

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE
PROCESSOS NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS
LACTOPLASA: UM ESTUDO DE CASO**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SANTA CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

LUCIANA SANTOS COSTA VIEIRA DA SILVA

FLORIANÓPOLIS (SC), DEZEMBRO DE 1999.

SANTA CATARINA – BRASIL

**APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE
PROCESSOS NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS
LACTOPLASA: UM ESTUDO DE CASO**

LUCIANA SANTOS COSTA VIEIRA DA SILVA

**ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE**

“MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO”

**PROF. RICARDO MIRANDA BARCIA, Ph.D.
COORDENADOR**

BANCA EXAMINADORA:

**PROF. ROBERT WAYNE SAMOHYL, Ph.D.
ORIENTADOR**

PROF. ANTONIO CÉZAR BORNIA, Dr.

PROF. PEDRO ALBERTO BARBETTA, Dr.

PROF. ANDERSON DE BARROS DANTAS, M.Sc.

A G R A D E C I M E N T O S

Agradecer é gesto humano; contudo, dizer muito obrigado é algo muito especial para as pessoas que acompanharam o meu trabalho durante o período de sua realização.

- ★ Gostaria de agradecer imensamente ao Bob pela oportunidade concedida e pela eficiente orientação bem como a amizade compartilhada nesses anos.
- ★ Aos amigos João Cândido Bracarense, Odete, Pedro Balestrassi e Márcia, Adriano e sua esposa Márcia, Felipe e esposa, Fernando, Hermés, Ivone, Antero e André Luiz da Silva Leite, pela alegre convivência compartilhada;
- ★ Ao Amilton Barreto de Bem e toda sua família, o meu sincero e carinhoso muito obrigado por tudo que vocês fizeram e principalmente pela amizade construída;
- ★ Ao amigo Elmo Tambosi Filho e sua Família, pelo apoio concedido nos momentos mais difíceis em Florianópolis, o meu sincero muito obrigado;
- ★ Ao professor Antonio Cezar Bornia, pela longa convivência e pelas contribuições feitas ao trabalho;
- ★ Ao professor Pedro Alberto Barbeta, por sua participação na banca e pelas sugestões feitas ao trabalho;
- ★ Ao professor Anderson de Barros Dantas, por sua participação na banca e pelas sugestões feitas ao trabalho;
- ★ Ao professor Miguel Angel Verdinelli e Família, gostaria de agradecer pela sua contribuição na escolha da empresa;
- ★ Não poderia deixar de agradecer à empresa Lactoplasa pela confiança e abertura concedida para a realização deste trabalho. Ao Sr. Luís Antônio (Diretor), Cláudia e todos os demais funcionários, o meu muito obrigado.
- ★ A todos os funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, bem como aos da Universidade Federal de Santa Catarina pela boa vontade no atendimento e serviços prestados.

DEDICATÓRIA

A liberdade de voar, nos imprime uma nova realidade a ser conquistada. A liberdade de falar, nos imprime uma nova forma de discutirmos a vida. A liberdade de pensarmos, nos imprime a busca de uma nova realidade. E a liberdade de viver, nos imprime a verdadeira luta do ser humano na construção de um mundo melhor.

Autor desconhecido

Dedico este trabalho primeiramente a DEUS, ao me conceder força e discernimento para a realização desta dissertação.

Ao meu esposo Wesley, somente o sentimento que temos um pelo outro é capaz de superar os obstáculos que passamos e ainda realizar os sonhos que tanto almejávamos. Muito obrigado por tudo o que você tem sido: amigo, carinhoso, solidário e acima de tudo um grande homem.

Ao meu sogros Raimundo e Arlinda, bem como Araguacy e Vinícius, muito obrigado pelos momentos de alegria e tristezas que vocês souberam compartilhar comigo.

Ao meu pai Ney Seára Costa (*in memorian*), saiba que onde quer que você esteja, estarei sempre lembrando dos seus preciosos conselhos e seguindo o seu lindo exemplo de vida.

A toda a minha família, em especial minha mãe Climene Santos Costa e meus irmãos Pollyana e George, agradeço imensamente a força, a compreensão e o reconhecimento manifestado por todos vocês pela conquista de um ideal perseguido por mim durante esses anos.

S U M Á R I O

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
 CAPÍTULO I – APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	
1.1 – Introdução.....	01
1.2 – Justificativa e Importância.....	02
1.3 – Objetivo do Trabalho.....	02
1.3.1 – <i>Objetivo Geral</i>	02
1.3.2 – <i>Objetivos Específicos</i>	02
1.4 – A Estrutura do Trabalho.....	03
1.5 – As Limitações do Trabalho.....	04
 CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA	
2.1 – Introdução.....	05
2.2 – A Composição Nutricional do Leite.....	05
2.3 – A Classificação do Leite.....	06
2.4 – O Sistema de Análise dos Perigos nos Pontos Críticos de Controle (APPCC).....	08
2.5 – O Controle Estatístico de Processos (CEP).....	13
2.5.1 – <i>Conceitos Básicos de Controle Estatístico de Processos</i>	14
2.5.2 – <i>As Cartas de Controle Estatístico de Processos</i>	15
2.5.3 – <i>As Cartas de Somas Acumuladas (CUSUM)</i>	18

CAPÍTULO III – NORMAS ISO-9000 PARA AS INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS

3.1 – Introdução.....	26
3.2 – O que é ISO – 9000 ?.....	26
3.3 – As Indústrias de Laticínios e as Normas ISO–9000.....	30
3.4 – Interpretação dos Requisitos da ISO–9001 para as Indústrias de Laticínios.....	31

CAPÍTULO IV – APLICAÇÃO DAS CARTAS DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS NA EMPRESA LACTOPLASA.

4.1 – Introdução.....	36
4.2 – O Sistema de Produção.....	38
4.3 – A Descrição do Processo.....	39
4.3.1 – O Processo de Pasteurização.....	43
4.4 – Escolha dos Pontos Críticos e Coleta das Amostras.....	48
4.4.1 – Testando a Normalidade das Variáveis Seleccionadas.....	50
4.5 – Análise das Cartas de Controle Estatístico de Processo.....	55

CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

5.1 – Considerações Finais e Recomendações.....	72
---	----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
--	-----------

ANEXO I – FOLHAS DE VERIFICAÇÃO.....	79
---	-----------

ANEXO II – CURVAS CARACTERÍSTICAS DE OPERAÇÃO.....	82
---	-----------

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Seqüência Lógica para Aplicação do <i>APPCC</i>	10
FIGURA 02: As Fases para Processamento do Leite Tipos <i>B</i> e <i>C</i>	12
FIGURA 03: Gráfico <i>Xbar</i>	16
FIGURA 04: A Carta CUSUM sob a forma da Máscara <i>V</i>	21
FIGURA 05: A Carta CUSUM sob a forma Tabular.....	24
FIGURA 06: Visão Aérea da Indústria de Laticínios Lactoplasa.....	36
FIGURA 07: Embalagens Flexíveis de 1 Litro do Leite Produzido pela Lactoplasa.....	39
FIGURA 08: Caminhão Tanque com Leite para Descarregamento.....	40
FIGURA 09: Balança para Pesagem do Leite.....	40
FIGURA 10: Tanques Isotérmicos de Armazenamento.....	41
FIGURA 11: Tanque de Equilíbrio.....	42
FIGURA 12: Fluxo do Recebimento e Tratamento Prévios do Leite na Plataforma.....	43
FIGURA 13: Tratamento Térmico do Leite numa Indústria de Laticínios.....	44
FIGURA 14: Embaladeira.....	45
FIGURA 15: Homogeneizador.....	45

FIGURA 16: Desnatadeira.....	46
FIGURA 17: Fluxograma do Processo Produtivo da Indústria Lactoplasa.....	48
FIGURA 18: Painel de Registro da Temperatura do Pasteurizador.....	49
FIGURA 19: Gráfico de Probabilidade Normal do Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca</i> 01	52
FIGURA 20: Gráfico de Probabilidade Normal do Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca</i> 02	53
FIGURA 21: Gráfico de Probabilidade Normal do Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca</i> 03	53
FIGURA 22: Gráfico de Probabilidade Normal da Variável Percentual de Gordura.....	54
FIGURA 23: Gráfico de Probabilidade Normal para a Variável Temperatura.....	54
FIGURA 24: Gráficos \bar{X} - S para a Característica de Qualidade Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca</i> 01.....	56
FIGURA 25: Gráficos \bar{X} - S Revisados para a Característica de Qualidade Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca</i> 01.....	58
FIGURA 26: Gráficos R para a Característica de Qualidade Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca</i> 01.....	59
FIGURA 27: Gráficos \bar{X} - S para a Característica de Qualidade Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca</i> 02.....	60
FIGURA 28: Gráficos \bar{X} - S para a Característica de Qualidade Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca</i> 03.....	61

FIGURA 29: Gráficos \bar{X} - S Revisados para a Característica de Qualidade Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca 02</i>	63
FIGURA 30: Gráficos \bar{X} - S Revisados para a Característica de Qualidade Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca 03</i>	64
FIGURA 31: Gráficos R para a Característica de Qualidade Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca 02</i>	65
FIGURA 32: Gráficos R para a Característica de Qualidade Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca 03</i>	65
FIGURA 33: Gráfico de Somas Acumuladas da Variável Temperatura na Forma de Máscara V	67
FIGURA 34: Gráfico \bar{X} - S para a Característica de Qualidade Percentual de Gordura.....	69
FIGURA 35: Gráficos R para a Característica de Qualidade Percentual Gordura.....	70
FIGURA 36: Curva Característica de Operação para o Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca 01</i>	82
FIGURA 37: Curva Característica de Operação para o Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca 02</i>	82
FIGURA 38: Curva Característica de Operação para o Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca 03</i>	83
FIGURA 39: Curva Característica de Operação para a Variável Percentual de Gordura	83

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01: Diferença entre os Métodos Tradicionais e o Sistema <i>APPCC</i>	11
QUADRO 02: Exemplos de Causas Comuns e Causas Especiais.....	15
QUADRO 03: Famílias de Normas <i>ISO 9000</i> na Edição de 1994.....	30
QUADRO 04: Requisitos da Norma <i>ISO 9001</i> (1994).....	33
QUADRO 05: Teste de Normalidade <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	51
QUADRO 06: Teste de Normalidade Jarque-Bera (<i>JB</i>).....	52

LISTA DE TABELAS

TABELA01: Composição Nutricional do Leite.....	06
TABELA 02: Níveis Aceitáveis de Microorganismos para cada Tipo de Leite.....	07
TABELA 03: Fatores que Influenciam na Acidez do Leite.....	08
TABELA 04: Tipos de Cartas de Controle e suas Respectivas Medidas.....	17
TABELA 05: Graus de Importância dado à Certificação Internacional de acordo com o Porte da Empresa.....	28
TABELA 06: Fatores que Influenciam na Desistência das Empresas em Certificarem seus Produtos e/ou Serviços de acordo com o Tamanho da Empresa	29
TABELA 07: Nível de Utilização das Normas Técnicas para Especificação de Produtos de acordo com o Tamanho da Empresa.....	32

RESUMO

O objetivo desse trabalho é realizar uma aplicação utilizando-se da ferramenta do Controle Estatístico de Processos (*CEP*) na indústria de laticínios Lactoplasa, situada no Planalto Serrano, na cidade de Lages em Santa Catarina. Tal ferramenta pode proporcionar, aos gestores do processo produtivo, a manutenção e melhoria nos níveis de qualidade dos produtos fabricados, refletindo na redução dos custos de produção. Para tanto, buscou-se revisar os conceitos relacionados tanto ao setor alimentício, como também à ferramenta utilizada, descrevendo-se posteriormente o processo produtivo da empresa estudada e aplicando-se, numa fase posterior, as cartas de *Shewhart* e *CUSUM* nos pontos selecionados. Os resultados obtidos a partir da metodologia adotada mostrou que o processo avaliado encontra-se fora de controle, necessitando que seja realizado um acompanhamento sistemático, com o objetivo de melhorar a qualidade dos produtos processados. Abordou-se também, a necessidade das empresas do setor avaliado buscarem a implantação do sistema *ISO-9000*, obtendo-se, a partir daí, maior credibilidade junto aos mercados nacional e internacional. Propõe-se, ainda, uma adaptação das Normas às indústrias de laticínios, direcionando-as sob a ótica do cumprimento das leis vigentes.

ABSTRACT

The objective this work is to accomplish an application in the dairy products industry Lactoplasa, in the city of Lages in Santa Catarina. The study bases on the methodology of Statistical Processes Control (*SPC*), since such tool can provide to the managers of the productive process. The maintenance and improvement in the levels of quality of the manufactured products, contemplating in the reduction of production costs. In the review the literature concepts related to quality in dairy products and Statistical Process Control (*SPC*) are described. There is also a brief review of the process used by the company. The application is based in the Shewhart chart and *CUSUM* chart. The results obtained from the adopted methodology show that the productive process is out of control, needing systematic monitoring with the objective of bettering the quality of the product. *ISO 9000* is also commented in this work as it relates to dairy products for establishing credibility on the national and international level. Finally some adaptations are proposed in the present system of criterion for this industry which better follow laws today already in use.

1 – APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

1.1 – INTRODUÇÃO

Tem-se observado nas empresas uma nova interpretação do conceito de qualidade, onde a função técnica clássica de controle sobre o que já foi produzido vem sendo ampliada para uma visão de planejamento global da qualidade, abrangendo análise de mercado, aspectos organizacionais e gestão de recursos humanos. A tendência observada é a de disseminar a importância do aperfeiçoamento contínuo da qualidade, não apenas para as operações relacionadas diretamente com o produto, mas englobando as atividades da empresa.

Nesse contexto, o controle estatístico de processos vem sendo adotado em diversas indústrias, sendo que o setor de alimentos ainda encontra-se com uma participação muito tímida na utilização de sistemas da qualidade. Esta ferramenta pode auxiliar muito as empresas no fornecimento de um produto em conformidade com os padrões exigidos por lei ou desenvolvidos para o consumidor, bem como na redução de custos associados às falhas ocorridas durante o processo produtivo.

A indústria de laticínios, até pouco tempo atrás, estava à margem de outras indústrias no que diz respeito a programas de qualidade. Em adição a isso, o fato de sempre existir, na sua grande maioria, funcionários da secretaria estadual ou federal na fiscalização das indústrias para controlar a qualidade do produto que estava em circulação nas prateleiras dos supermercados e padarias, passava a impressão ao consumidor de um produto de boa qualidade. Sendo assim, muitas empresas estiveram atrasadas quanto ao desenvolvimento de sistema da qualidade que desenvolvesse e aperfeiçoasse o sistema produtivo existente.

Com a abertura do mercado mundial, alguns procedimentos anteriormente utilizados no âmbito empresarial tiveram que ser modificados visando competir com os produtos importados que entravam no Brasil com menor preço e maior qualidade. Face ao exposto, este trabalho procura contribuir de alguma forma, usando a metodologia de controle estatístico de processo numa indústria de laticínios localizada em Lages no Estado de Santa Catarina.

1.2 – JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA

O conteúdo apresentado no trabalho é de grande importância para as pessoas ligadas a área de controle estatístico de qualidade, já que as informações disponíveis com relação à aplicação de técnicas modernas para melhoria da qualidade no setor de alimentos é bastante escassa e de conteúdo limitado. Além disso, também servirá como fonte de consulta para àqueles que desejam trabalhar com as ferramentas mencionadas.

1.3 – OBJETIVOS DO TRABALHO

1.3.1 – Objetivo Geral

Aplicar a técnica de controle estatístico de processos em alguns pontos críticos do processamento de leite tipos *B* e *C* na indústria de laticínios Lactoplasa, localizada na cidade de Lages, a fim de identificar possíveis problemas que possam afetar o bom funcionamento do processo produtivo; além de abordar a respeito do sistema de padronização da qualidade *ISO 9000*.

1.3.2 – Objetivos Específicos

- ★ Caracterizar a empresa e o seu processo produtivo relacionado ao leite tipos *B* e *C*;
- ★ Identificar os pontos críticos do processo, seguindo a metodologia de Análise dos Perigos em Pontos Críticos de Controle (*APPCC*);
- ★ Aplicar as cartas de controle nos pontos onde for possível coletar as amostras;
- ★ Abordar a respeito das normas *ISO 9000*, enfocando sua aplicabilidade nas indústrias de laticínios.

1.4 – A ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, a saber:

- ★ Capítulo I – Traz a introdução do trabalho, fazendo uma apresentação, a justificativa de sua realização, os objetivos geral e específicos, bem como a estrutura do trabalho e suas limitações.
- ★ Capítulo II – Apresenta uma caracterização das principais técnicas que podem ser utilizadas no monitoramento do processo produtivo de uma indústria de laticínios, bem como descreve a respeito das cartas que serão utilizadas na aplicação do controle estatístico de processos (*CEP*);
- ★ Capítulo III – Aborda alguns conceitos acerca das normas *ISO 9000*, comentando sobre suas evoluções, adequando-as à indústria de laticínios;
- ★ Capítulo IV – Concentra-se na aplicação da metodologia de controle estatístico de processos (*CEP*), em pontos considerados relevantes para a manutenção de um sistema produtivo estável;
- ★ Capítulo V – Traz as considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

1.5 – LIMITAÇÕES DO TRABALHO

O trabalho apresentado possui algumas limitações que são evidenciadas a seguir:

- ★ O primeiro aspecto a ser destacado como fator limitante da pesquisa diz respeito à dificuldade em estender a aplicação a outros pontos também considerados importantes;
- ★ A não inclusão de outras cartas de controle mais sofisticadas que forneçam informações ainda mais precisas do que as que foram obtidas com as cartas aqui tratadas;
- ★ A impossibilidade de reaplicar as cartas de controle e verificar a evolução das melhorias obtidas, já que o período para a realização do trabalho completo na indústria foi pequeno.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – INTRODUÇÃO

O leite é um produto básico na alimentação humana, principalmente para crianças e idosos que necessitam da rica fonte nutricional que possui. Quando consumido, permite ao organismo dispor de diversos nutrientes essenciais à saúde humana.

Desta forma, segurança e qualidade são dimensões inseparáveis em todas as fases da cadeia alimentar, tornando-se assim um grande desafio para uma indústria de beneficiamento de leite manter as características dentro dos limites permissíveis para os padrões tradicionais internos, atendendo à legislação vigente na fabricação e na distribuição dos seus produtos. Busca-se então, a aplicação de sistemas e ferramentas da qualidade nas indústrias de laticínios, a fim de que a filosofia de controle de qualidade seja visualizada de uma maneira mais ampla e confiável.

As seções contidas neste capítulo enfocam os seguintes aspectos: a seção 2.2 fala a respeito da composição nutricional do leite e o desafio de possuir um produto com qualidade. A seção 2.3 menciona os problemas que afetam a qualidade do leite e trata da classificação do mesmo. A seção 2.4 procura abordar o sistema de Análise dos Perigos dos Pontos Críticos de Controle (*APPCC*). E, finalmente, a seção 2.5 enfoca o Controle Estatístico de Processos (*CEP*) a ser utilizado como ferramenta no estudo de caso proposto.

