalo de  $3,8 \leq x < 4,2$ , conforme especificado pela empresa; que 32,02% das amostras apresentam-se no intervalo de  $4,2 \leq x < 4,6$ , acima do especificado; e que 17,96% das amostras estão no intervalo de  $3,4 \leq x < 3,8$  abaixo do especificado, sendo necessária uma ação administrativa e operacional para minimizar as causas a fim de diminuir essa porcentagem de frascos abaixo e acima do especificado pela empresa.

#### **4.8 – ANALISANDO A CAPACIDADE DO PROCESSO**

A partir do estudo dos gráficos de controle da média e da amplitude, e realizada a eliminação dos pontos que representavam as causas especiais, iniciou-se a interpretação da capacidade do processo para a variável peso líquido drenado e o pH da salmoura.

A capacidade do processo para a variável peso líquido drenado (Figura 33) foi analisada utilizando-se os 37 subgrupos resultantes da revisão dos gráficos de controle, sendo o limite inferior de especificação (LIE) igual a 470 gramas e o valor nominal igual a 500 gramas, conforme portaria do INMETRO n° 74, exposta no anexo B.

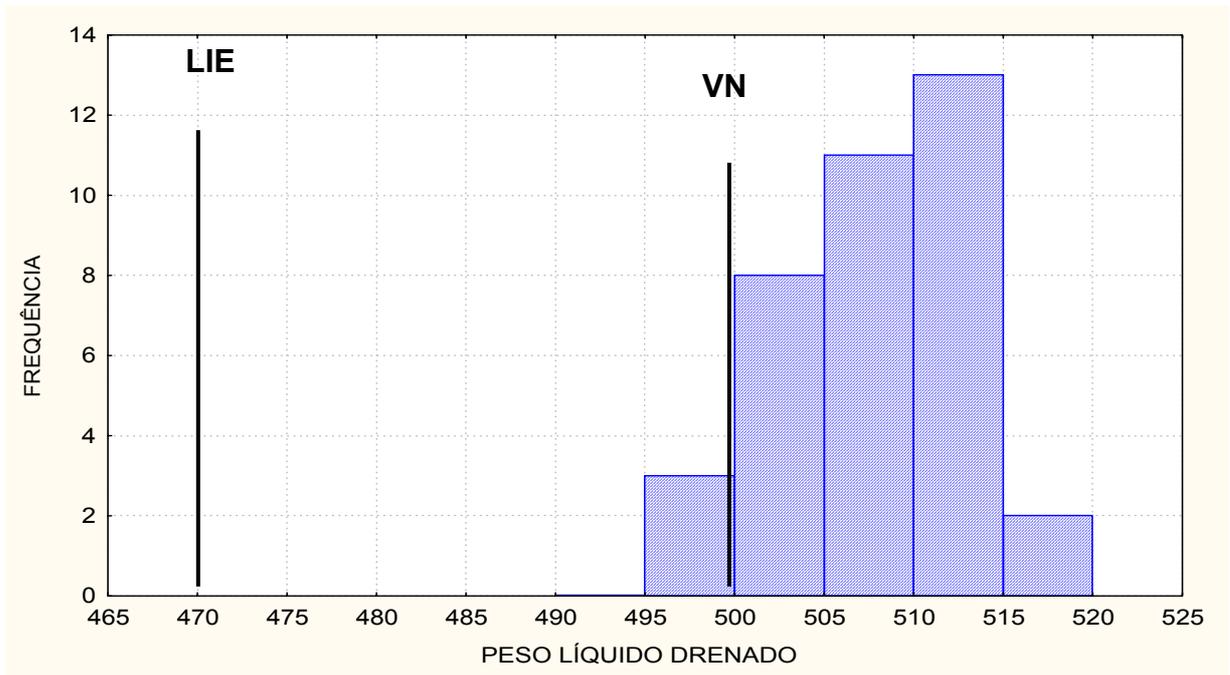


Figura 33: Análise da capacidade do processo da variável peso.

Constatou-se, observando a Figura 33, que o processo não é capaz de atender às especificações. O processo não está centrado e centrar o processo não é suficiente para torná-lo capaz, também é necessário reduzir as causas comuns de variabilidade incidentes sobre o processo. A média 508,045 gramas está deslocada para cima do valor nominal que é de 500 gramas. O valor do  $C_{pk}$  é igual ao valor de  $C_{pl}$ .