2.2 – A COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO LEITE

Segundo Caruso e Oliveira (1996), o leite é uma mistura complexa de substâncias orgânicas e inorgânicas que se encontram em diferentes estados de dispersão. O meio dispersante é a água, componente que entra em maior proporção no leite. Conforme pode ser visto na tabela 01, o leite é um alimento de alto valor nutritivo em um meio aquoso, capaz de suprir as exigências tanto do homem como dos animais. É também um excelente meio para a propagação de bactérias, as quais, muitas vezes, constituem sérios riscos à saúde pública. Essa propagação de microorganismos torna-se mais rápida em ambientes com temperatura elevada e condições higiênico-sanitárias ruins.

TABELA 01: Composição Nutricional do Leite

COMPONENTES	PERCENTUAL (%)
ÁGUA	87,5
MATÉRIA GORDA (GORDURA)	3,6
CASEÍNA (PROTEÍNA)	3,0
ALBUMINA (PROTEÍNA)	0,6
LACTOSE (AÇÚCAR)	4,6
CINZAS(SAIS MINERAIS)	0,7

Fonte: Behmer (1977) *apud* Figueiredo (1998)

O desafio de obter e manter a qualidade do leite é muito grande; pois é necessário que na fazenda o produtor tenha cuidados com a saúde do rebanho, higiene dos ordenhadores e utensílios utilizados, boas condições higiênico - sanitárias do local, etc. Já na indústria, os fatores determinantes para a qualidade do produto estão relacionados à temperatura (para o resfriamento e aquecimento do leite), confiabilidade nos resultados laboratoriais, higienização do local, das pessoas, dos equipamentos e utensílios utilizados. Caruso (1996) alerta para o fato de que o leite por ser um produto consumido “in natura”, torna-se impossível obter melhoria depois de ordenhado e muito menos depois de recepcionado pela indústria. É certo, também, que muito dos produtos obtidos com o processamento do leite, perdem ou diminuem sua qualidade porque a indústria não cumpre as legislações vigentes (estas estarão mais detalhadas no capítulo III deste trabalho), ou porque não conseguem processar o produto da melhor maneira possível.

Por fim, levando-se o foco de atenção para a indústria, um dos grandes problemas enfrentados hoje é dispor de produtos com um padrão de qualidade estável. Por tratar-se do setor alimentício, essa instabilidade é ainda mais grave devido as mutações que ocorrem durante às diversas fases de processamento.

2.3 – A CLASSIFICAÇÃO DO LEITE

A classificação do leite está vinculada ao ambiente em que se procede a ordenha. Segundo Brandão e Reis (1996), no Brasil existem oficialmente três tipos de leite: A, B e C; sendo que as diferenças que distinguem estes tipos de leite basicamente são decorrentes da menor higiene na obtenção do leite, falta de controle de saúde do rebanho e a falta de resfriamento imediato do leite.

O leite do tipo *A* e do tipo *B* exigem que a sala de ordenha seja ladrilhada no piso e nas paredes, esteja limpa durante a operação da ordenha, que deve ser realizada mecanicamente, além de ser processado de forma integral (sem a retirada de gordura). Já para o tipo *C*, é comum os estábulos possuírem pisos cimentados ou mesmo de terra batida, a ordenha é manual, não é resfriado imediatamente após a ordenha e a legislação permite níveis maiores de alguns microorganismos nocivos à saúde, tal como pode ser visto na tabela 02, e padronizado em 3% de gordura, Coli (1992) *apud* Figueiredo (1998).

O leite tipo *C* é a variedade de leite fluido de maior penetração no mercado, por apresentar um preço menor que os demais tipos; daí a importância desse trabalho em poder aplicar o controle estatístico de processo com o objetivo de proporcionar a melhoria e garantia de qualidade desse produto tão nobre.

TABELA 02: Níveis Aceitáveis de Microorganismos para cada Tipo de Leite.

Tipos de Leite	Salmonelas (ausência em)	Coliformes Totais: NMP (máximo)	Coliformes Fecais: NMP (máximo)	Cloristídios Sulfito Redutores: 46°C (max)	<i>Staphylococcus aureus</i> ; NMP ou contagem direta (máximo)	Bolores + Leveduras (máximo)	Contagem padrão em placa (máximo)	<i>Bacillus cereus</i> (máximo)
A	25 ml	1/ml	1/ml	—	—	—	2 x 10 ³ /ml	—
B	25 ml	4/ml	2/ml	—	—	—	8 x 10 ⁴ /ml	—
C	25 ml	10/ml	2/ml	—	—	—	3 x 10 ⁵ /ml	—

Fonte: Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação – ABIA (1987)

Existe uma literatura bastante vasta falando a respeito da qualidade do leite em todas as suas fases: ordenha, armazenamento e o beneficiamento; contudo, uma das questões discutidas com frequência é a respeito das doenças e irregularidades que acompanham o produto e que afetam a saúde dos consumidores. Conforme mencionado por Campos (1997), muitos produtores, preocupados em combater ou prevenir doenças infecciosas graves, acabam pecando pelo excesso ao fazer uso indiscriminado de antibióticos, esquecendo-se dos prejuízos que a presença dos resíduos desses medicamentos acarretam para toda a cadeia de consumo: produtor, indústria e consumidor.

Outro fator que muito contribui para a desvalorização da qualidade do leite é a acidez, que segundo Rentero (1996) é em grande parte provocada por más condições de higiene, resfriamento ou simplesmente em função de algumas raças leiteiras produzirem um leite mais ácido, conforme pode ser visto na tabela 03. O problema de resfriamento

do leite a quatro graus Celsius (4°C) é bastante crônico, pois a maioria dos produtores ainda transportam o leite em latões, percorrem grandes distâncias até à indústria e ainda enfrentam as condições precárias das estradas.

TABELA 03: Fatores que Influenciam na Acidez do Leite

FATORES	INFLUÊNCIA SOBRE A ACIDEZ
Raça	Algumas raças, como a Jersey produzem leite com acidez natural mais elevada, em função da composição do leite
Período de Lactação	O colostro possui acidez elevada, podendo chegar a 31°D (graus Dornick) e até 44°D. Após quatro a seis dias, a acidez é normalizada e no decorrer da lactação permanece constante, embora possa haver variações individuais.
Alimentação	Não há comprovação de que a alimentação influa na acidez do leite
Mastite	A composição do leite do úbere mastítico é alterada, com tendência ao aumento dos componentes provenientes do sangue.
Desnate	O desnate ou a adição de leite desnatado não alteram a acidez.

Fonte: Revista Glória Rural (1999)

Enfim, na indústria, nas várias fases de processamento do leite, ocorrem muitas falhas, seja por não existir um controle efetivo dos problemas em pontos importantes da produção ou simplesmente por receber a matéria-prima com índices já bastante altos de microorganismos. Essas falhas comprometem sensivelmente o bom rendimento dos subprodutos fabricados, como também atingem o consumidor. Por essa razão, cada vez mais as indústrias do setor alimentício estão buscando melhorar seu sistema de produção, através de metodologias como o sistema *APPCC*, que será explicado a seguir.

2.4 – O SISTEMA DE ANÁLISE DOS PERIGOS DOS PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (*APPCC*)

Sabe-se, hoje, que a qualidade e a segurança de um alimento, requerem mais do que leis rígidas e inspeção governamental severa, pois as perdas de quantidades e de qualidade, assim como o aumento do risco de contaminação do alimento, multiplicam-se durante todas as fases de produção, pela inobservância de boas práticas de manufatura.

Buscando a solução para o problema, muitas indústrias de alimentos estão implantando uma ferramenta bastante utilizada na Europa, chamada *HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Points*, traduzida para o português como *APPCC –*

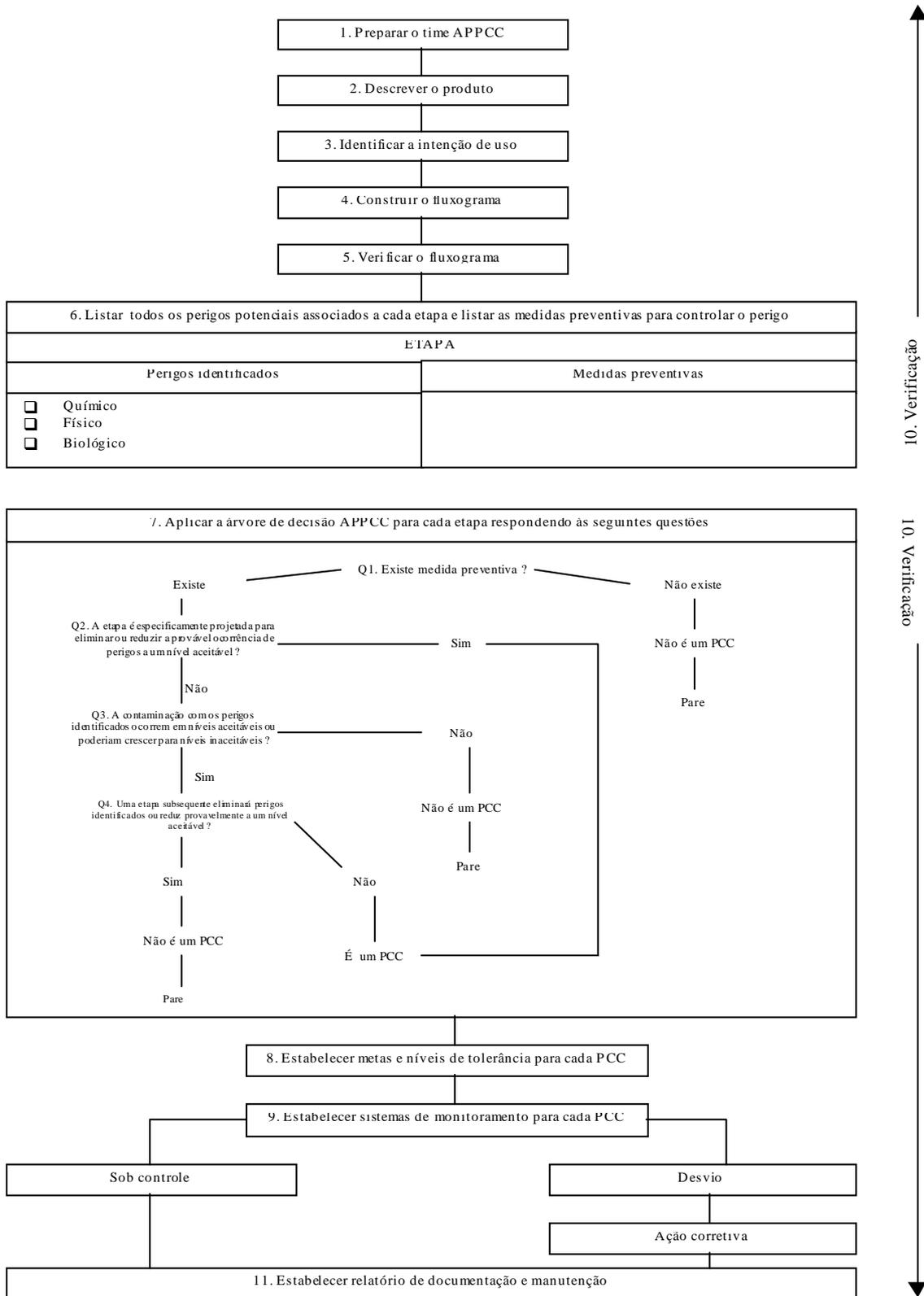
Análise de Perigos em Pontos Críticos de Controle, que visa analisar riscos potenciais em uma operação alimentar, identificando os pontos na operação onde os perigos podem ocorrer e decidindo quais são críticos para a segurança do consumidor.

A indústria de laticínios, como qualquer outra do setor de alimentos, apresenta diversos problemas decorrentes da contaminação por microorganismos patogênicos. Caruso (1996), afirma que o leite é um produto, cuja qualidade não pode ser melhorada e ao mesmo tempo possui um campo riquíssimo para a proliferação de bactérias. Por isso, a preocupação em fornecer ao consumidor um produto lácteo de boa qualidade é um desafio que só pode ser cumprido se houver um monitoramento e efetivo controle durante todas as fases que envolvem a fazenda e a indústria.

A análise tradicional do controle microbiológico dos alimentos baseia-se no produto final, sendo que os resultados colhidos dessa forma não dão informações suficientes a respeito das condições do processamento efetuado pela indústria. Dada a ineficiência dos métodos até então empregados na inspeção e nos testes do produto final, há que se acrescentar muito mais para se chegar a um bom controle de qualidade microbiológico.

É imprescindível um estudo detalhado de todo o processo pelo qual o alimento é conduzido. Com isso, é possível detectar as falhas envolvidas numa etapa específica de produção e, conseqüentemente, propor medidas preventivas que tragam resultados positivos de melhoria para a indústria. Assim, o *APPCC* é desenvolvido com o intuito de identificar os riscos potenciais que podem surgir como resultado da má qualidade na produção dos alimentos, manuseio e/ou armazenamento.

O sistema *APPCC* abrange um estudo sistemático de várias áreas pertinentes ao processo produtivo que é elaborado por um plano com potencial para eliminar ou reduzir a contaminação alimentar. O plano identifica pontos críticos no fluxo do processo, também chamados de Pontos Críticos de Controle (*PCC*) que poderiam conduzir à contaminação dos produtos alimentícios e aplica medidas de controle a cada ponto, reduzindo com isso a probabilidade de ocorrência de contaminação nos alimentos. O esquema para a aplicação desse plano foi elaborado pelo Codex Alimentarius Food Hygiene Committee, que faz parte da Legislação Européia de Alimentos e pode ser visualizado na figura 01 abaixo:



Fonte: Mitchell (1992).

FIGURA 01 – SEQUÊNCIA LÓGICA PARA APLICAÇÃO DO APPCC

O método *APPCC*, quando bem definido, é imprescindível para o sucesso de um sistema de produção de alimentos. Este sistema é uma abordagem que visa a prevenção e controle em toda a cadeia alimentar. É usado amplamente pelas indústrias de

alimentos no gerenciamento da qualidade total, assegurando um monitoramento completo de todos os fatores que, em maior ou menor intensidade, irão influir na qualidade final de um produto.

A maioria dos programas de controle de qualidade usados na produção de alimentos empregam uma combinação de métodos tradicionais de inspeção, investigação e testes do produto final. Essa abordagem, de acordo com Mitchell (1992) não é eficaz numa indústria de alimentos, já que a proliferação de microorganismos nem sempre é detectada com inspeção do produto final, acrescentando assim, o risco de fornecer um produto de má qualidade para o consumidor, com conseqüências às vezes irreversíveis. Dessa forma, o *APPCC* possui diferenças significativas com relação aos métodos tradicionais e que encontram-se resumidos no quadro 01 abaixo:

QUADRO 01: Diferença Entre os Métodos Tradicionais e o Sistema *APPCC*

MÉTODOS TRADICIONAIS	SISTEMA <i>APPCC</i>
(1) O controle é reativo naquelas ações tomadas após o problema ter ocorrido	(1) O controle é pró ativo naquelas ações que podem ser tomadas antes do problema ter ocorrido
(2) gastos consideráveis podem ser necessários para interpretar os resultados dos testes	(2) O controle é de fato aquele fácil de monitorar
(3) O teste pode ser muito demorado	(3) O controle é mais rápido
(4) A operação é controlada por um cientista no laboratório	(4) A operação é controlada por aquelas pessoas diretamente envolvidas com o alimento
(5) Nem todos os perigos potenciais podem ser identificados e controlados	(5) O sistema <i>APPCC</i> previne os riscos potenciais
(6) Geralmente, somente uma seção da força de trabalho, o pessoal técnico primário, é diretamente responsável pela segurança do produto.	(6) Muitas medidas podem ser obtidas de cada lote do produto porque o controle é focado nos pontos críticos da operação.
(7) O custo das análises laboratoriais e de inspeção é muito alto, o que limita o número de amostras a ser avaliada.	(7) O controle é barato em comparação aos métodos de análises microbiológica e química

Fonte: Mitchell (1992)

Conforme pode ser visto no quadro 01, os métodos tradicionais possuem um foco restritivo e de custo muito elevado, quando comparado ao sistema *APPCC*. Ao mesmo tempo, essa ferramenta exige o conhecimento do processo, assim como o gasto de um certo período de tempo para que as medidas sejam efetivamente tomadas e posteriormente monitoradas.

Na indústria de laticínios, a área relativa aos processos produtivos apresenta situações consideradas críticas, colocando em risco a garantia da qualidade do produto. Essas situações são caracterizadas ao analisar as diversas fases do processo de produção de leite, que podem ser visualizadas através da figura 02:

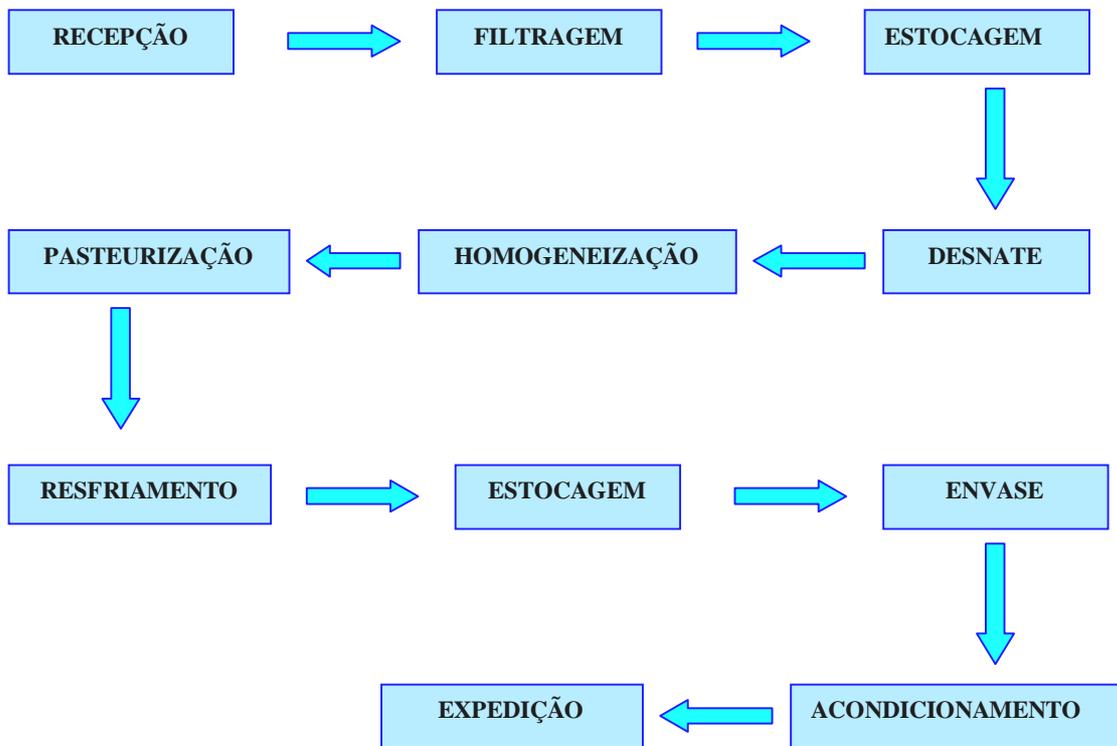


FIGURA 02 – AS FASES PARA PROCESSAMENTO DO LEITE TIPOS B e C.

Conforme foi exposto anteriormente, embora o sistema *APPCC* não faça referência ao controle estatístico de processo (*CEP*), a rotina de selecionar metas e limites para os pontos críticos de controle e sua monitoração ao longo do processo é análoga às cartas de controle usadas no *CEP*. Segundo Grigg (1998), o *APPCC* não pode controlar as variabilidades que ocorrem durante o processo e cuja medida de solução somente a ferramenta do *CEP* é capaz de executar. Além disso, alguns autores citam as cartas de controle, mas as aplicam incorretamente, o que leva as pessoas a conclusões distorcidas a respeito das atitudes a serem posteriormente tomadas. Ainda citando Grigg (1998), são poucas as indústrias de alimentos na Europa que utilizam a ferramenta do controle estatístico de processos. Isso acontece por um elenco de razões que vão desde a falta de informação, custo elevado, até a dificuldade em implementação pela ausência de pessoal qualificado.

A seção seguinte enfocará a importância da ferramenta do controle estatístico de processos (*CEP*) nas indústrias, além de fazer considerações a respeito da escolha da carta de controle adequada a cada processo.

2.5 – O CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS (*CEP*)

A ênfase para buscar melhorias da qualidade deve ser concentrada em melhoramentos contínuos, atitudes que, promovidas continuamente, permitam reconhecer os problemas, priorizar ações corretivas, implantá-las e dar seqüência à postura pró-ativa, agindo preventivamente.

Várias são as ferramentas que podem ser utilizadas para fornecer subsídios para melhorias, mas uma das principais é, sem dúvida, o emprego de técnicas estatísticas. Por esta razão, pesquisar causas de problemas deve ser uma constante e caminhos para obter melhorias devem ser perseguidos.

O controle estatístico de processos é o ramo do controle de qualidade que consiste na coleta, análise e interpretação de dados, estabelecimento de padrões, comparação de desempenhos, verificação de desvios, tudo isso para a utilização nas atividades de melhoria e controle da qualidade de produtos e serviços. Sua ferramenta básica é a carta de controle, desenvolvida por Walter A. Shewhart [1931] *apud* Reynolds et. al. (1990), com o objetivo de controlar a variabilidade dos processos.

Normalmente é aplicada a processos contínuos e semi-contínuos onde uma dimensão ou característica do produto é medida em uma amostra aleatória tirada sob um determinado período de tempo, com o objetivo de avaliar a estabilidade ou estado de controle estatístico de um processo. Segundo Hradesky (1989), a principal vantagem proporcionada pelo *CEP* é a realimentação do processo em tempo real. Essa realimentação deve ser contínua e estatisticamente fundamentada.

Assim, busca-se estabelecer uma revisão dos principais conceitos de controle estatístico de processos que servirá de base para o estudo na indústria de laticínios Lactoplasa descrita no capítulo IV.

2.5.1 – CONCEITOS BÁSICOS DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

Em todo processo produtivo existem pontos específicos que são determinantes para que o fluxo de produção não apresente problemas. Tais pontos, às vezes apresentam-se como um gargalo, isto é, uma restrição em todo o sistema que dificulta o bom funcionamento do fluxo de produção.

Goldratt e Cox (1997) no entanto, propõe que os gargalos de produção sejam solucionados mediante o balanceamento do fluxo de produção da fábrica ao invés da capacidade instalada, já que neste último caso, o custo para resolução de possíveis problemas torna-se muitas vezes inviável economicamente, diante das modificações que deveriam ser feitas. Assim, é necessário que esses gargalos e/ou pontos críticos do processo sejam identificados, a fim de que os recursos não limitem o funcionamento do sistema como um todo.

Nesse contexto, ao fabricar um determinado produto, são projetados valores nominais ou alvos, que especificam o nível ou padrão de qualidade que se quer atingir. Teboul (1991) define valores nominais de um produto ou serviço como sendo uma unidade de medida de uma determinada peça ou característica identificada em um serviço.

A produção em série da peça ou a repetição do serviço traz um certo grau de variação, uma certa dispersão dos resultados ao redor deste valor nominal, chamado comumente na literatura de causa comum ou aleatória. Esta dispersão exprime-se pela lei normal, quando o processo de realização está sob controle. Caso contrário, quando a mudança passa a ser não mais aleatória, mas associada a alguma causa especial que foge ao controle de quem está acompanhando o processo, isso passa a ser um problema e deve ser rapidamente corrigido. No quadro 02 podem ser visualizados alguns exemplos que caracterizam as causas comuns ou aleatórias e as causas especiais, já que essa identificação normalmente leva a algumas confusões.

QUADRO 02: Exemplos de Causas Comuns e Causas Especiais

<i>Causas Comuns</i>	<i>Causas Especiais</i>
Projeto apressado, análise inadequada de protótipos	Súbita desregulagem da máquina
Aquisição sistemática de matéria prima de baixa qualidade	Matéria-prima com propriedades diferentes
Especificações: inexistência, desprezadas ou testadas inadequadamente	Matéria – prima indevida (descuido / falta de identificação)
Treinamento inadequado dos trabalhadores	Mão de obra inexperiente
Uso de máquinas cronicamente imprecisas	Ferramenta gasta ou quebrada
Manutenção deficiente	Ferramenta indevida
Uso de instrumentos de testes que não oferecem confiança (situação de aferição / calibração)	Queda de tensão momentânea no sistema elétrico
Falta de normalização / documentação	
Más condições ambientais	

Fonte: Guerra (1989) apud Petrus(1996)

Segundo Kume (1993), embora as causas das variações da qualidade sejam incontáveis, nem toda causa afeta a qualidade com a mesma intensidade. Algumas delas, realmente, afetam muito a qualidade, enquanto outras, embora consideradas muito importantes na teoria, afetam muito pouco a variação da qualidade quando devidamente controladas. Desta forma, o principal objetivo do *CEP* é detectar rapidamente, através das cartas de controle, a ocorrência de causas especiais no processo, no intuito de diminuir a variabilidade do mesmo e, com isso, produzir produtos com mais garantia de qualidade e menor custo.

2.5.2 – AS CARTAS DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

As cartas de controle são registros gráficos dos dados mensurados em um ponto crítico do processo, construídos num sistema de coordenadas cartesianas. O eixo da ordenada é representado pelas mensurações feitas de uma determinada característica do produto e o eixo da abcissa representado pelos subgrupos. A figura 3 traz uma ilustração da tradicional carta de controle de Shewhart, onde existem três linhas paralelas ao eixo da abcissa identificadas como uma linha central (*LC*), relacionada a um valor médio e duas linhas chamadas de limite inferior de controle (*LIC*) e limite superior de controle (*LSC*), aceitáveis para mudanças devido a causas comuns e fixados para uma variação de ± 3 desvios padrões.

**FIGURA 3 – GRÁFICO Xbar**

Por outro lado, um subgrupo pode ser definido como uma divisão racional da amostra coletada de modo a facilitar a identificação de uma possível causa especial que seja assinalada na carta de controle; o tamanho dessa divisão, porém, depende do tipo de carta que estiver sendo usada, volume de produção, custo da inspeção e importância da informação obtida, conforme Siqueira (1997).

Existem diversos tipos de cartas de controle cuja escolha é feita de acordo com o tipo de processo trabalhado e também com o tipo de variável escolhida, se dados contínuos e/ou discretos, variável qualitativa e/ou quantitativa. De acordo com Lago Neto (1999) as cartas de controle por variável aleatória discreta originam as cartas c e u , baseadas na função densidade de probabilidade de *Poisson* e as cartas p e np , baseadas na função de densidade de probabilidade *Binomial*. Já as cartas de controle por variável aleatória contínua são regidas pela função de probabilidade Normal (μ , σ^2) e concentram a maior parte das cartas de controle utilizadas nas indústrias; tais como as cartas convencionais de Shewhart, que são: a carta de Médias *X-Bar*, a de amplitude R , a de desvio padrão S , utilizadas nessa dissertação; além das cartas de somas acumuladas, conhecida por *CUSUM* e a de média móvel exponencialmente ponderada, chamada de *EWMA*, que são cartas aplicadas geralmente a processos onde existe uma variabilidade muito pequena e que a detecção da mesma é importante para a qualidade do produto. Na tabela 04, Drain (1997) resume os tipos de cartas de controle e suas unidades de medida:

TABELA 04: Tipos de Cartas de Controle e suas Respectivas Medidas.

CARTA	APLICAÇÃO
Cartas de controle indicadas para indústrias de manufatura em geral	
$\bar{X} - Bar$	Médias do conjunto de medidas
Amplitude (R)	Amplitudes do conjunto de medidas
Desvio Padrão (S)	Desvio padrão do conjunto de medidas
Individuais	Medidas individuais
Np	Número de unidades defeituosas em uma amostra de tamanho fixo
P	Proporção de unidades defeituosas em uma amostra de tamanho variável
C	Número de defeitos em uma amostra de área fixa
U	Densidade de defeitos derivados das amostras de área variável
Cartas de Controle indicadas para Processos Contínuos	
Média Móvel	Médias de várias medidas individuais sucessivas
EWMA	Médias de várias medidas individuais sucessivas, ponderadas para controlar a influência das observações mais recentes
CUSUM	Somas acumuladas dos desvios do valor objetivo – mais útil para detectar pequenas mudanças da média em processos contínuos.

Fonte: Drain (1997).

A expressão para o cálculo dos limites de controle para as Cartas \bar{X} e S pode ser estabelecida da seguinte forma:

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^g S_i}{g} \quad e \quad \bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g}, \text{ para o cálculo do valor central,} \quad (01)$$

Onde:

S_i : desvio padrão do i -ésimo subgrupo;

\bar{S} : média dos desvios padrões dos subgrupos;

$\bar{\bar{X}}$: média das médias dos subgrupos;

\bar{X}_i : média do i -ésimo subgrupo;

g : número de subgrupos.

e para os limites superior e inferior de controle para as cartas $X-Bar$ e S :

$$LSC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S} \quad e \quad LSC_s = B_4 \bar{S} \quad (02)$$

$$LIC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S} \quad e \quad LIC_s = B_3 \bar{S} \quad (03)$$

Onde:

LSC : limite superior de controle para as cartas $X\text{-Bar}$ e S ;

LIC : limite inferior de controle para as cartas $X\text{-Bar}$ e S ;

A_3, B_3, B_4 : fatores retirados a partir de tabelas próprias¹

Em relação à carta R , também muito utilizada nas indústrias, devido a sua fácil operacionalização, os limites de controle são obtidos utilizando-se as seguintes fórmulas:

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}} \quad \text{e} \quad LSC_R = \bar{\bar{R}} + 3\sigma_R \quad (04)$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{X}} \quad \text{e} \quad LIC_R = \bar{\bar{R}} - 3\sigma_R \quad (05)$$

Onde:

LSC : limite superior de controle;

LIC : limite inferior de controle

$\sigma_{\bar{X}}$: desvio padrão das médias dos subgrupos;

σ_R : desvio padrão das amplitudes dos subgrupos.

A partir das expressões estabelecidas para a construção das Cartas de Shewhart, o procedimento para a construção das outras cartas é basicamente o mesmo, modificando-se apenas os parâmetros da média e desvio padrão que são substituídos por outros relacionados a cada carta especificamente.

2.5.3 – A CARTA DE SOMAS ACUMULADAS (*CUSUM*)

Nas seções anteriores, mencionou-se a respeito das variabilidades que ocorrem em um processo e das tradicionais cartas de Shewhart. Apesar de amplamente usadas nas indústrias, essas cartas não possuem memória; ou seja, só levam em consideração as

informações obtidas no período presente; logo, qualquer mudança que tenha ocorrido anteriormente, simplesmente é ignorada, fazendo com que as cartas de Shewhart não sejam capazes de detectar variações no processo menores que 2σ . Por esta razão, Page (1954) apud Reynolds et. al. (1990) desenvolveu a carta de somas acumuladas que possui uma memória curta; ou seja, leva em consideração as informações obtidas no período imediatamente anterior, além de captar mudanças pequenas ($\Delta \leq 2\sigma$), mas persistentes, que venham ocorrer no processo.

A carta *CUSUM* considera que as observações X_j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) são estatisticamente independentes e identicamente distribuídas (*i.i.d.*) e seguem uma distribuição normal. Assim, determina-se a soma acumulada dos desvios da média amostral no instante t (\bar{X}_t) com relação ao valor nominal (μ) do processo, como segue:

$$C_n = \sum_{j=1}^n (X_j - \mu) \quad (06)$$

Onde:

C_n : soma acumulada dos desvios da média amostral com relação ao valor nominal do processo;

X_j : é a j -ésima observação, sendo $j = 1, 2, 3, \dots, n$;

μ : valor nominal do processo.

Desta forma, a soma acumulada C_n absorve informações passadas através dos desvios, o que faz com que a carta *CUSUM* seja mais eficiente do que a carta de Shewhart para detectar pequenas variações no processo. De acordo com Montgomery (1997), no caso da carta *CUSUM* é aconselhável trabalhar com os valores individuais, ao invés de se trabalhar com subgrupos racionais; já que os subgrupos contêm menos informações que os valores individuais, tornando a carta menos sensível para detectar pequenas mudanças.

Existem duas maneiras de definir a soma acumulada C_n . A primeira é na escala original das observações e já foi definida na equação 06; a outra forma envolve a

¹ Em razão da dificuldade em calcular esses fatores, existem tabelas já feitas para amostras de tamanho até 25; a partir daí as fórmulas são apresentadas como segue: $A_3 = \frac{3}{c_{4\sqrt{n}}}$; sendo $c_4 = \frac{4(n-1)}{4n-3}$ e $B_3 = 1 - \frac{3}{c_4\sqrt{2(n-1)}}$. A expressão de B_4 é calculada da mesma forma que B_3 , trocando-se apenas o sinal. Ver [MONTGOMERY – 1997].

padronização das observações para ter a média zero e o desvio padrão igual a um, tal como pode ser definido abaixo:

$$U_j = \frac{(X_j - \mu)}{\sigma} \quad (07)$$

$$S_n = \sum_{j=1}^n U_j \quad (08)$$

Onde

U_j : é a padronização dos desvios da média amostral com relação ao valor nominal do processo;

μ : valor nominal do processo;

X_j : é a j -ésima observação, sendo $j = 1, 2, 3, \dots, n$;

S_n : é a soma acumulada padronizada.

Assim, as somas acumuladas de C_n e de S_n são idênticas, exceto pelas unidades do eixo vertical na carta. O eixo vertical das somas acumuladas de S_n serão medidas em múltiplos do desvio padrão dos dados, ao contrário das somas acumuladas de C_n que serão mensuradas na mesma unidade de medida de X . Estatisticamente, as duas somas acumuladas contêm a mesma informação, o que cabe a cada usuário da ferramenta fazer a escolha.

A equação para C_n mostra que ela pode ser escrita na forma recursiva:

$$C_n = C_{n-1} + (X_n - \mu), \quad \text{com } C_0 = 0 \quad (09)$$

Isto implica que, enquanto o processo estiver sob controle, a *CUSUM* será um caminho aleatório sem mudanças – cada ponto é o ponto precedente somado a uma compensação com média zero. Este mesmo procedimento pode ser realizado tomando-se como base a forma padronizada e levando-se em consideração o fato de que a interpretação deve ser a mesma.

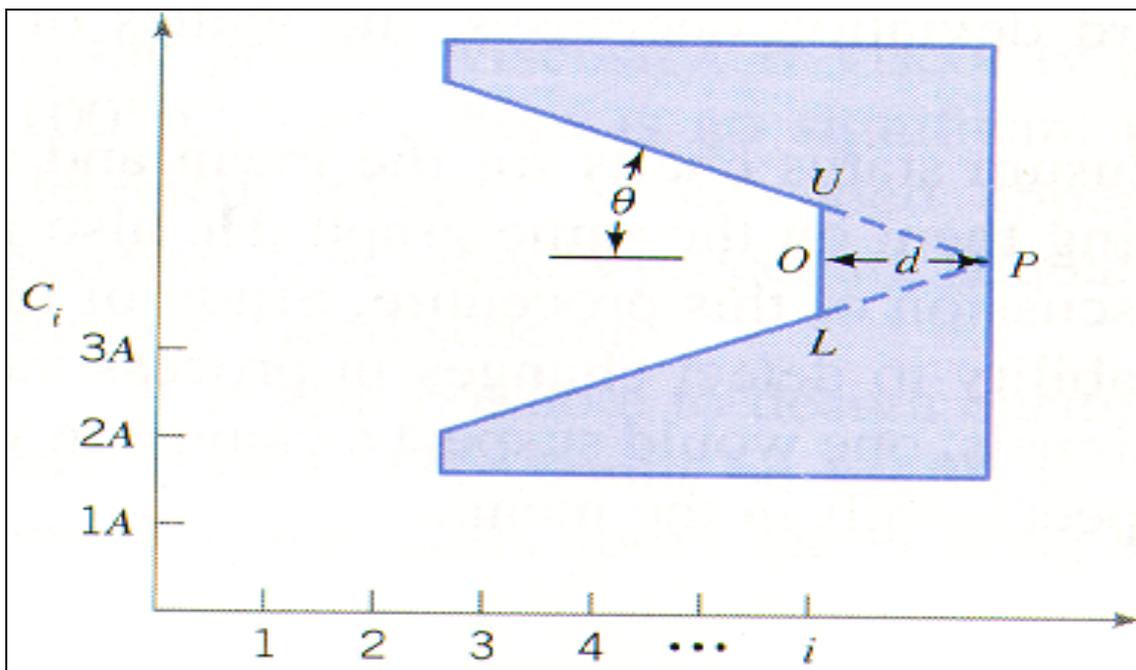
Supondo que em algum instante m o valor nominal μ_0 sofra uma mudança δ na distribuição de X_n ; em qualquer instante subsequente n , o processo passa a ter uma outra

média chamada μ_1 . Reescrevendo a *CUSUM* de outra forma, pode-se expressá-la como segue:

$$C_n = \sum_{j=1}^m (X_j - \mu) + \sum_{j=m+1}^n (X_j - \mu) \quad (10)$$

Assim, o valor médio da *CUSUM* é $(\mu_1 - \mu_0)\delta$. Isto significa que no início do ponto onde ocorreu a mudança, a média das somas acumuladas (*CUSUM*) passará a ter outro comportamento no gráfico, sinalizando que o processo está fora de controle.

Existem duas maneiras de calcular e apresentar o esquema de somas acumuladas: através da máscara *V* ou na forma tabular. A máscara *V* recebe esse nome pela maneira como é apresentada graficamente, conforme pode ser visto na figura 04.



Fonte: Montgomery (1997).

FIGURA 04: A CARTA CUSUM SOB A FORMA DA MÁSCARA V.

Desta forma, a máscara é então posicionada em relação ao valor C_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$). O ponto O , é o ponto médio do segmento vertical UL , deve coincidir com o último ponto *plotado* e o segmento OP deve ser mantido horizontal. Assim, a procura por mudanças no processo é verificada sempre que algum ponto no gráfico ficar fora da região delimitada pelos braços da máscara ou vértices do ângulo.

Para definir a máscara V são suficientes os seguintes parâmetros: d que é o comprimento do segmento OP e θ que é o ângulo em graus que os braços da máscara formam simetricamente, com o suporte do segmento OP .