Média = 508,045 gramas

$s = 13,59798$

LIE = 470 gramas

VN = 500 gramas

$C_{pk} = 0,936$

$C_{pl} = 0,936$

A capacidade do processo para a variável pH da salmoura foi analisada utilizando-se os 20 subgrupos resultantes da revisão dos gráficos de controle, sendo o Limite Inferior de Especificação (LIE) igual a 3,8 e o Limite Superior de Especificação igual (LSE) a 4,2, sendo o valor nominal igual a 4,0 (Figura 34).

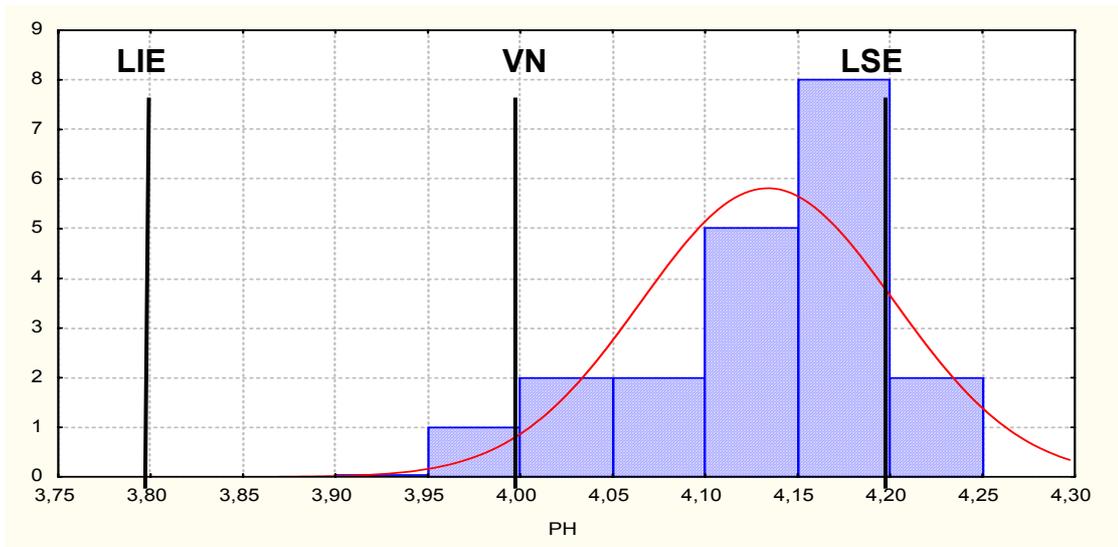


Figura 34: Análise da capacidade do processo para o pH da salmoura.

A análise de capacidade do pH da salmoura, conforme Figura 34, revelou que o processo não é capaz de atender às especificações, sendo necessária uma redução na variabilidade do pH da salmoura, além de encontrar-se descentrado, pois o índice da performance é menor que o índice de capacidade, isto é,  $C_{pk} < C_p$ . Há vários fatores, como a pureza da matéria-prima para o preparo da salmoura, descuido na porcentagem dos ingredientes para a salmoura, entre outros, que podem ter interferido no resultado, é necessário agir para trazer a média mais próxima do centro das especificações com ações para reduzir as variações.

Média = 4,13387

LIE = 3,8

VN = 4,0

LSE = 4,2

$C_p = 0,3845$

$C_{pk} = 0,12712$

$C_{p_l} = 0,6418$

$C_{p_u} = 0,1271$

Este capítulo apresentou os resultados da aplicação de algumas ferramentas estatística do controle da qualidade nos característicos em estudo, enfatizando os custos de produção de itens não-conformes. Por fim, no próximo capítulo, apresentam-se as considerações finais e recomendações para futuros trabalhos.

## **5 – CONCLUSÃO**

Esse capítulo traz as conclusões finais e contribuições do trabalho, assim como as sugestões para trabalhos futuros.

### **5.1 – CONCLUSÕES GERAIS**

É de suma importância o estreitamento entre a produção e o controle de qualidade, no sentido em que respostas e soluções serão mais prontamente encontradas à medida que este relacionamento for fortalecido.

É essencial que a qualidade seja um objetivo comum de todos os envolvidos com a produção e comercialização de um bem ou serviço, bem como a preocupação constante com a satisfação do cliente.

É importante ressaltar que a indústria deve combater o desperdício antes que ele ocorra, atuando de forma preventiva, em uma análise orientada para o futuro, fixando a atenção no processo de produção como um todo. Adotar uma estratégia de não produzir itens defeituosos, ao invés de constatar-se apenas a ocorrência dos defeitos, independente de onde eles possam manifestar-se, utilizando-se da estatística como instrumento básico para a organização, tratamento e análise das informações do processo.