Segundo Montgomery (1997), os parâmetros d e θ podem ser calculados da seguinte maneira:

$$d = \frac{2}{\delta^2} \ln\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right) \quad (11)$$

e

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\delta\sigma}{2A}\right) \quad (12)$$

Onde:

α : é a probabilidade de concluir incorretamente que uma mudança $\delta\sigma$ tenha ocorrido (alarme falso);

β : é a probabilidade de que uma mudança $\delta\sigma$ que tenha ocorrido não seja detectada;

A : é a distância horizontal ao plotar a máscara V entre os pontos sucessivos em termos de unidades de distância na escala vertical. Por exemplo, se na escala horizontal a unidade é σ e na escala vertical a unidade é 2σ , então $A = 2$.

Assim, o processo é considerado fora de controle, quando algum ponto da amostra plotada ultrapassar um dos braços da máscara, indicando que a média μ_0 da variável X sofreu uma mudança μ_1 , sendo deslocada do alvo μ .

Por outro lado, a forma tabular trabalha com as somas acumuladas dos desvios crescentes C^+ e/ou decrescentes C^- ocorridos em relação a um intervalo de decisão h , que apresenta-se como um valor intermediário entre o valor nominal μ_0 e a mudança μ_1 sofrida no processo. Isto indica quando o processo está fora de controle; em outras palavras, pode chamá-lo de limite de controle.

A equação que representa a *CUSUM* crescente pode ser visualizada como:

$$C_n^+ = \max(0, C_{n-1}^+ + X_n - \mu - k); \quad \text{com } C_0^+ = 0 \quad (13)$$

Já a equação que representa a *CUSUM* decrescente pode ser vista como:

$$C_n^- = \min(0, C_{i-1}^- + X_n - \mu + k); \quad \text{com } C_0^- = 0 \quad (14)$$

Ambas as equações, 13 e 14, assinalam uma mudança na média do processo se as somas acumuladas ultrapassarem o intervalo de decisão h na forma crescente $C_n^+ > h$, ou na forma decrescente $C_n^- < -h$, respectivamente.

Hawkins e Olwell (1997) chamam o parâmetro k de valor de referência, sendo considerado o ponto médio entre o valor nominal μ_0 e o valor subsequente μ_1 que sofreu uma mudança δ no processo, medido em unidades de desvios padrão. Logo, o valor k pode ser visto da seguinte forma:

$$k = \frac{|\mu_1 - \mu_0|}{2} = \frac{\delta}{2} \sigma \quad (15)$$

Existe um dilema em determinar qual seria a dimensão ideal da mudança que poder-se-ia detectar rapidamente um processo fora de controle. Por isso, Yashchin (1992), afirma que é necessário saber quantas observações seriam necessárias retirar do processo, antes que o mesmo apresente um sinal fora de controle. Este procedimento é normalmente usado para avaliar o desempenho da carta.

Cada vez que um ponto atravessa o intervalo de decisão h indica que ocorreu uma mudança e, por isso, deve ser tomada alguma ação no sentido de investigar que tipo de mudança ocorreu. Assim, uma seqüência de pontos que sai do estado sob controle até o estado fora de controle é chamado na literatura de *run*. O número de observações contidas nesta seqüência de pontos é chamado de *run length (RL)*.

Acosta-Mejia (1998), Waldmann (1986) e Yashchin (1992) assumem que o *RL* é uma variável aleatória, que tem uma média, uma variância e uma distribuição. Sua média é chamada de *average run length (ARL)*, que traduzindo para o português poderia ser chamado de comprimento médio da seqüência. É desejável ter um *RL* bastante grande quando o conjunto de observações correspondem a níveis aceitáveis (sob controle) e, contrariamente, um *RL* bem pequeno quando o conjunto de observações corresponde a níveis inaceitáveis (fora de controle).

Baseando-se no que foi exposto, Hawkins e Owel (1997) afirmam que existe um conflito ao desejar uma seqüência longa (*RL grande*) antes de surgir alarmes falsos, mas uma seqüência curta (*RL pequeno*) antes que a carta assinale uma mudança no processo.

Esta afirmação é análoga à teoria dos testes de hipóteses clássicos onde se tem o *Erro Tipo I* (α) e o *Erro Tipo II* (β).

No *Erro Tipo I* (α), a carta assinala uma mudança no processo, quando na realidade esta mudança não ocorreu; apresentando assim um alarme falso. Estes alarmes falsos são indesejáveis, porque causam desperdício de tempo e energia ao interromper as operações em busca de causas especiais inexistentes. Desta forma, a seqüência de observações entre alarmes falsos deve ser tão grande quanto possível.

Já o *Erro Tipo II* (β) também tem uma analogia com a carta de controle; isto é, a carta permanece dentro do intervalo de decisão (limites de controle) ainda que alguma causa especial tenha surgido. Sendo assim, se as mudanças forem grandes o bastante para ter uma implicação prática, então é necessário que as seqüências das observações sejam curtas, a fim de que as mudanças no processo sejam detectadas tão logo quanto possível.

Abaixo, vislumbra-se a figura de uma carta de somas acumuladas na forma tabular, conforme foi mencionado anteriormente:

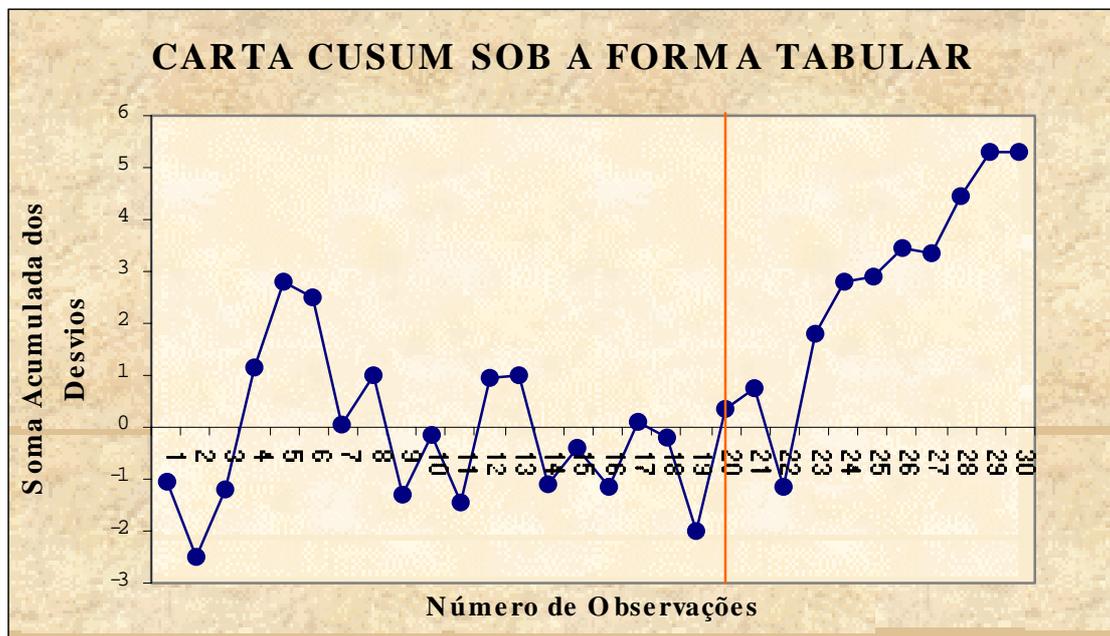


FIGURA O5: CARTA CUSUM SOB A FORMA TABULAR

Nesta carta, é possível verificar que o processo sofre uma mudança na média à medida em que a observação 20 ultrapassa o intervalo de decisão h demonstrado pela linha vertical que separa o conjunto de observações, o que sugere que o processo

merece ser investigado, pois está assinalando que houve uma mudança na média, conforme foi abordado anteriormente.

A determinação do intervalo de decisão h é geralmente um valor em torno de 4 ou 5, sugerido na literatura. Esse valor foi determinado como sendo o ideal para obter-se um ARL em torno de 310 ou 370 amostras. O cálculo efetuado para a determinação dos valores de h e ARL para a carta anteriormente citada, ainda é muito discutido na literatura e não está disponibilizado em livros, artigos, nem nos *softwares* mais conhecidos de estatística; apesar dessa restrição, existem algumas aproximações sugeridas por alguns autores, onde os valores de h e do ARL são fornecidos em tabelas. O cálculo do ARL para as cartas de Shewhart é dado da seguinte forma:

$$ARL_0 = \frac{1}{\alpha}; \text{ para um processo sob controle estatístico} \quad (16)$$

e

$$ARL_1 = \frac{1}{1 - \beta}; \text{ representa o comprimento médio para identificar qualquer alteração na média do processo que ocorra na primeira amostra subsequente} \quad (17)$$

Já para calcular o ARL de outras cartas, existem muitas aproximações feitas por diversos autores, tais como Waldmann (1986), Hawkins (1997), Yashchin (1992) entre outros, a fim de facilitar a operacionalidade do cálculo. Outros autores porém contestam essas aproximações e recomendam um valor de h como 4 ou 5 considerado razoavelmente como o ideal. Essas discussões ainda estão muito latentes nos artigos que são publicados pelas revistas especializadas; pois a fórmula para calcular o ARL depende de um paradoxo ainda não resolvido, que é a determinação de um valor para beta e alfa, de forma que essa escolha esteja de acordo com os que os consumidores em geral desejam e também com o que os fabricantes pretendam em termos de custos. No capítulo seguinte, a ferramenta do *CEP* será aplicada na Indústria de Laticínios Lactoplasa buscando investigar possíveis problemas que possam estar ocorrendo no processo produtivo.

3 – NORMAS ISO-9000 PARA AS INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS

3.1 – INTRODUÇÃO

No capítulo anterior, observou-se que a qualidade tem mais implicações do que se pode apreciar em um produto acabado, e que um sistema de controle de qualidade torna-se imprescindível nas indústrias que querem fornecer um produto com tal atributo.

A economia global rompeu com quase todas as barreiras anteriormente existentes, criando grandes oportunidades de negócios, mas também expondo as deficiências e incapacidades das empresas; fazendo com que o consumidor e até mesmo o fornecedor passasse a ser mais exigente, mais fiscalizador, podendo comparar diversos produtos e escolher aquele que melhor atendesse às suas necessidades.

Assim, as Normas *ISO Série 9000* são de grande importância para que as empresas consolidem suas posições ou expandam suas atividades no mercado internacional e, com isso, consigam apresentar o selo de garantia da qualidade dos produtos e/ou serviços a serem oferecidos.

Neste capítulo, procura-se fazer uma adequação das Normas *ISO-9000* às indústrias de laticínios, levando-se em consideração as leis vigentes para o setor de alimentos do Brasil. O capítulo encontra-se estruturado da seguinte forma: na primeira seção deste capítulo procura-se definir de forma transparente e objetiva o conceito de *ISO 9000*. A segunda, fala a respeito das normas nas indústrias de laticínios. A terceira e última interpreta sucintamente as principais cláusulas da *ISO 9001*, adequando-as às indústrias de laticínios.

3.2 – O QUE É ISO-9000 ?

A sobrevivência comercial desenvolve-se hoje por intermédio do domínio da tecnologia de produtos, processos e métodos gerenciais, e pela competência frente aos preços, qualidade e serviços. O mercado é do mundo e os padrões são internacionais. Desta forma, as Normas *ISO Série 9000* constituem-se num importante selo de qualidade das empresas em todo o mundo.

De acordo com Dobson (1999), a *ISO* – International Organization for Standardization (Organização Internacional de Padronização) – é uma federação

mundial de órgãos nacionais de normalização localizada em Genebra, na Suíça, que tem por objetivo preparar e emitir normas técnicas de padrões de garantia de qualidade que sejam as mesmas no mundo inteiro. Em decorrência da sigla do órgão e da proposta de trabalho que o mesmo executa, a palavra *ISO* passou também a receber a interpretação advinda da palavra grega *isos* que pode ser traduzida como igual.

Basicamente, a norma é um sistema de documentação técnica dos processos de produção e prestação de serviços desde a compra da matéria prima até pesquisas de mercado, fechando todo o ciclo gerencial. Em caso de problemas, através de uma série de procedimentos padrões, também previstos na norma, a documentação permite o rápido rastreamento do erro e sua correção, garantindo assim a eficiência da empresa.

As normas internacionais *ISO* série *9000* foram emitidas em 1987 e divididas da seguinte maneira:

- ★ *ISO-9000*: normas sobre gestão e garantia da qualidade - diretriz para seleção e uso;
- ★ *ISO-9001*: sistemas da qualidade - modelo para garantia da qualidade em projeto/desenvolvimento, fabricação, montagem e assistência técnica;
- ★ *ISO-9002*: sistemas da qualidade - modelo para garantia da qualidade em fabricação e montagem;
- ★ *ISO-9003*: sistemas da qualidade - modelo para garantia da qualidade em teste e inspeção finais;
- ★ *ISO-9004*: princípios de gestão e sistemas da qualidade - diretrizes.

Vale salientar que a norma *ISO 9000* é um roteiro para a seleção e uso das demais normas da série; a *ISO 9004* constitui-se de um guia prático para a elaboração de um sistema de qualidade usado internamente na empresa e de grande utilidade para o cumprimento das outras normas; e as *ISO 9001*, *9002* e *9003* são modelos de exigências contratuais quanto a qualidade no recebimento e na prestação de produtos e serviços.

No Brasil, as normas foram lançadas em 1990, com três anos de atraso com relação à edição original, através da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que adota a norma brasileira *NB 19000*. O Instituto Nacional de Metrologia

(INMETRO) é o órgão federal que concede aos Organismos de Credenciamento e Certificação (OCCs) o direito de fazer auditoria nas empresas e fornecer o certificado de padrão de qualidade.

Segundo Oliveira (1999), o Brasil é o segundo país a possuir o maior número de engenheiros de qualidade certificados (em torno de 1000), perdendo apenas para os Estados Unidos; além de possuir também um número elevado de auditores de qualidade certificados e engenheiros habilitados. Esse cenário reflete o nível de desenvolvimento que o país adquiriu na área da qualidade, fornecendo assim, mão-de-obra qualificada para a melhoria e/ou aperfeiçoamento dos sistemas de qualidade existentes nas empresas.

O número de empresas brasileiras com certificado nos primeiros três anos – desde a data de implantação da norma no Brasil (1990) – foi bastante pequeno, visto que poucas empresas conseguiam cumprir todos os requisitos, nem tampouco tinham o conhecimento mais apurado dos benefícios que a certificação poderia dar. Hoje, conforme menciona Sônego (1999), existem cerca de treze mil normas em vigor no mundo inteiro, sendo que cinco mil estão no Brasil e desse montante, cento e quarenta situam-se em Santa Catarina, o que mostra o interesse das empresas na busca pela certificação.

De acordo com o relatório de pesquisa da FIESC (1996), tabela 05, cada vez mais essa busca pela certificação tem tornado-se indispensável para as empresas que querem crescer e continuar no mercado.

TABELA 05: Grau de Importância dado à Certificação Internacional de acordo com o Porte da Empresa

GRAU DE IMPORTÂNCIA	PEQUENO	MÉDIO	GRANDE
Irrelevante	4%	2%	1%
Pouco relevante	20%	12%	11%
Muito importante	58%	61%	56%
Indispensável	18%	25%	32%

Fonte: Federação das Indústrias dos Estado de Santa Catarina – FIESC (1996)

Em contrapartida, ainda existe uma certa resistência das empresas em implantarem o sistema, devido aos custos do processo de certificação que são bastante elevados e, também, em decorrência da não exigência dos clientes no momento da escolha, conforme pode ser visto na tabela 06.

TABELA 06: Fatores que Influenciam na Desistência das Empresas em Certificarem seus Produtos e/ou Serviços de acordo com o Tamanho da Empresa

FATORES	PEQUENO	MÉDIO	GRANDE
A certificação não aumenta a competitividade	12%	13%	7%
A certificação aumenta os custos de produção	38%	16%	10%
O processo de certificação tem custo elevado	34%	31%	18%
Os clientes não estão exigindo	44%	43%	36%
Não considera estratégia para a melhoria dos produtos e serviços	10%	20%	10%

Fonte: Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina – FIESC (1996)

Segundo Gomes (1995), com o crescimento acentuado de países que aderiram ao Organismo Internacional e, concomitantemente, com o crescimento das solicitações para a certificação de empresas de diversos setores, houve a necessidade de acrescentar algumas normas, a fim de adequá-las às mais diversas atividades empresariais, conforme visualiza-se na primeira revisão em 1994, exposta no quadro 03.

As legislações criadas para a defesa do consumidor transformaram os produtos prováveis em produtos garantidos; ou seja, a qualidade tornou-se fator imprescindível nas transações comerciais. Porém, apesar dos esforços com programas de qualidade, ainda é forte e decisiva a participação do fator preço em detrimento da qualidade. Neste contexto, as indústrias de laticínios, em especial as que processam leite tipos *B* e *C*, segmentos marginalizados em relação aos demais, não introduziram técnicas modernas de gestão da qualidade, provavelmente por não atender a uma clientela mais exigente, ou pela quase inexistência de um preço mais competitivo.

QUADRO 03: Famílias de Normas ISO 9000 na Edição de 1994.

<i>ISO-10013</i>	Diretrizes para desenvolvimento de manual de qualidade.
<i>ISO-8402</i>	Gestão da qualidade e garantia da qualidade – terminologia.
<i>ISO-9000</i>	Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade; Parte 1 – Diretrizes para seleção e uso; Parte 2 – Diretrizes gerais para aplicação da <i>ISO 9001</i> , <i>ISO 9002</i> e <i>ISO 9003</i> ; Parte 3 – Diretrizes para aplicação da <i>ISO 9001</i> ao desenvolvimento, fornecimento e manutenção de <i>software</i> ; Parte 4 – Guia para gestão do programa de dependabilidade.
<i>ISO-9001</i>	Sistemas da qualidade – Modelo para garantia da qualidade em projetos/desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados.
<i>ISO-9002</i>	Sistemas da qualidade – Modelo para garantia da qualidade em produção, instalação e serviços associados.
<i>ISO-9003</i>	Sistemas da qualidade – Modelo para garantia da qualidade em inspeção e ensaios finais.
<i>ISO-9004</i>	Gestão da qualidade e elementos do sistema da qualidade. Parte 1 – Diretrizes; Parte 2 – Diretrizes para serviços; Parte 3 – Diretrizes para materiais processados; Parte 4 – Diretrizes para melhoria da qualidade;
<i>ISO-10011</i>	Diretrizes para auditoria de sistemas da qualidade. Parte 1 – Auditoria; Parte 2 – Critérios para qualificação de auditores de sistemas da qualidade; Parte 3 – Gestão de programas de auditoria;
<i>ISO-10012</i>	Requisitos de garantia da qualidade para equipamentos de medição. Parte 1 – Sistema de comprovação metrológica para equipamento de medição.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) *apud* Gomes (1995)

Finalmente, apesar desses poucos indícios, muito há que se fazer por este segmento, no que diz respeito à garantia da qualidade, de modo que as empresas possam cada vez mais pleitear as suas certificações e com isso estabelecer uma relação de confiança maior com o consumidor.

3.3 – AS INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS E AS NORMAS ISO 9000

Seria redundante falar sobre a importância da indústria de laticínios no mundo, visto que em uma diversidade enorme de produtos é utilizado o leite ou seus derivados

como parte da matéria-prima para fabricação. Entretanto, neste mercado poucas são as evidências de empresas que possuem um sistema de garantia da qualidade.

A grande dificuldade enfrentada hoje pelas indústrias de laticínios para a obtenção de um certificado de qualidade está em manter o processo estável. O leite, como foi discutido no capítulo anterior, é um produto muito sensível à temperatura, o que torna o controle da qualidade do mesmo uma tarefa muito difícil. A utilização de ferramentas como a Análise dos Perigos em Pontos Críticos de Controle (*APPCC*) tem ajudado muito na melhoria da qualidade, mas por si só não é capaz de garantir a estabilidade do processo.

Segundo Monteiro, citado por Schäfer (1997), o uso da ferramenta de Análise dos Perigos em Pontos Críticos de Controle (*APPCC*), quando associada à implantação do sistema da qualidade *ISO 9000* no setor alimentício, pode tornar o sistema muito inchado, dificultando o cumprimento das Normas e, conseqüentemente, a manutenção do padrão de qualidade estabelecido. Isso se deve ao número de requisitos que o *APPCC* corresponde em relação ao sistema *ISO*, com maneiras de aplicação diferentes, o que confunde as pessoas que efetivamente lidam diretamente com a parte operacional desses sistemas.

Assim, o uso da ferramenta do controle estatístico de processos (*CEP*) pode auxiliar muito à estabilização do processo e a garantia do padrão da qualidade, já que esta ferramenta é aceita pelo comitê da *ISO*, estando implicitamente designada na cláusula número 4.20, chamada de técnicas estatísticas.

3.4 – INTERPRETAÇÃO DOS REQUISITOS DA ISO 9001 PARA A INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Antes de começar a falar sobre os requisitos exigidos para a certificação é preciso chamar a atenção para um aspecto importante: a primeira pergunta que deve ser feita ao responsável por uma empresa do setor de alimentos que quer obter certificação é se há o cumprimento da legislação estadual ou federal vigente. Isso é de extrema importância, pois os requisitos exigidos para a certificação passa, antes de qualquer coisa, pelo cumprimento das leis exigidas no país onde o produto é comercializado. Só para se ter uma idéia, a utilização das Normas Técnicas ainda é muito pequena no Estado, conforme atesta um estudo divulgado pela Federação das Indústrias de Santa Catarina no ano de 1996, principalmente em empresas de pequeno e médio porte, conforme pode

ser visualizado na tabela 07, o que compromete de sobremaneira a qualidade dos produtos e serviços oferecidos para o consumidor.

TABELA 07: Nível de Utilização das Normas Técnicas para Especificação de Produtos de acordo com o Tamanho da Empresa

NÍVEL	PEQUENO	MÉDIO	GRANDE
Não utiliza	24%	10%	10%
Está implantando no momento	8%	13%	14%
Baixa utilização	12%	20%	13%
Média utilização	34%	27%	21%
Elevada utilização (incorporada no dia-a-dia)	22%	30%	42%

Fonte: Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina – FIESC (1996)

Na indústria de laticínios, o órgão que fiscaliza o setor é a Secretaria de Inspeção Federal (S.I.F.) ou Estadual (S.I.E), cujo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, o RIISPOA obriga, entre outras coisas, o cumprimento dos seguintes procedimentos:

- ★ Conhecer a procedência do leite;
- ★ Verificar constantemente a saúde dos funcionários que lidam com o produto;
- ★ Manter os funcionários sempre limpos e higiênicos;
- ★ Limpar correta e periodicamente todos os equipamentos, instalações, utensílios e vasilhames;
- ★ Verificar as condições organolépticas, físico-químicas e microbiológicas e proceder a análise laboratorial antes, durante e depois das diversas fases de beneficiamento;
- ★ Pasteurizar (aquecer) o leite a uma temperatura de 62–65°C por trinta minutos se for pelo processo lento, ou a 72–75°C durante 15 a 20 segundos se for de curta duração, ambos em aparelhagem própria;
- ★ Fornecer ao órgão o registro dos procedimentos acima citados.

De acordo com o exposto acima, é possível entender que o simples cumprimento da legislação já dá condições de atender a muitos dos requisitos solicitados pela ABNT, restando assim, apenas a adequação das normas ao contexto da indústria de laticínios. No quadro 04 estão indicados os vinte requisitos exigidos para a certificação da *ISO 9001* (1994), onde serão explicados aqueles itens que exigem maior consideração específica ao setor.

QUADRO 04: Requisitos da Norma ISO 9001 (1994)

4.1 – Responsabilidade da Administração
4.2 – Sistema da Qualidade
4.3 – Análise Crítica de Contrato
4.4 – Controle de Projeto
4.5 – Controle de Documentos
4.6 – Aquisição
4.7 – Controle de Produto Fornecido pelo Comprador
4.8 – Identificação e Rastreabilidade do Produto
4.9 – Controle de Processo
4.10 – Inspeção e Ensaio
4.11 – Equipamentos de Inspeção, Medição e Ensaio
4.12 – Situação da Inspeção e Ensaio
4.13 – Controle de Produtos Não Conformes
4.14 – Ação Corretiva e Preventiva
4.15 – Manuseio, Armazenamento, Embalagem, Preservação e Expedição
4.16 – Registros da Qualidade
4.17 – Auditorias Internas de Qualidade
4.18 – Treinamento
4.19 – Assistência Técnica
4.20 – Técnicas Estatísticas

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

Conforme foi mencionado anteriormente, o simples cumprimento da legislação vigente, já corresponde a muitos requisitos exigidos pela ABNT; sendo assim, a adaptação das normas à indústria de laticínios pode ser vista tomando-se como base o quadro 04, da seguinte forma:

Dos itens 4.1 ao 4.8 a leitura das cláusulas são bem definidas para todos os tipos de segmento. Isto diz respeito ao compromisso da administração em prover os recursos necessários para a melhoria, bem como estabelecer um manual da qualidade contendo todas as informações necessárias para o bom funcionamento de todas as atividades realizadas na empresa e o devido cumprimento das legislações, códigos e regulamentos

relacionados ao setor de alimentos e mais especificamente, laticínios. Vale salientar que todos os procedimentos e documentos devem estar registrados e identificados para que o acesso seja fácil e ao mesmo tempo forneça subsídios para ações corretivas e preventivas.

O item 4.9, controle de processo, engloba todos os aspectos que são de relevância para todo o ciclo produtivo e vai desde o recebimento do leite até à entrega dos produtos processados e fabricados numa indústria de laticínios, a saber:

- ★ Meio ambiente: ar, solo, água, instalações, materiais, pessoal e animais devem estar sob controle, a fim de prevenir contaminação aos alimentos;
- ★ Edificações e equipamentos: devem estar adequados ao local instalado de modo a proporcionar o bem estar e o bom funcionamento no trabalho;
- ★ Pessoal: deve atender à legislação, tendo bons hábitos de higiene, saúde, roupa limpa e adequada, bem como qualificação e competência para a realização do trabalho ao qual está designado para fazer;
- ★ Processamento e a fabricação dos subprodutos devem ser estáveis; ou seja, não deve ocorrer oscilações de tempo, medidas, volumes e pesos no decorrer da produção, caso isto não esteja especificado no projeto da fábrica, com o devido conhecimento do cliente.

Os itens 4.10 e 4.11 estão relacionados aos testes laboratoriais e de plataforma que devem estar no devido cumprimento da legislação e também aos equipamentos de medição que necessitam estar sempre calibrados por pessoal qualificado.

Os demais pontos que concluem o quadro de requisitos apresentam-se como complementos de reforços e iniciativas que devem ser tomadas com o objetivo de melhoria contínua, a fim de que se possa garantir a qualidade do produto fabricado.

A abordagem de garantia da qualidade nas indústrias de alimentos e, principalmente, na indústria de laticínios, ainda carrega um conceito atrasado, baseado na inspeção do produto final; ou seja, descartando o produto acabado com falhas. Na visão de Ferreira et. al. (1997) e Carvalho et. al. (1995), ao investir em qualidade a empresa está também investindo em segurança, onde esta concepção vai muito mais

além do cumprimento das leis existentes, passando pela consciência em eliminar os desperdícios até a visão de produzir algo que melhore a expectativa de vida das pessoas.

Assim sendo, as normas da *ISO* estão recebendo cada vez mais adeptos porque o mercado está cada vez mais competitivo. O cenário antigo onde as empresas vendiam seus produtos apresentando somente uma boa estratégia de *marketing*, sem com isso oferecer um bom preço e uma garantia de qualidade do produto, não consegue convencer o consumidor, o qual ampliou seu conceito e suas necessidades, passando a ter também uma preocupação contínua com a saúde, com o ecossistema e com a sociedade em que vive.

Deste modo, é preciso que as técnicas modernas como o controle estatístico de processos, entre outras, cheguem de fato aos mais diversos segmentos de mercado, no intuito de que as unidades produtoras se modernizem com responsabilidade e compromisso para com a sociedade. Por fim, no capítulo subsequente encontra-se desenvolvido uma aplicação na indústria de laticínios Lactoplasa, situada no Planalto Serrano catarinense, usando a ferramenta de controle estatístico de processos, abordada no capítulo anterior.

4 – APLICAÇÃO DAS CARTAS DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS NA EMPRESA LACTOPLASA

4.1 – INTRODUÇÃO

O objeto de estudo desse trabalho constitui-se de uma empresa de médio porte, localizada no município de Lages, no planalto serrano do Estado de Santa Catarina, especializada no processamento de leite e seus derivados. Sua razão social é denominada de LACTOPLASA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS DO PLANALTO S. A². Ela possui cerca de 130 funcionários e tem uma produção média diária de 60 mil litros de leite, atendendo cotidianamente a mais de mil estabelecimentos.



FIGURA 06: VISÃO AÉREA DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS LACTOPLASA

Fundada em janeiro de 1970, a Lactoplasa almeja seu lugar no mercado, buscando sempre um diferencial com relação aos seus concorrentes. Desta forma, vem procurando aperfeiçoar seu sistema de produção, com o objetivo de melhorar cada dia mais a qualidade dos seus produtos.

A linha de produtos produzidos pela empresa é bastante diversificada, indo desde o processamento de leite tipos A, B e C, até o subprodutos listados, como: iogurte, nata, requeijão cremoso, doce de leite, queijo mussarella, queijo fundido, queijo frescal, queijo tipo *Caccio Cavallo* (provolone), manteiga, bebidas lácteas, entre outras.

² A empresa Lactoplasa não manifestou qualquer restrição quanto ao uso do seu nome no trabalho.

Atualmente a empresa desenvolve em parceria com o Centro de Agroveterinária da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC), um trabalho voltado para a melhoria do controle da mastite nos rebanhos dos produtores que fornecem leite à Lactoplasa, onde vem dando resultados bastante positivos no que diz respeito à qualidade do leite.

A partir da figura 6 é possível visualizar a indústria de laticínios Lactoplasa dividida basicamente em quatro macro setores: no canto superior direito, encontra-se a administração, ao centro apresenta-se a indústria, que concentra toda a atividade de produção, bem como a de manutenção; e por último, à esquerda, paralelo à fábrica, situa-se o galpão para a distribuição/venda dos produtos. Na administração são realizadas todas as atividades burocráticas executadas pelos proprietários e uma equipe pequena de funcionários.

Na fábrica, as atividades relacionadas à produção e manutenção demandam um número maior de pessoas, sendo que na produção cada atividade possui um supervisor. E, por último, vem a parte de distribuição/vendas, que conta com uma frota de caminhões e carros para a entrega dos produtos nos estabelecimentos comerciais em todo o Estado, além de possuir um local de venda na própria fábrica.

Tal como foi mencionado anteriormente, este capítulo fará uma aplicação valendo-se da ferramenta de controle estatístico de processos na indústria de laticínios supra citada, buscando primeiramente explicar como funciona o processamento de leite desde a sua chegada à plataforma da indústria, até o envase do leite em sacos plásticos de 1 litro. Posteriormente será explicado como foi realizada a coleta dos dados e, na sequência, a interpretação dos resultados obtidos com a aplicação da ferramenta referida.

O capítulo encontra-se estruturado da seguinte forma: a seção 4.1 introduz o trabalho descrevendo de forma genérica sobre a indústria pesquisada. A seção 4.2 fala brevemente sobre o sistema de produção da fábrica de leite. A seção 4.3 aborda a respeito da descrição do processo produtivo. A seção 4.4 tece considerações sobre a escolha dos pontos críticos e a coleta das amostras avaliadas. Finalmente a seção 4.5 traz a análise das cartas de controle estatístico do processo avaliado.

4.2 – O SISTEMA DE PRODUÇÃO

Considerando a grande variedade de produtos que são processados e fabricados na Lactoplasa, procurou-se escolher as etapas de produção consideradas mais importantes para a garantia da qualidade de qualquer produto gerado pela indústria. Sendo assim, as etapas convencionais pelas quais passam todos os produtos lácteos produzidos são:

- ★ Pasteurização;
- ★ Desnate do leite;
- ★ Homogeneização.

Em todos os produtos, a pasteurização é uma etapa imprescindível e de maior importância; pois, como já foi relatado no capítulo II, essa fase é responsável pela destruição de microorganismos nocivos à saúde humana. O desnate do leite é feito para a produção de manteiga, creme de leite, bebidas lácteas e também para o fornecimento do leite desnatado (*light*). E, por fim, a homogeneização objetiva não só quebrar algumas células no leite que poderiam desenvolver campos de bactérias patogênicas, como também serve para deixar o leite homogêneo, sem formação aparente de nata.

No trabalho aqui exposto, foi escolhida a produção de leite tipos *B* e *C*, conforme mostra a figura 07, cujo processamento atravessa todas as etapas anteriormente relatadas, sendo acrescida apenas a fase de embalagem.



FIGURA 07: EMBALAGENS FLEXÍVEIS DE 1 LITRO DO LEITE PRODUZIDO PELA LACTOPLASA

A seção seguinte mostra a descrição de cada uma das fases do processo produtivo de forma ilustrada, para que possa proporcionar aos leitores um melhor entendimento desse trabalho.

4.3 – A DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A recepção é uma etapa anterior ao início do processamento, onde, na plataforma da usina, os tarros de leite (cinquenta litros) são retirados do caminhão e colocados sob a esteira para serem despejados em um tanque aberto, tal como pode ser evidenciado na figura 08.



FIGURA 08: CAMINHÃO TANQUE COM LEITE PARA DESCARREGAMENTO

Posteriormente o leite será pesado e passado por uma filtragem mais grossa tal como pode ser visto na figura 09, sendo descarregado em um tanque aberto.



FIGURA 09: BALANÇA PARA PESAGEM DO LEITE

Nessa etapa, são retiradas amostras do leite para testes laboratoriais e também é realizado o teste de acidez com a solução de *alissarol* visando averiguar o grau de acidez

do leite e as suas condições visuais. No caso dos tarros, após o leite ter sido despejado, outro operador recebe os tarros em esteira paralela, já higienizados automaticamente por uma máquina, devolvendo-os ao caminhão fornecedor.

Depois que o leite cai no tanque aberto, ele é simultaneamente filtrado e bombeado para o tanque de armazenamento, conforme pode ser visto na figura 10, onde é conservado a uma temperatura de 5^oC. Nesse estágio, as condições preliminares do leite como: acidez, temperatura, condições microbiológicas e físico-químicas, resultantes dos testes laboratoriais, determinam o que será produzido com ele; ou seja, se manteiga, iogurte, queijo, ou simplesmente o envase do leite.

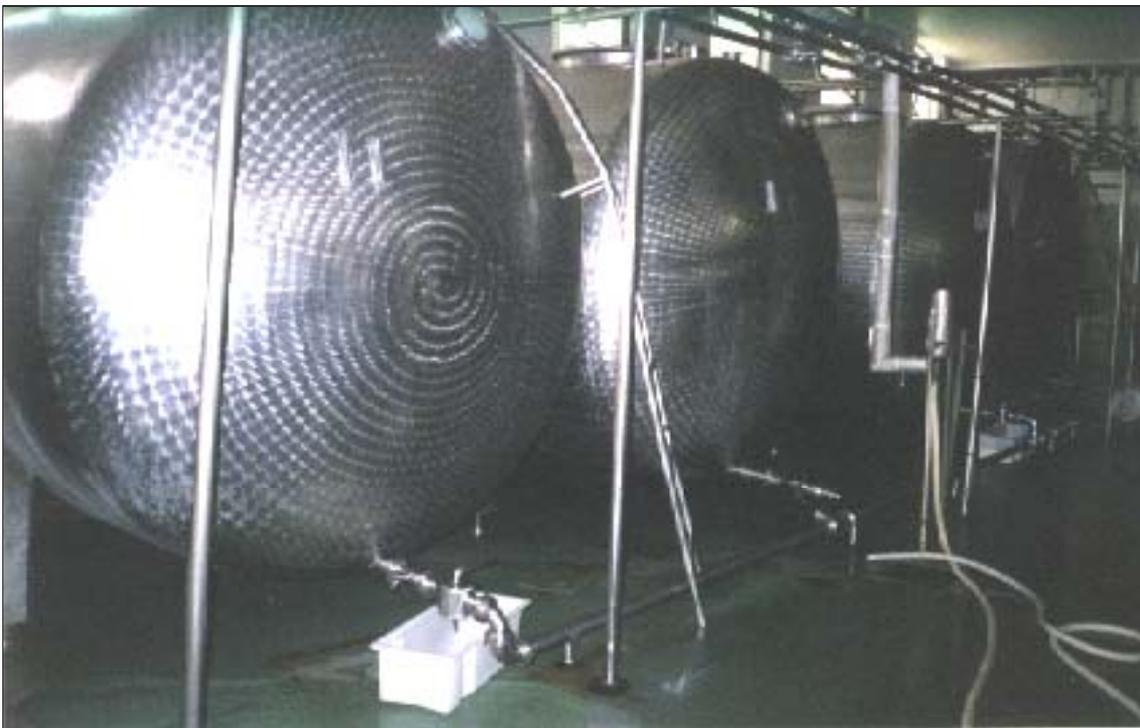


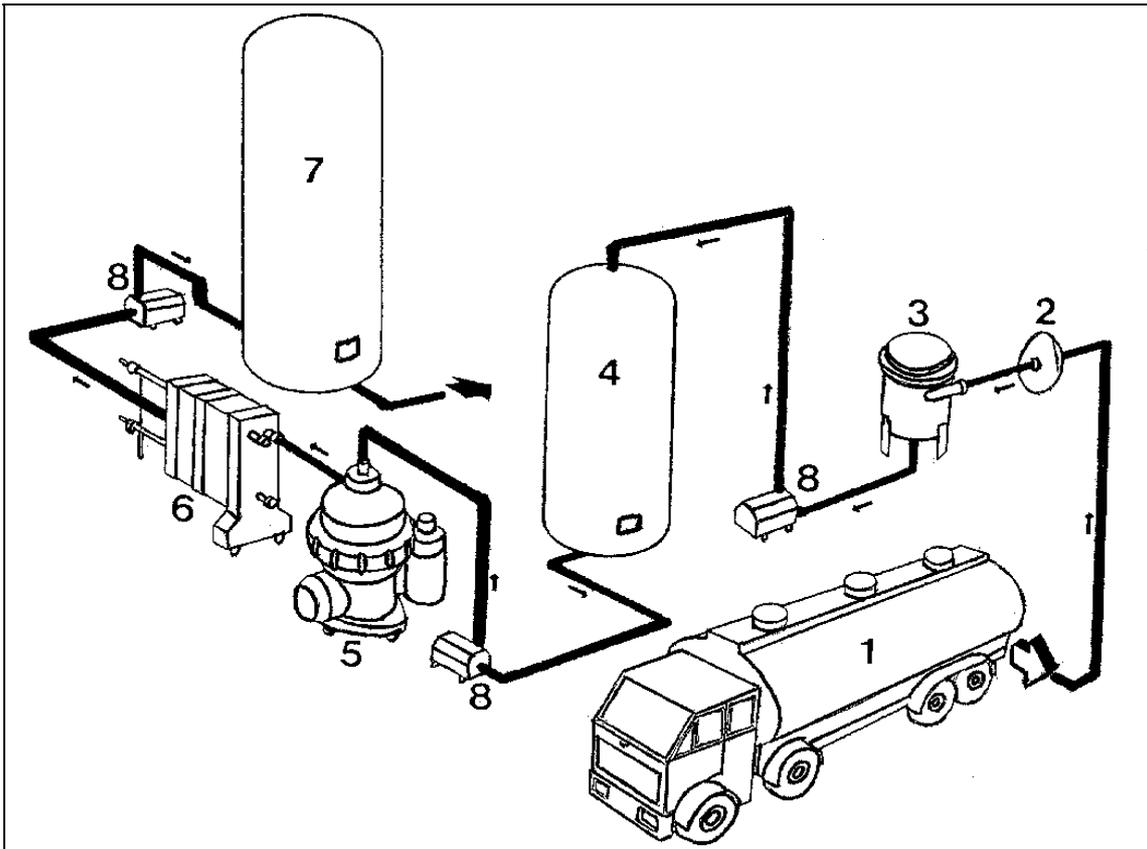
FIGURA 10: TANQUES ISOTÉRMICOS DE ARMAZENAMENTO

A etapa de processamento propriamente dita começa quando o leite, procedente do tanque de armazenamento, passa para o tanque de equilíbrio (ver figura 11) que controla o nível de leite por uma bóia, envia-o através de tubulações para a centrífuga higienizadora, entrando diretamente no processo de pasteurização do leite.