Esta dissertação apresentou a aplicação de algumas ferramentas estatísticas voltadas para a melhoria da qualidade, na Indústria de Alimentos Zaeli. A metodologia utilizada permitiu avaliar a qualidade do processo de envase de azeitonas verdes, de modo a assinalar os problemas existentes no processo produtivo, assim como apontou soluções para a melhoria da qualidade do produto.

Procedeu-se à investigação da incidência de problemas apresentados pelo produto final. Para verificar a ocorrência de itens defeituosos classificados para o refugo ou retrabalho e avaliadas sob a forma de atributos, as ferramentas estatísticas utilizadas foram as folhas de verificação, os gráficos de Pareto, e o gráfico p.

A coleta dos dados foi efetuada no período de 24/04/2002 a 21/05/2002. Concluiu-se que a porcentagem de 3,81% de itens não-conformes encontrada, está dentro da

faixa considerada aceitável pela empresa que é de até 5%, embora algumas das amostras apresentaram-se acima desse valor, atingindo em alguns dias mais de 7%.

Os gráficos de Pareto identificaram que o “sem vácuo” é o tipo de defeito mais freqüente, porém, o tipo de defeito denominado “quebrado” que tem custo de produção maior, sendo o tipo de defeito que deve ser sanado primeiro.

Por meio da análise e interpretação do Diagrama de Causa e Efeito, construído com base nos dados coletados, e juntamente com os operadores, foram levantadas várias ações corretivas e preventivas para a melhoria do processo de envase de azeitonas verdes frasco de vidro com 500 gramas de peso líquido drenado.

Portanto, é necessário que as ferramentas aplicadas em algumas etapas do processo possam ser expandidas para as demais atividades da indústria de conservas e em todos processos produtivos da Indústria de Alimentos Zaeli, a fim de que se consiga atingir a melhoria da qualidade na sua totalidade, pois no próprio processo produtivo foram encontradas falhas mais relevantes, como por exemplo, o processo pára muito, tanto se avaliado em função da quantidade de interrupções como do tempo de não trabalho. Isso, muitas vezes, acontece por falta de palha de arroz (combustível da caldeira que alimenta o vapor do pasteurizador), quebra da máquina, quebra da caldeira, falta de matéria-prima, falta de peças para a manutenção da máquina, entre outras.

A quantidade de itens que vão para o retrabalho e o sucateamento deve ser amenizada, tendo em vista o custo ao produzir esses itens defeituosos. Também se observou a necessidade de uma melhor comunicação entre os operadores da caldeira com os operadores da indústria de conservas, os quais sugeriram a colocação de um sistema de luzes verde, amarela e vermelha, conectado com os operadores da caldeira, para que eles acionem as luzes, conforme a ocorrência de problemas na caldeira como a falta da palha de arroz, ou problemas técnicos, para que os operadores da indústria de conservas possam então monitorar a temperatura do pasteurizador, conseqüentemente diminuindo os itens defeituosos.

Foram identificadas três características da Qualidade: peso líquido drenado, vácuo e pH da salmoura. Com base no sistema de critérios apresentados no referencial teórico, a escolha dos gráficos utilizados para cada característica da

qualidade selecionada baseou-se no tipo de processo investigado, unidade de medida das variáveis e grau de desvio apresentado pelo conjunto de dados.

Desta forma, para as variáveis peso líquido drenado utilizaram-se os gráficos  $\bar{X}$  - s, enquanto que para a variável pH da salmoura os gráficos selecionados foram os gráficos  $\bar{X}$  - R, que se mostraram eficientes na detecção de causas especiais no processo investigado, apontando diversas ocorrências.

O controle da qualidade requer um acompanhamento cuidadoso e criterioso de todas as atividades desenvolvidas na empresa. O grande número de variáveis que interferem na qualidade requer a análise permanente de todo o processo. Neste caso, a empresa objeto de estudo, deve avaliar os seus processos produtivos, baseando-se nas técnicas utilizadas no trabalho, uma vez que possíveis minimizações das variabilidades decorrentes das causas especiais, podem levar a reduções significativas nos custos da produção ajudando-a na maximização dos lucros.

O tratamento das causas especiais na variável vácuo foi avaliado utilizando os gráficos de controle, pois o conjunto de dados, apresentou muita variação e analisando as causas observou que o lote de embalagens foi mudado no intervalo de coleta de dados.