FIGURA 11: TANQUE DE EQUILÍBRIO

Através do fluxo mostrado na figura 12, é possível ter uma visão genérica a respeito da descrição do recebimento e tratamento que previamente é feito do leite ao chegar à plataforma da indústria. Seguindo a seqüência numérica da figura 12, o leite do caminhão tanque (1) passa por uma peneira (2) para retirar as impurezas maiores e vai para o desareador (3), que é um equipamento responsável pela retirada do ar contido no leite, já que, se não retirado, provoca espuma, diminuindo o seu volume. Em seguida, o leite é bombeado (8) para o tanque de armazenamento (4), onde é aguardado o resultado dos testes laboratoriais onde o leite ao ser liberado, é bombeado novamente para a centrífuga higienizadora (5), cuja função é separar a maior parte das impurezas sólidas que conseguiram passar pela peneira (2). Somente depois de ter passado pelas etapas anteriores é que o leite é enviado ao pasteurizador por placas (6) e então armazenado no tanque isotérmico (7), visto na subseção adiante.



Fonte: Madrid et. al. (1995)

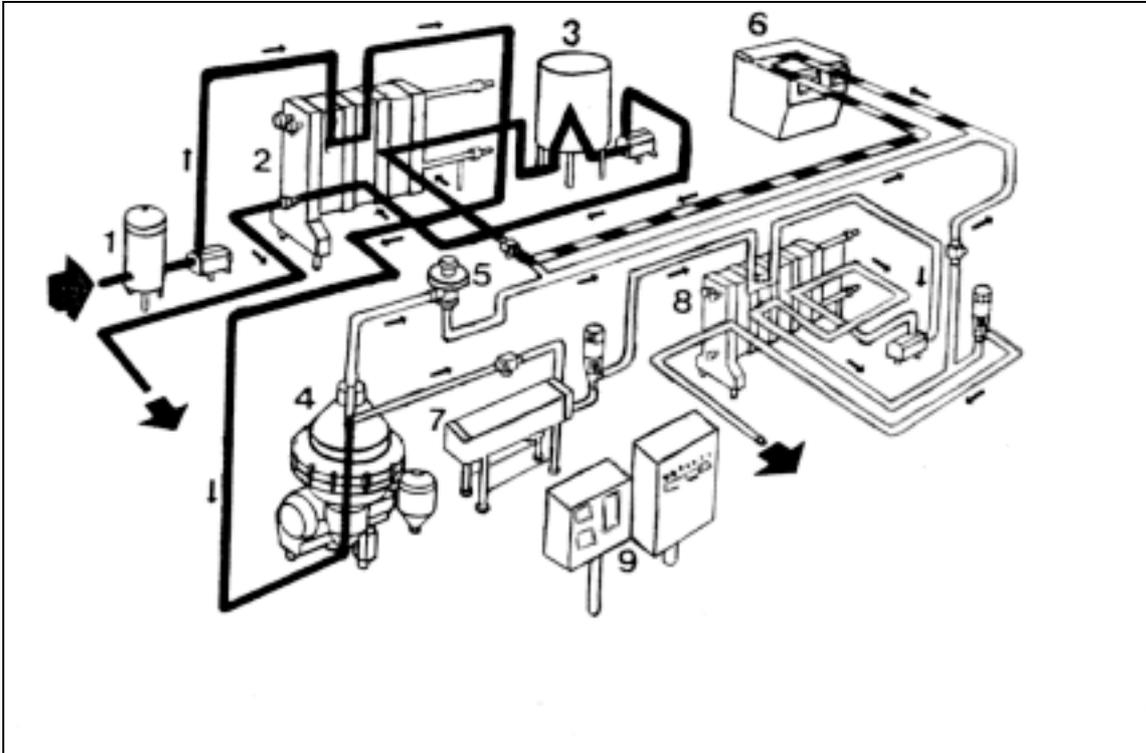
FIGURA 12: FLUXO DO RECEBIMENTO E TRATAMENTO PRÉVIO DO LEITE NA PLATAFORMA

4.3.1 – O Processo de Pasteurização

O processo de pasteurização consiste de um longo percurso do leite em um curtíssimo espaço de tempo, com a finalidade de eliminar microorganismos patogênicos através do tratamento térmico. De acordo com a seqüência numérica da figura 13, o leite entra frio no tanque de equilíbrio (1) que o envia ao pasteurizador por placas (2) e, através da troca de calor com água quente que atravessa micro placas sem haver contato entre as duas substâncias, é pré aquecido até 65°C e, depois, conduzido a uma centrífuga-desnatadeira (4), onde é feita a separação entre a nata e o leite; ou seja, padronizado no teor de gordura (3%) no caso de leite tipo C pelo painel de padronização (9) e medido pelo densímetro (7).

Depois de ser desnatado, o leite é clarificado/homogeneizado (6) para a eliminação de partículas maiores que até essa etapa ainda não tinham sido desfeitas e logo em seguida é levado novamente ao pasteurizador, onde se procede o aquecimento final a 72°C-75°C, com um retardamento de quinze a vinte segundos no depósito de retenção (3), enquanto paralelamente, a nata retirada é desviada pela válvula de

modulação (5) e pasteurizada (8). A partir desse depósito, o leite pasteurizado volta a passar pela seção inicial do pasteurizador, cedendo calor ao leite que está entrando, esfriando até 4°C – 6°C e em seguida é bombeado para os tanques de armazenamento.



Fonte: Madrid et. al. (1995)

FIGURA 13: TRATAMENTO DO LEITE NUMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

O leite que foi processado com a finalidade de ser envasado segue para a embaladeira, conforme pode ser visto na figura 14, que procede o envase do leite já pasteurizado em saquinhos plásticos flexíveis de um litro cada.



FIGURA 14: EMBALADEIRA

Vale salientar que três setores do processo merecem um maior detalhamento, a saber: Desnatadeira; Homogeneizador e Pasteurização. Como foi mencionado anteriormente, na desnatadeira ocorre a separação de uma parte da gordura do leite (creme de leite) e a eliminação de partículas maiores.



FIGURA 15: HOMOGENEIZADOR

O homogeneizador (figura 15) tem a função de clarificação do leite, eliminação das partículas sólidas e estranhas e a desnatadeira (figura 16), como o próprio nome diz, desnata o leite; ou seja, retira um percentual de gordura (nata) do leite, em torno de 1% no caso de leite tipo C.

O processo de centrifugação/homogeneização foi desenvolvido para complementar o tratamento térmico retirando partículas, micropartículas e massa celular do leite com alta contensão inicial de bactérias. Isso acontece porque existem alguns microorganismos que são mais resistentes ao tratamento térmico, são os mais pesados e, portanto, mais fáceis de serem removidos por centrifugação.

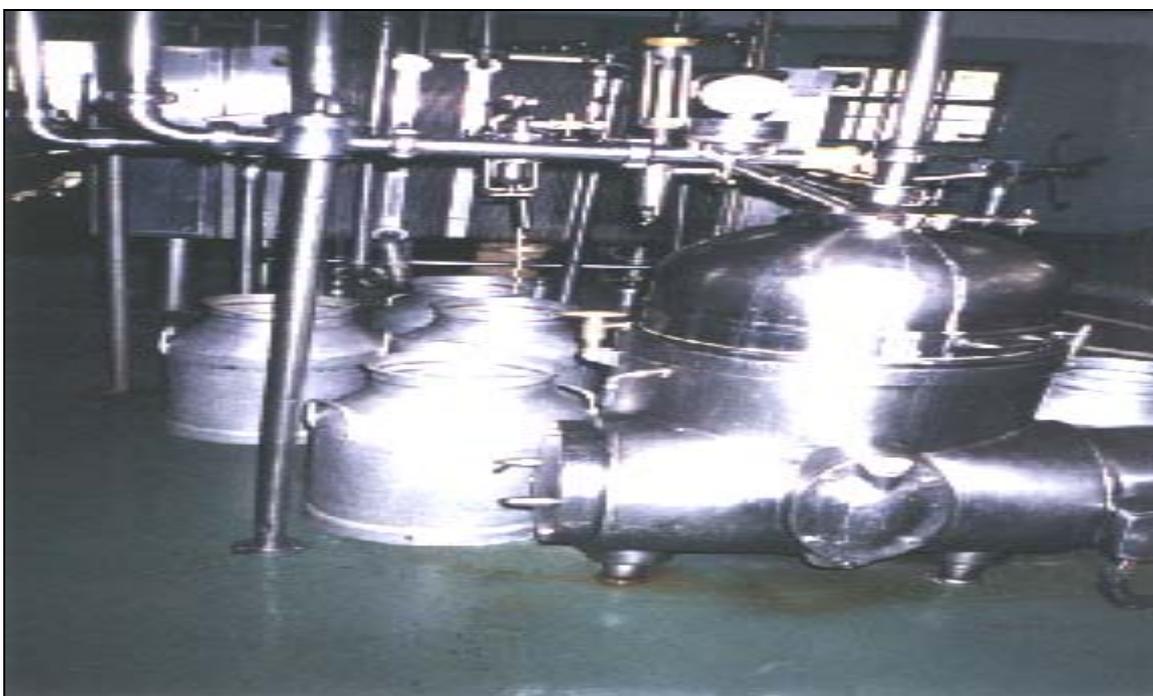


FIGURA 16: DESNATADEIRA

A pasteurização³ é um processo que consiste em aquecer o alimento a uma determinada temperatura durante um certo período de tempo. O objetivo principal é a destruição de microorganismos patogênicos que podem transmitir doenças ao consumidor, mantendo com isso as composições nutricionais do alimento.

O efeito destruidor de germes patogênicos é a combinação do tempo de manutenção dessa temperatura. Segundo Madrid et. al. (1995), três são as combinações mais utilizadas na indústria:

³ Esse nome foi dado em homenagem a Pasteur, quando descobriu que muitos alimentos mantinham-se conservados por mais tempo após serem submetidos a temperaturas mais elevadas.

- ★ Pasteurização baixa, que foi aplicada por Pasteur no seu tempo (60°C mantidos durante trinta minutos);
- ★ Pasteurização intermediária, a uma temperatura de 70°C–72°C durante quinze a trinta segundos;
- ★ Pasteurização alta, a uma temperatura de 83°C–85°C durante quinze a vinte segundos.

Atualmente, a pasteurização é normalmente feita a uma temperatura de 72 a 75°C com um tempo de quinze segundos, por ter sido a mais viável economicamente, já que é um processo rápido e eficiente que proporciona uma economia de tempo e energia.

A Indústria Lactoplasa processa tanto o leite tipos *B* e *C*, como o tipo *A* ou UHT (Ultra High Temperature). O volume médio diário de leite gira em torno de oitenta mil litros, sendo que destes, vinte mil são recebidos ainda em tarros. Normalmente o volume recebido em tarros é destinado ao processamento dos leites tipos *B* e *C*, merecendo assim uma atenção especial por apresentar mais problemas com relação às perdas existentes com o envase e as condições de temperatura que chegam. Abaixo, na figura 17, pode ser visualizado um macro fluxo das etapas de processamento que ocorrem na indústria em estudo:

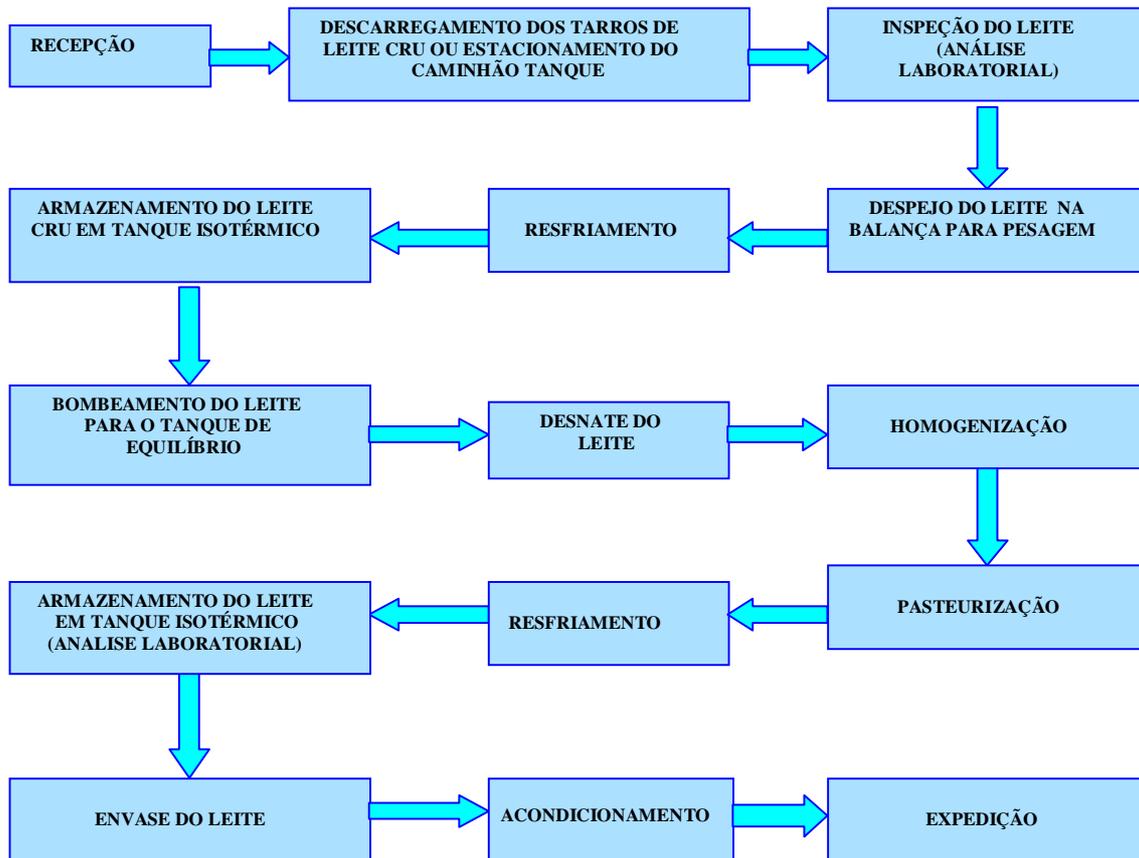


FIGURA 17: FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS LACTOPLASA

4.4 – ESCOLHA DOS PONTOS CRÍTICOS E COLETA DAS AMOSTRAS

O estudo realizado na Indústria Lactoplasa começou em meados do mês de agosto do ano de 1999, quando através de conversas com os funcionários da produção e diretoria, foi possível verificar quais etapas do processo necessitavam de um estudo investigativo, no sentido de assinalar os problemas que eventualmente estivessem ocorrendo. Sendo assim, selecionou-se três pontos considerados críticos, a saber: pasteurizador, desnatadeira e embaladeira.

Em uma segunda etapa, foram estabelecidas as características de qualidade relacionadas a cada ponto, considerando aquelas que tinham um maior grau de importância sob o ponto de vista da segurança, do custo e qualidade, sendo em seguida elaboradas folhas de verificação, tal como pode ser visto no Anexo I, para a coleta de amostras.

Para o pasteurizador, foi escolhida como característica, a temperatura de pasteurização em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), cujo registro é feito através de uma fita que é

riscada mecanicamente pelo aparelho à medida que o leite atinge a temperatura final de aquecimento, conforme pode ser visto no painel de registro do pasteurizador na figura 18 abaixo:

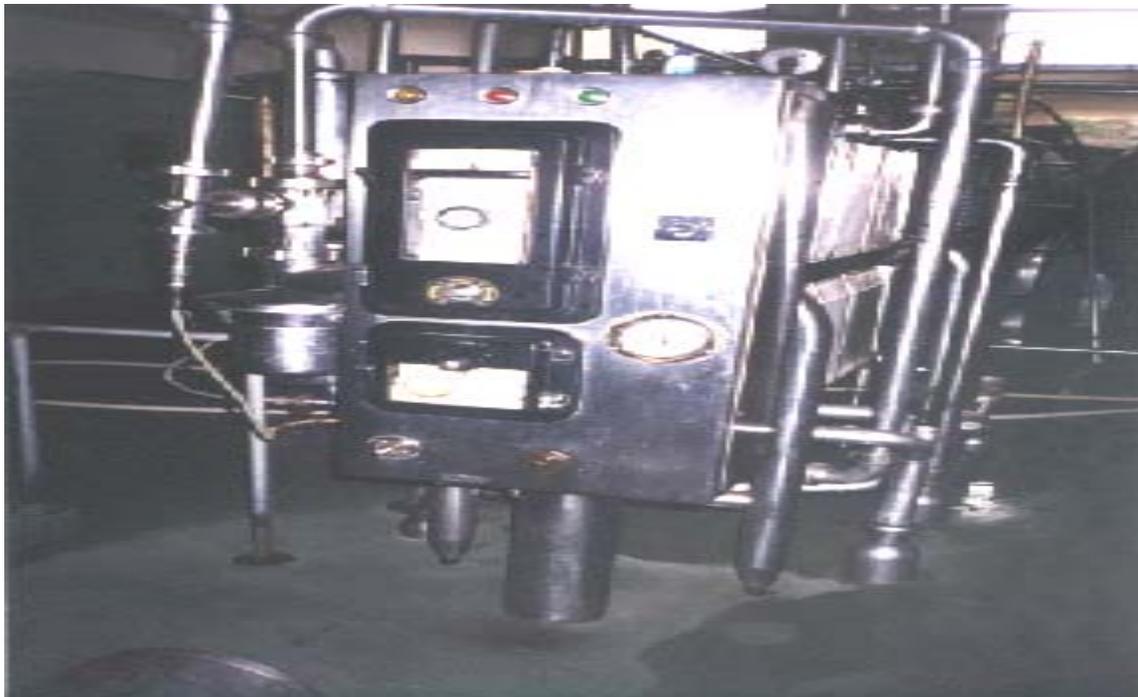


FIGURA 18: PAINEL DE REGISTRO DA TEMPERATURA NO PASTEURIZADOR DA LACTOPLASA

No segundo ponto selecionado, a característica escolhida para análise foi o percentual de gordura que permaneceu no leite após o desnate do mesmo. Nesse ponto, o desnate é feito de acordo com o tipo de leite a que foi destinado: se for leite tipo *C*, o percentual retirado é de 1%; se for desnatado (*ou light*) o percentual é maior que 1% e se for leite tipo *B* ou com destino para *UHT* integral, então o percentual retirado tem que ser menor do que 1%. A leitura da percentagem é feita através da coleta de amostras retiradas dos tanques isotérmicos de armazenamento do leite já pasteurizado, as quais são levadas para análise em laboratório e anotadas nas folhas de controle da empresa.