Não foi possível revisar os gráficos de controle pois eram muitas as amostras a serem retiradas; o processo demanda uma análise mais rigorosa e a concretização da compra ou conserto dos equipamentos tampadeira mecânica e selecionadora de vidros sem vácuo, pois as mesmas estão quebradas.

Aplicou-se então o histograma e notou-se que no período analisado houve um deslocamento e ocorreu uma mudança de nível de desempenho do processo justificado pela introdução de um novo lote de embalagem no período em estudo.

Avaliou-se a capacidade do processo apenas para as variáveis peso líquido drenado e pH da salmoura, mas nenhum estudo apresentou processos capazes de atender às especificações no período analisado.

Com os resultados obtidos no período em estudo, pôde-se concluir que o trabalho atingiu o objetivo de avaliar a qualidade do processo de envase de azeitonas verdes (fracos de vidros de 500 gramas de peso líquido drenado), ressaltando que não foi feito um estudo sobre a qualidade da matéria-prima empregada, nos equipamentos, nos métodos de trabalho, nas pessoas e no

ambiente da fábrica e de outras variáveis que poderiam ser exploradas, como por exemplo, a concentração de sal da salmoura, as propriedades organolépticas, entre outras.

Sugere-se à empresa a implantação do Controle Estatístico de Processos (CEP), pois esta metodologia pode auxiliar na busca cada vez mais da satisfação do cliente por meio da otimização de seus processos, garantia de qualidade de seus processos produtivos e com isso a qualidade dos produtos manufaturados, além da redução de prejuízos e, conseqüentemente, o aumento da produtividade e lucratividade.

## **5.2 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.**

Cabe salientar, como sugestão para trabalhos futuros:

Implantação do CEP no processo de envase de azeitonas verdes.

Estudos de outras técnicas e ferramentas de otimização para processos contínuos, como por exemplo, o projeto de experimentos e as técnicas de otimização multivariada.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, N. – **Introdução ao Estudo de Controle Estatístico de Processo –CEP**. Qualitymark Editora. Rio de Janeiro, 1996.

CALEGARE, A. J. A. – **Técnicas de Garantia da Qualidade**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1985.

CAMPOS, V. Falconi – **TQC: Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). 5ª Edição. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1992.

COSTA NETO, Pedro Luis de Oliveira – **Estatística** - São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda, 1997 p. 135.

DAVIS, M.M.; AQUILANO N.J.; CHASE R.B. – **Fundamentos da Administração da Produção**. 3ª Edição. Porto Alegre, Bookman Editora, 2001.

DELLARETTI, O. F.; DRUMOND, F. B. – **Itens de Controle e Avaliação de Processos**. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1994.

DEMING, W. Edwards – **Qualidade: A revolução da Administração**. Rio de Janeiro, Editora Marques-Saraiva, 1990.

FEIGENBAUM, A. V. – **Controle da Qualidade Total – Métodos Estatísticos Aplicados à Qualidade**. Tradução por Regina Cláudia Loveni. Volume 3, Cap. 14. São Paulo, Editora McGraw-Hill, 1994.

HARRINGTON, James – **Aperfeiçoando Processos Empresariais**. São Paulo, Editora McGraw-Hill Ltda e Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1993.

HERSON, A. C. – **Conservas Alimentícias: procesado termico y microbiologico**. Editora Acribia 1984.

HRADESKY, John L. – **Aperfeiçoamento da Qualidade e da Produtividade – Guia prático para implementação do Controle Estatístico de Processo (CEP)**. São Paulo, Editora McGraw-Hill Ltda, 1989.

INFOAZEITE – Disponível em <<http://www.infoazeite.com.br>>. Acesso em 20/03/2002.

INMETRO – **Norma NIE-DIMEL – N° 074**. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, maio/1995.

ISHIKAWA, Kaoru – **Guide to Quality Control**. Tokyo, Asian Productivity Organization, 1982.

\_\_\_\_\_ – **Controle de Qualidade Total** (à maneira japonesa). 6ª Edição. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1993.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. – **Controle da Qualidade – Handbook**. Volumes II, VI (4ª edição) e VII (4ª Edição). São Paulo, Editora McGraw-Hill Ltda e Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1993.

JURAN, J. M. – **Controle de Qualidade – Métodos Estatísticos Clássicos Aplicados à Qualidade**. Volume VI, Cap. 24. Editora McGraw-Hill, 1974.

\_\_\_\_\_, – **Juran na Liderança pela Qualidade**. 3ª Edição. São Paulo, Livraria Editora Pioneira, 1993.

\_\_\_\_\_, – **Juran Planejando para a Qualidade**. 3ª Edição. São Paulo, Livraria Editora Pioneira, 1995.

KUME, Hitoshi – **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade**. São Paulo, Editora Gente, 1993.

MATTOS, V. L. D. – **Implantação de Controle Estatístico de Processos em uma Olaria de Pequeno Porte**. Dissertação de Mestrado, UFSC, 1997.

MONTGOMERY, D. C. – **Design and Analysis of Experiments**. 3rd. Edition. New York: John Wiley, 1991.

\_\_\_\_\_, – **Introduction to Statistical Quality Control**. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.

NETO, J. C. L. – **O Efeito da Auto Correlação em Gráficos de Controle para Variável Contínua; Um Estudo de Caso**. Dissertação de Mestrado, UFSC, 1999.

ORTIZ, S. A.; JAINE, S. B. M.; SEGANTINI, E.; OLIVEIRA, L. M. – **Avaliação da Qualidade de Embalagens de Vidro**. Centro de Tecnologia de Embalagem. Campinas, 1996.

PALADINI, E. P. – **Controle de Qualidade: uma Abordagem Abrangente**. São Paulo: Editora Atlas, 1990.

\_\_\_\_\_, – **Qualidade Total na Prática**. São Paulo: Editora Atlas, 1997.

\_\_\_\_\_, – **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. São Paulo, Editora Atlas S/A, 2000.

PARANTHAMAN, D. – **Controle da Qualidade**. Technical Teacher's Training Institute, Madras. São Paulo, Editora McGraw-Hill Ltda, 1990.

ROSENBLUM, M. – **Azeitonas Vida e Saga de Um Nobre Fruto**. Editora Rocco, Tradução de Talita M. Rodrigues. 1991.

SAMOHYL, R. W. – **Controle Estatístico de Processos: Notas de Aula**. Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.

SCHISSATTI, Márcio Luiz – **Um Metodologia de Implantação de Cartas de Shewhart para o Controle de Processos**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

SILVA, L. S. C. V. – **Aplicação do Controle Estatístico de Processos na Indústria de Laticínios Lactoplasa: Um Estudo de caso**. Dissertação de Mestrado, UFSC, 1999.

SIQUEIRA, L. G. P. – **Controle Estatístico de Processos — Equipe Grifo**. São Paulo, Editora Pioneira, 1997.

SOARES, G.M.V.P.P.; – **Aplicação do Controle Estatístico de Processos em Indústria de Bebidas: um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado, UFSC, 2001.

TOLEDO, José C. – **Qualidade industrial: concertos, sistemas e estratégias**. São Paulo, Editora Atlas s/a, 1987.

VIEIRA, S. – **Estatística para a Qualidade**. Editora Campus, 1999.

\_\_\_\_\_, – **Estatística para a Qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1999.

WERKEMA, M. C.C. – **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Volume 2. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1995a.

\_\_\_\_\_, – **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos**. Volume 1. Fundação Christiano Ottoni. Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, MG, Editora Littera Maciel Ltda., 1995b.

WESTERN ELECTRIC COMPANY, – **Inc. Statistical Quality Control Handbook**. New York: Mac Printing Company, 1956.

Zaeli – **Indústria de Alimentos Zaeli** – Disponível em <<http://www.alimentoszaeli.com.br>> . Acesso em 15/03/2002 e 27/07/2002.

## APÊNDICE A

Tabela 1A: Distribuição de frequência de 510 observações da variável peso líquido drenado.

CLASSES (peso líquido drenado)	FREQÜÊNCIA	FREQÜÊNCIA ACUMULADA	%	% ACUMULADA
420 <= x < 425	1	1	0,20	0,20
425 <= x < 430	0	1	0,00	0,20
430 <= x < 435	0	1	0,00	0,20
435 <= x < 440	0	1	0,00	0,20
440 <= x < 445	0	1	0,00	0,20
445 <= x < 450	0	1	0,00	0,20
450 <= x < 455	0	1	0,00	0,20
455 <= x < 460	2	3	0,39	0,59
460 <= x < 465	3	6	0,59	1,18
465 <= x < 470	1	7	0,20	1,37
470 <= x < 475	4	11	0,78	2,16
475 <= x < 480	8	19	1,57	3,73
480 <= x < 485	16	35	3,14	6,86
485 <= x < 490	25	60	4,90	11,76
490 <= x < 495	36	96	7,06	18,82
495 <= x < 500	64	160	12,55	31,37
500 <= x < 505	68	228	13,33	44,71
505 <= x < 510	77	305	15,10	59,80
510 <= x < 515	60	365	11,76	71,57
515 <= x < 520	41	406	8,04	79,61
520 <= x < 525	42	448	8,24	87,84
525 <= x < 530	30	478	5,88	93,73
530 <= x < 535	18	496	3,53	97,25
535 <= x < 540	12	508	2,35	99,61
540 <= x < 545	2	510	0,39	100,00
TOTAL	510		100%	