O último ponto selecionado foi a embaladeira dos leites tipos *B* e *C*, que possui quatro *bocas*, sendo que apenas três encontram-se funcionando, possuindo uma capacidade para envasar duas mil embalagens/hora cada uma delas. As características selecionadas nesse ponto foi o peso dos sacos de leite já envasados.

Considerando que toda mensuração está sujeita a uma margem de erro, procurou-se verificar junto aos operadores das máquinas e pessoal da manutenção se os pontos

selecionados apresentavam algum problema aparente e se as condições de trabalho estavam sob estado de normalidade e estabilidade.

Desta forma, foram tomadas as devidas atitudes com relação ao painel de leitura do pasteurizador e também com a regulação da embaladeira e balança de precisão. Os funcionários receberam, então, as folhas de verificação para a coleta dos dados durante o período de agosto, setembro e meados do mês de outubro, seguindo rigorosamente as orientações fornecidas. Para a análise dos dados, foi utilizado o *Software Statistica for Windows*, de onde extraiu-se todos os resultados apresentados no trabalho.

4.4.1 – Testando a Normalidade das Variáveis Selecionadas

O objetivo dessa subseção é verificar se as variáveis Peso dos Sacos de Leite nas *Bocas* 01, 02 e 03, Percentual de Gordura e Temperatura do Pasteurizador apresentam-se como uma distribuição de probabilidade normal, garantindo assim uma das hipóteses estabelecidas para as cartas de controle utilizadas no trabalho.

Neste caso, aplicou-se os testes de aderência de *Kolmogorov-Smirnov* para uma amostra, e o teste Jarque-Bera (*JB*). No caso do teste de *Kolmogorov-Smirnov* a variável de teste é a maior diferença observada entre a função de distribuição acumulada da normal teórica e da amostra. Este teste diz respeito ao grau de aderência entre a distribuição de um conjunto de valores amostrais (observados) e determinada distribuição teórica específica, verificando se os valores da amostra podem razoavelmente ser considerados provenientes de uma população daquela distribuição teórica⁴.

O teste consta simplesmente da verificação do valor descrito na fórmula abaixo:

$$D = \max|F(x) - G(x)| \quad (18)$$

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.

⁴ Maiores detalhes sobre esse teste podem ser vistos em Costa Neto (1977) e Gujarati (2000).

Normalmente, são estabelecidos níveis de significância estatística $\alpha = 1\%$, 5% e 10% tendo as seguintes hipóteses a serem testadas:

H_0 : a amostra avaliada possui uma distribuição normal;

H_1 : a amostra não possui uma distribuição normal.

Logo, se D for maior do que o valor crítico, rejeita-se a hipótese H_0 . No quadro abaixo, encontra-se o teste de normalidade para as variáveis que irão garantir a utilização de forma apropriada da metodologia a ser aplicada:

QUADRO 05: Teste de Normalidade Kolmogorov–Smirnov

Kolmogorov–Smirnov			
Variáveis analisadas	Amostra	D -máximo	Valor de p
Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca</i> 01	228	0,079661	$P < 0,15$
Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca</i> 02	228	0,106445	$P < 0,15$
Peso dos Sacos de Leite da <i>Boca</i> 03	228	0,082374	$P < 0,10$
Percentual de Gordura	140	0,1026	$P < 0,15$
Temperatura do Pasteurizador	1.389	0,03581	$P < 0,10$

No que tange ao teste de normalidade Jarque-Bera (JB), ele é um teste assintótico para grandes amostras que pode ser facilmente implementado em chão de fábricas, não dependendo de maiores conhecimentos estatísticos. Esse teste baseia-se nos resíduos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Inicialmente calcula-se a assimetria e a curtose dos resíduos de MQO valendo-se da seguinte estatística:

$$JB = n \left[\frac{A^2}{6} + \frac{(C-3)^2}{24} \right] \quad (19)$$

Onde:

JB : jarque-bera

n : tamanho da amostra

A : assimetria

C : curtose

Uma vez que, em uma distribuição normal, o valor da assimetria é zero e o da curtose é 3, $(C - 3)$ representa em (19) o excesso de curtose. Sob a hipótese nula de que os resíduos se distribuem normalmente, Jarque e Bera mostraram que assintoticamente, a estatística JB segue a distribuição qui-quadrado com dois graus de liberdade. Assim, se o valor p da estatística qui-quadrado calculada em uma aplicação for suficientemente baixo, pode-se rejeitar a hipótese de que os resíduos seguem uma distribuição normal. Porém, se o valor p for razoavelmente alto, não há como rejeitar a hipótese de normalidade. No quadro 06 encontram-se os valores calculados para a estatística mencionada:

QUADRO 06: Teste de Normalidade de Jarque–Bera (JB)

Variáveis analisadas	Amostra	Valor de p
Peso dos Sacos de Leite da Boca 01	228	$P = 0,5942$
Peso dos Sacos de Leite da Boca 02	228	$P = 0,4348$
Peso dos Sacos de Leite da Boca 03	228	$P = 0,4769$
Percentual de Gordura	140	$P = 0,7413$
Temperatura do Pasteurizador	1.389	$P = 0,4171$

Em todas as variáveis testadas, foi verificada a normalidade nos níveis de significância desejado. Assim, a distribuição amostral se aproxima da distribuição teórica, o que ratifica os resultados encontrados no teste *Kolmogorov-Smirnov*. Outra forma alternativa de verificar a normalidade nas variáveis é através dos gráficos de probabilidade normal apresentados nas figuras 19 a 23.

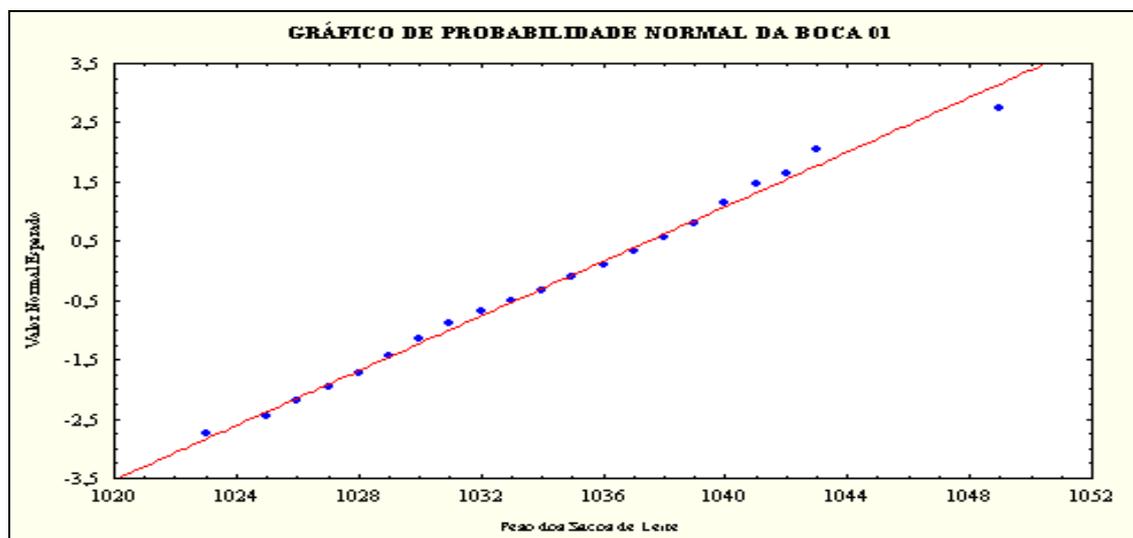


FIGURA 19: GRÁFICO DE PROBABILIDADE NORMAL DOS PESOS DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 01

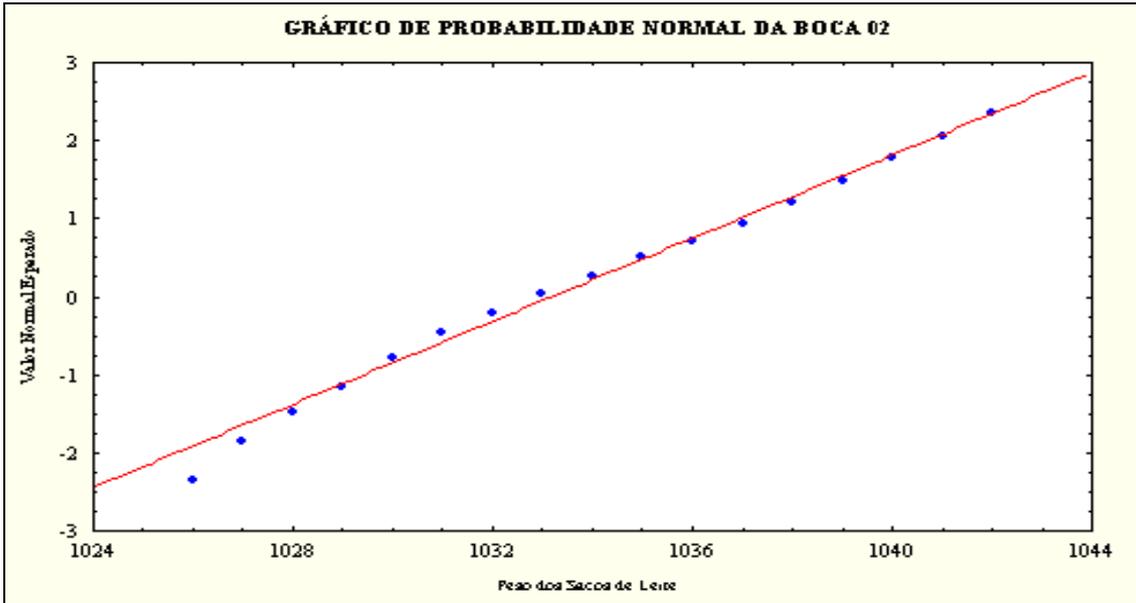


FIGURA 20: GRÁFICO DE PROBABILIDADE NORMAL DO PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 02

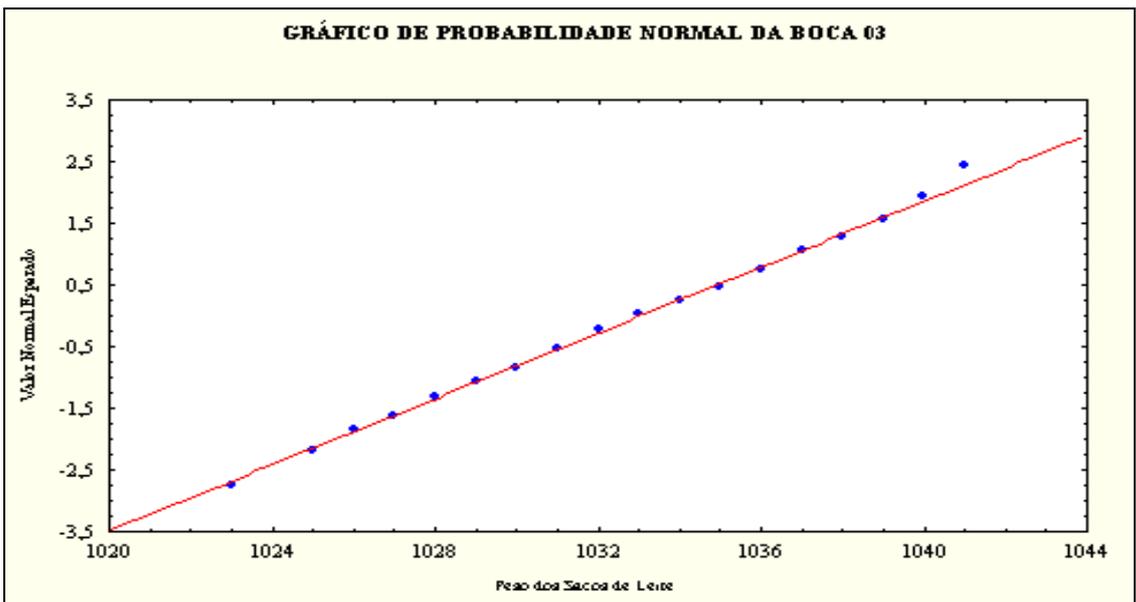


FIGURA 21: GRÁFICO DE PROBABILIDADE NORMAL DO PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 03

As figuras 19, 20 e 21, apresentam o gráfico de probabilidade normal para a variável peso do sacos de leite das bocas 01, 02 e 03, respectivamente. Observa-se que a maioria dos pesos encontram-se normalmente distribuídos, estando sobrepostos à reta de probabilidade, o que ratifica os resultados dos testes de normalidade.

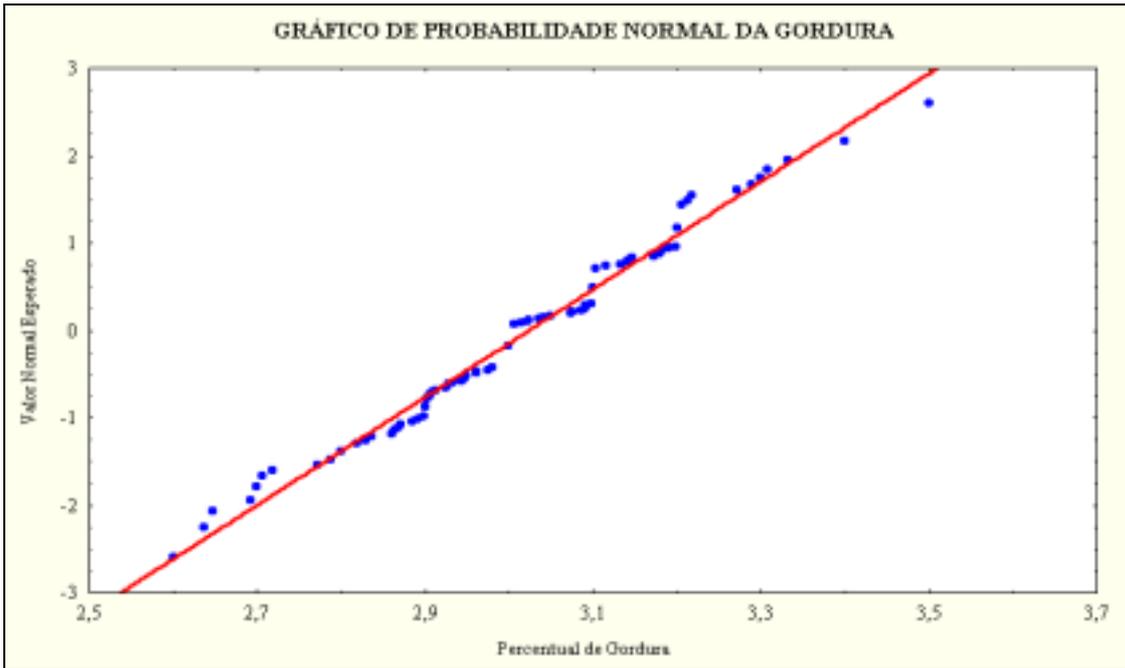


FIGURA 22: GRÁFICO DE PROBABILIDADE NORMAL DA VARIÁVEL PERCENTUAL DE GORDURA

Já na figura 22, encontra-se o gráfico de probabilidade normal para a característica de qualidade percentual de gordura, apresentando assim, o conjunto de observações distribuídos em torno da reta. A disposição visual do gráfico apenas confirma o resultado apresentado no teste de normalidade realizado.

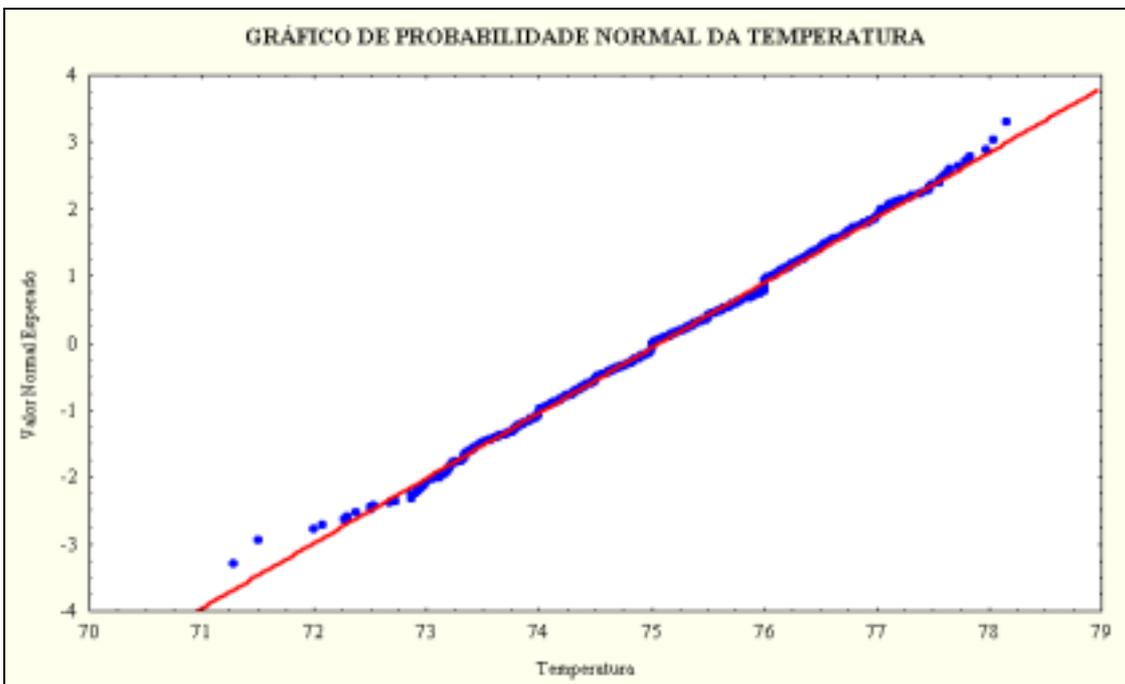


FIGURA 23: GRÁFICO DE PROBABILIDADE NORMAL DA VARIÁVEL TEMPERATURA

Por fim, a figura 23 apresenta o gráfico de probabilidade da variável temperatura. Como pode ser visualizado, as observações encontram-se normalmente distribuídas, estando sobrepostos à reta.