Tabela 2A: Distribuição de frequência de 220 observações da variável vácuo

CLASSES (vácuo)	FREQÜÊNCIA	FREQÜÊNCIA ACUMULADA	%	% ACUMULADA
2 $\leq x < 4$	2	2	0,90	0,90
4 $\leq x < 6$	12	14	5,45	6,36
6 $\leq x < 8$	19	33	8,63	15,00
8 $\leq x < 10$	29	62	13,18	28,18
10 $\leq x < 12$	36	98	16,36	44,54
12 $\leq x < 14$	20	118	9,09	53,63
14 $\leq x < 16$	40	158	18,18	71,81
16 $\leq x < 18$	31	189	14,09	85,9
18 $\leq x < 20$	16	205	7,27	93,18
20 $\leq x < 22$	10	215	4,54	97,72
22 $\leq x < 24$	5	220	2,27	100,00
TOTAL	220		100%	

Tabela 3A: Distribuição de frequência da variável pH da salmoura.

CLASSES (pH da salmoura)	FREQÜÊNCIA	FREQÜÊNCIA ACUMULADA	%	% ACUMULADA
3,4 $\leq x < 3,6$	13	13	10,16	10,16
3,6 $\leq x < 3,8$	10	23	7,81	17,97
3,8 $\leq x < 4,0$	24	47	18,75	36,72
4,0 $\leq x < 4,2$	40	87	31,25	67,97
4,2 $\leq x < 4,4$	34	121	26,56	94,53
4,4 $\leq x < 4,6$	7	128	5,47	100,00
TOTAL	128		100%	

## APÊNDICE B

### FOLHA DE VERIFICAÇÃO (1)

PRODUTO: azeitonas verdes envasadas em vidros de 500 gr. Data: \_\_/\_\_/\_\_

ESTÁGIO DE FABRICAÇÃO: inspeção final

Lote nº: \_\_\_\_\_

TOTAL INSPECIONADO: \_\_\_\_\_

OBSERVAÇÕES: todos os itens inspecionados

DEFEITO	CONTAGEM	SUB-TOTAL	OBSERVAÇÃO
Quebrado			
Aberto			
Sem rótulo			
Sem data, validade lote			
Com talos, folhas, etc.			
Mal fechado			
Rótulo torto			
Sem vácuo			
Outros			
Total			
Total (rejeitados)			

## APÊNDICE C

### FOLHA DE VERIFICAÇÃO (2)

PRODUTO: azeitonas verdes envasadas em frascos de vidros de 500 gramas.

LOTE N°: \_\_\_\_\_

INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_\_

PRODUÇÃO: \_\_\_\_\_

HORA	MEDIÇÕES										ANOTAÇÕES
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	
09HS											
10HS											
11HS											
12HS											
13HS											
14HS											
15HS											
16HS											
17HS											

### FOLHA DE VERIFICAÇÃO (3)

PRODUTO: azeitonas verdes envasadas em frascos de vidros de 500 gramas.

LOTE N°: \_\_\_\_\_

INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_\_

PRODUÇÃO: \_\_\_\_\_

HORA	MEDIÇÕES				ANOTAÇÕES
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
09HS					
10HS					
11HS					
12HS					
13HS					
14HS					
15HS					
16HS					
17HS					

## APÊNDICE D

Gráficos de probabilidade normal das variáveis: Peso líquido drenado, vácuo e pH da salmoura.

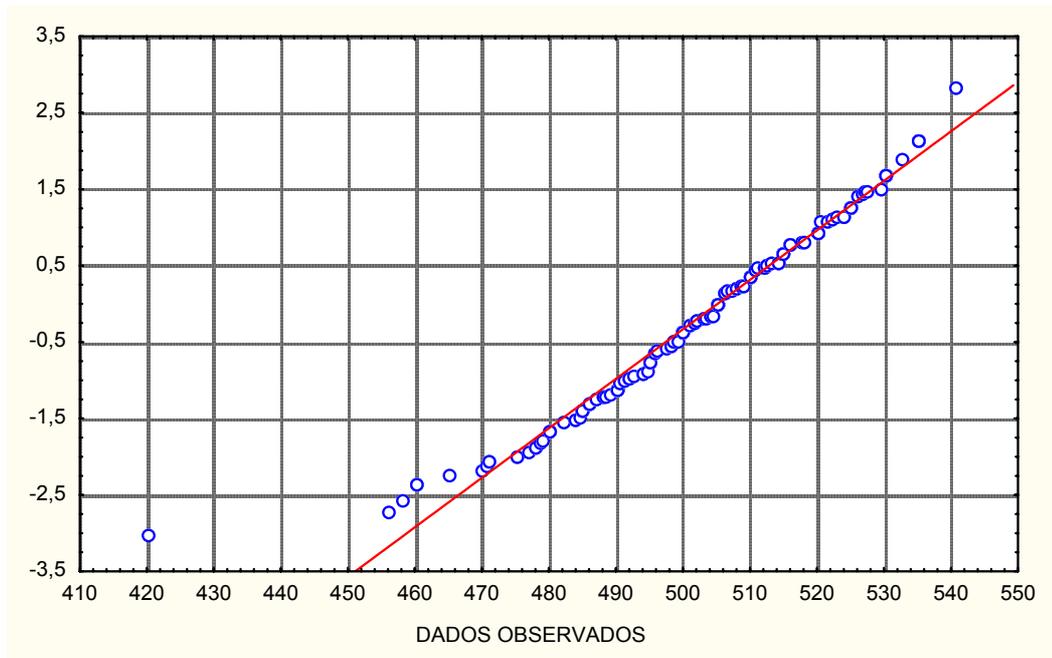


Figura 35: Gráfico de Probabilidade Normal da variável peso líquido drenado

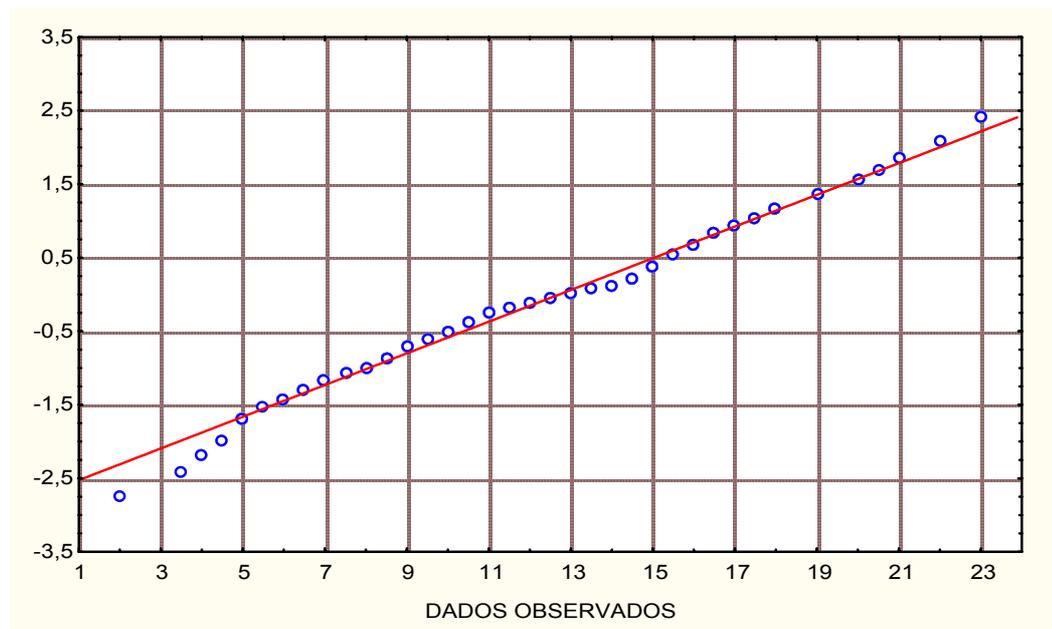


Figura 36: Gráfico de Probabilidade Normal da variável vácuo

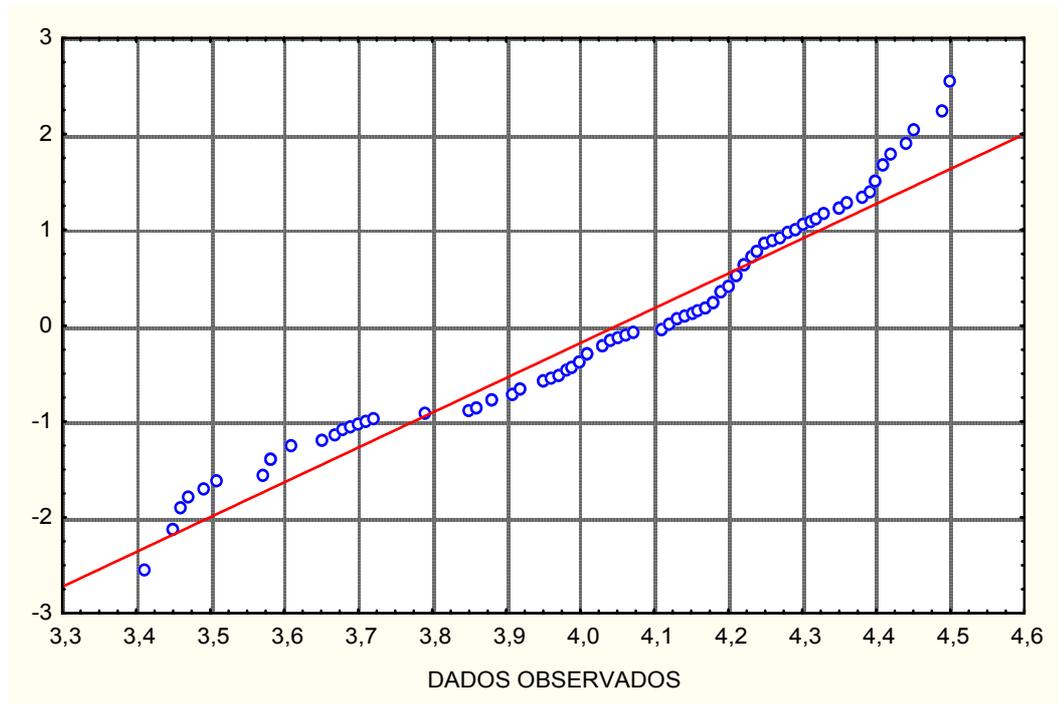


Figura 37: Gráfico de Probabilidade Normal da variável pH da salmoura

## ANEXO A

### PLANILHA DE CUSTOS (ZAELI)

#### AZEITONAS: 161/200

	Custo (R\$)
Custo 1 kg (reais)	2,5970
5,0000 (%) quebra	0,1299
Custo salmoura kg/ azeitonas	0,0067
<b>TOTAL 1 kg</b>	<b>2,7336</b>
1,0000 (%) acréscimo de peso	0,0273
<b>TOTAL 1 kg C/ ACRÉSCIMO</b>	<b>2,7609</b>
Custo 6 kg azeitonas	16,5654
Custo 12 vidros 500 gramas	3,9573
Custo 12 rótulos	0,0900
Custo 12 tampas para 500 gramas	1,2045
Custo mão-de-obra (cx c/12)	0,1944
Custo final cx 12x500gr	22,0116
Cada frasco de azeitonas 500gr	1,8343

Fonte: Indústria de Alimentos Zaeli

## ANEXO B

Portaria INMETRO nº 074, 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 do Sul - 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.

Júlio Cesar Carmo Bueno

Presidente do INMETRO

### **REGULAMENTO TÉCNICO METROLÓGICO A QUE SE REFERE A PORTARIA INMETRO Nº 074 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.

**3.20- 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 contida na embalagem, descontando-se qualquer líquido, solução, caldo, segundo metodologia própria.

**3.5 - Conteúdo Nominal (Qn ):**

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 :** É definida pela equação:

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

xi: é o conteúdo efetivo de cada produto;

n: é o número de produtos

**3.15 - Desvio padrão da amostra (s):** É definido pela equação:

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

xi: é o conteúdo efetivo de cada produto;  
n: é o número de produtos.

#### 4 – Tolerâncias individuais admissíveis para Massa e Volume.

**TABELA I:**

Tolerância Individual T		
Conteúdo Nominal Qn g ou ml	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	$\bar{x} \geq Qn - 0,645s$
150 a 4000	32	$\bar{x} \geq Qn - 0,485s$
4001 a 10000	80	$\bar{x} \geq Qn - 0,295s$

$\bar{x}$ : é a média da amostra;

Qn: é o conteúdo nominal do produto;

s: é o desvio padrão da amostra.