4.5 – ANÁLISE DAS CARTAS DE CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO

Em todos os pontos selecionados para a aplicação das cartas de controle supôs-se que o processo era idêntico e normalmente distribuído *i.i.d.*, objetivando com isso facilitar a compreensão dos operadores no uso das cartas e descoberta de possíveis problemas na análise investigativa das amostras coletadas no processo.

Assim, para a característica de qualidade *Pesos dos Sacos de Leite*, foi coletada uma amostra de 228 observações, sendo retirados de hora em hora 10 sacos de cada boca da embaladeira, onde os mesmos foram pesados em balança de precisão e seus pesos anotados na folha de verificação elaborada e exposta no anexo I. Vale salientar, que na primeira e última hora de funcionamento da embaladeira não foram coletadas amostras, considerando que nestes dois períodos a máquina sofre ajustes e ao final já está em desgaste natural.

As cartas escolhidas para análise da característica em estudo foram \bar{X} e S , consideradas como as mais simples em termos de operacionalização e eficientes nos resultados que apresentam quando utilizam-se subgrupos de tamanho maior ou igual a dez. As observações foram divididas em subgrupos de tamanho 10, justificada pela frequência com que a coleta da amostra foi realizada; ou seja, a cada 1 hora coletava-se dez sacos; e também para diminuir o risco de alarme falso (risco beta), apresentado pela curva característica de operação no anexo II do trabalho. De acordo com a empresa, o volume de 1 litro de leite ensacado, equivale a 1033 gramas, admitindo-se uma variação entre 1027 e 1039 gramas.

Assim, a importância em controlar o processo nesse ponto, é fundamental sob o ponto de vista financeiro, haja visto que o custo que a empresa incorre quando o volume do leite fica muito abaixo ou acima da média especificada é bastante elevado. No caso do volume exceder 1033 gramas, a empresa diminui a quantidade de leite envasados e, em contraposição, se o peso ficar muito abaixo de 1033 gramas a empresa estará oferecendo um produto com menos conteúdo do que o indicado, fazendo com que a multa cobrada pela fiscalização possa ser elevada.

Os limites de controle calculados para a construção das cartas de controle \bar{X} e S estão dispostos a seguir:

$$\begin{aligned} LSC_{\bar{X}} &= 1035,26 + 3 * 1,24 & e & LIC_{\bar{X}} = 1035,26 - 3 * 1,24 \\ LSC_{\bar{X}} &= 1038,9 \text{ gramas} & & LIC_{\bar{X}} = 1021,5 \text{ gramas} \end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} LSC_S &= 1,723 * 3,8 & e & LIC_S = 3,564 * 3,8 \\ LSC_S &= 6,55 & & LIC_S = 1,066 \end{aligned} \quad (21)$$

A partir da figura 24, apresentam-se as observações da boca 01 da embaladeira, plotadas nas cartas da média e desvio padrão.

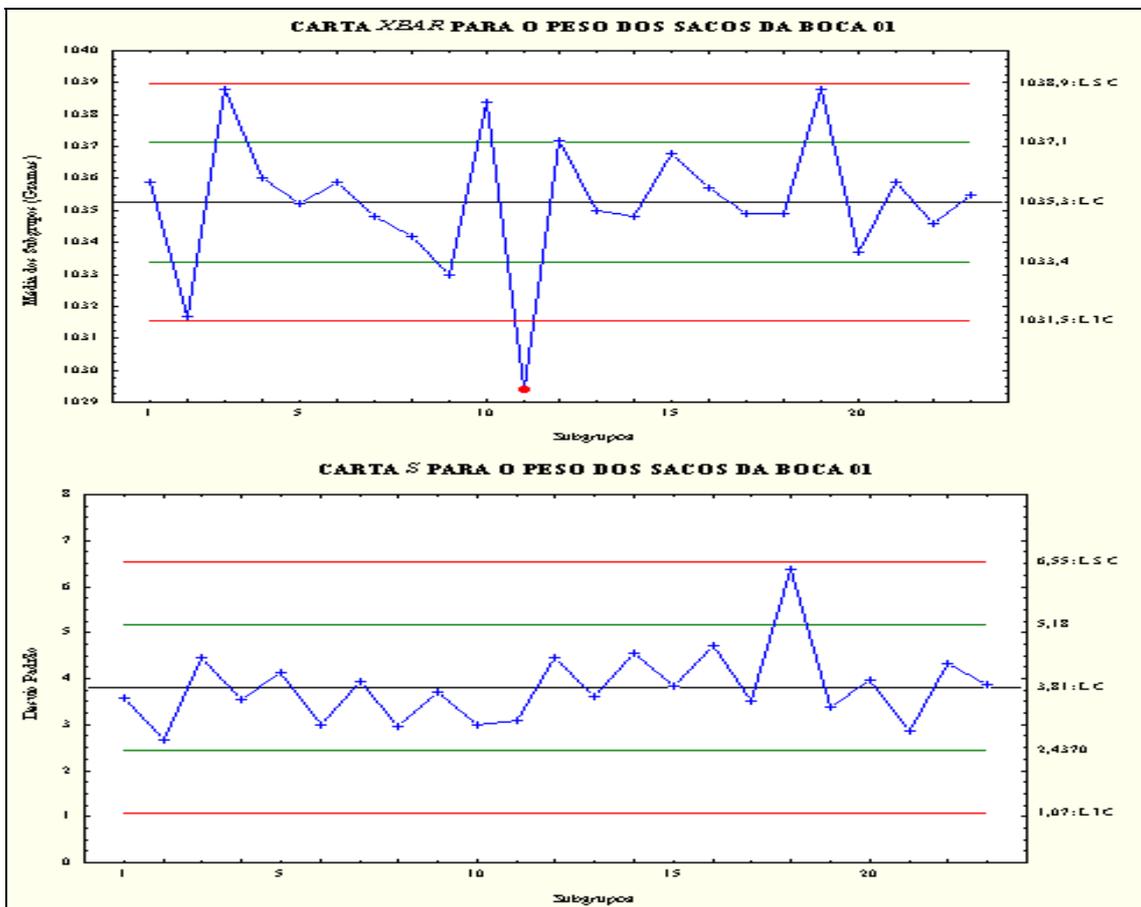


FIGURA 24: GRÁFICOS \bar{X} -S PARA A CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 01

Nos resultados apresentados na figura 24, observa-se que no gráfico da média existe vários pontos próximos aos limites de controle assinalados nos subgrupos 2, 3, 10 e 19, além de apresentar um ponto discrepante no subgrupo 11 situado abaixo do

limite inferior de controle. Tentando identificar as causas do problema, verificou-se na folha de verificação que o ponto assinalado (subgrupo 11) corresponde a um período onde ocorreram ajustes na máquina e o operador “provocou” essa queda.

Já no caso da carta de desvio padrão (S), ela não assinalou qualquer ponto além dos limites de controle, apesar de apresentar um comportamento instável que pode ser observado no gráfico onde a maioria dos pontos estão próximos à linha central e apresentando um comportamento cíclico. Ambos podem ser explicados pela constante manipulação da máquina para os respectivos ajustes. Para solucionar os problemas, sugere-se que o operador deve diminuir os intervalos de ajustes na máquina e, principalmente, regular a *boca* no início da operação e monitorar a produção pesando algumas amostras, até que elas sejam estabilizadas.

Após identificar o problema que gerou um ponto discrepante no subgrupo 11, buscou-se eliminá-lo fazendo uma revisão da carta, com vistas a observar o comportamento do processo após a primeira análise. Os cálculos dos limites de controle efetuados após a revisão, encontram-se logo abaixo, seguidos dos gráficos que podem ser visualizados na figura 25:

$$\begin{aligned} LSC_{\bar{X}_{revisado}} &= 1035,72 + 3 * 1,27 & LIC_{\bar{X}_{revisado}} &= 1035,72 - 3 * 1,27 \\ LSC_{\bar{X}_{revisado}} &= 1039,54 \text{ gramas} & LIC_{\bar{X}_{revisado}} &= 1031,9 \text{ gramas} \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} LSC_{S(revisado)} &= 3,89 * 1,723 & LIC_{S(revisado)} &= 3,89 * 0,28 \\ LSC_{S(revisado)} &= 6,70 & LIC_{S(revisado)} &= 1,09 \end{aligned} \quad (23)$$

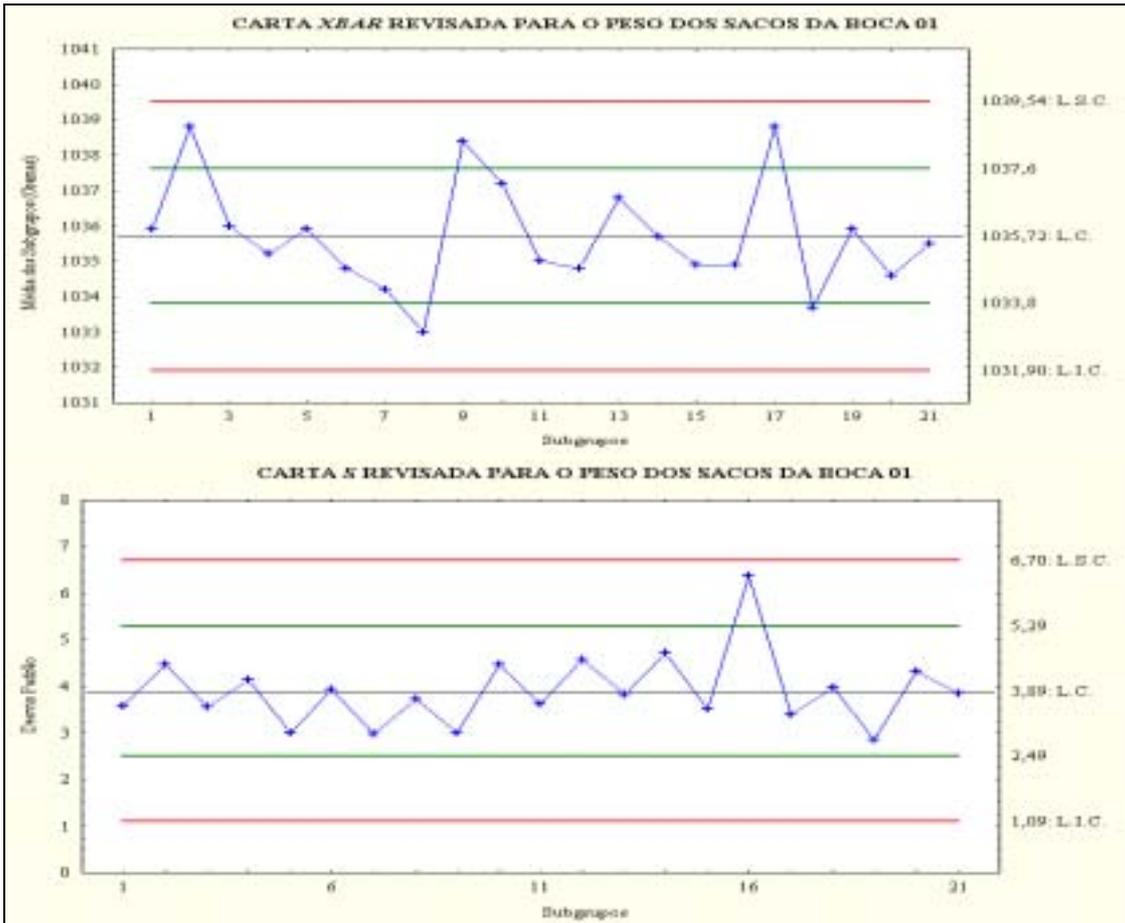


FIGURA 25: GRÁFICOS Xbar-S REVISADOS PARA A CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 01

De acordo com o exposto acima, a carta revisada não apresentou mais pontos discrepantes, conforme foi visualizado na carta anteriormente. Apesar dos pontos não estarem fora dos limites de controle, a carta *Xbar* apresenta uma leve tendência decrescente do subgrupo 2 até o subgrupo 8 e pontos acima e abaixo de 2σ , identificados nos subgrupos 8 e 9 e nos subgrupos 17 e 18. Esses comportamentos indicam que o processo continua fora de controle e as causas especiais assinaladas para tais comportamentos foram superajustes na máquina e desgaste do equipamento. Em contrapartida, a carta do desvio padrão assinala um comportamento de instabilidade, já que quase todos os pontos estão situados próximos à linha central e alternam-se para cima e para baixo, sugerindo assim que os problemas assinalados anteriormente tenham uma maior atenção, a fim de que os mesmos sejam solucionados.

Para um efeito comparativo, a carta da amplitude *R* também foi utilizada, no intuito de observar se o desempenho dessa carta é o mesmo obtido na carta de desvio padrão (*S*). Sendo assim, calculou-se os limites de controle para a referida carta e plotou-se o gráfico, conforme pode ser visto a seguir:

$$\begin{aligned}
 LSC_R &= 11,52 * 1,777 & e & LIC_R = 11,52 * 0,22 \\
 LSC_R &= 20,47 & & LIC_R = 2,57
 \end{aligned}
 \tag{24}$$



FIGURA 26: GRÁFICO R PARA A CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 01

Com a carta R, o comportamento do gráfico difere um pouco da carta S revisada. Desta forma, as interpretações que podem ser retiradas da carta da amplitude podem induzir o operador ao erro, já que outros comportamentos não aleatórios foram assinalados na carta R (figura 26) e não foram identificados na carta S.

No que tange as bocas 02 e 03, o número de amostras e critérios adotados para a escolha das cartas são os mesmos mencionados anteriormente para a boca 01, cujos cálculos dos limites de controle antecedem cada um dos gráficos que estão apresentados abaixo, nas figuras 27 [cartas Xbar e S], e 28 [cartas Xbar e S], respectivamente.

$$\begin{aligned}
 LSC_{\bar{x}} &= 1033,16 + 3 * 0,905 & e & LIC_{\bar{x}} = 1033,16 - 3 * 0,905 \\
 LSC_{\bar{x}} &= 1035,87 \text{ gramas} & & LIC_{\bar{x}} = 1030,44 \text{ gramas}
 \end{aligned}
 \tag{25}$$

$$\begin{aligned}
 LSC_S &= 2,77 * 1,719 & e & LIC_S = 2,77 * 0,281 \\
 LSC_S &= 4,77 & & LIC_S = 0,78
 \end{aligned}
 \tag{26}$$

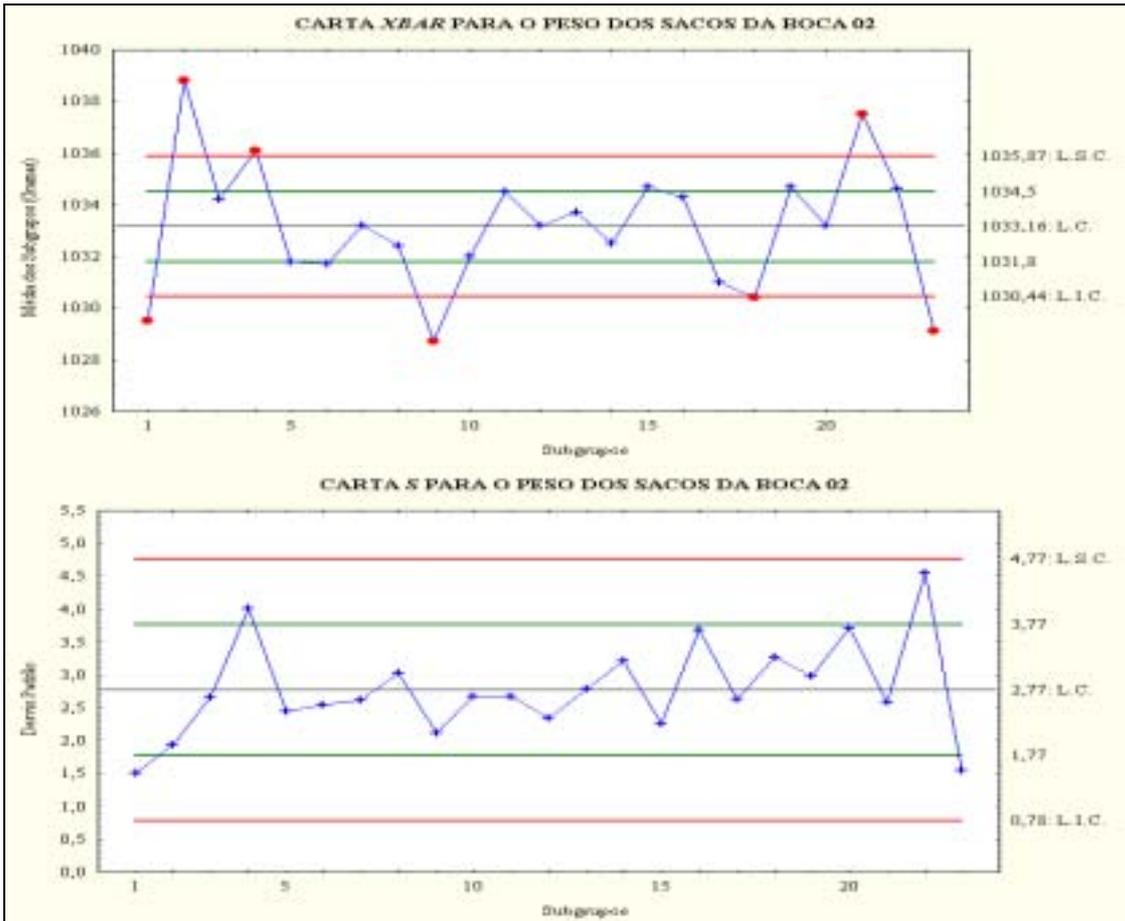


FIGURA 27: GRÁFICO Xbar – S PARA A CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 02

A análise realizada nas cartas de controle para as bocas 02 e 03 demonstra que nestes dois pontos o processo de envase do leite sofre mudanças muito bruscas quando se trata das cartas de média e também possui uma elevada variabilidade, visualizada nas cartas de desvio padrão.

A carta da média para a boca 02 assinalou 7 pontos discrepantes, além dos limites superior e inferior de controle acusando também, outros padrões não aleatórios, tais como uma seqüência de pontos muito próximos à linha central e amostra com valores acima e abaixo de 2σ . Já a carta de desvio padrão apresenta uma leve tendência crescente ao longo do tempo, além de quase todos os pontos concentrarem-se próximos aos limites de 1σ . Isso pode ser justificado em razão dos ajustes na máquina.

A análise investigativa para esse ponto apontou para vários fatores relacionados com: operador, problema na boca e/ou desregulagem na balança de precisão. Descobriu-se que a causa especial ocorrida na boca 02 foi em virtude da constante regulagem na máquina, feita pelo operador na tentativa de ajustar o processo. Existem

outras que apontaram para uma maior investigação, mas que não foram possíveis de serem descobertos nem tampouco saber o motivo de tal variabilidade.

Os limites de controle para a boca 03 podem ser definidos como segue:

$$LSC_{\bar{x}} = 1033,01 + 3 * 0,903 \quad e \quad LIC_{\bar{x}} = 1033,01 - 3 * 0,903$$

$$LSC_{\bar{x}} = 1035,72 \text{ gramas} \quad e \quad LIC_{\bar{x}} = 1030,31 \text{ gramas} \quad (27)$$

$$LSC_s = 2,76 * 1,717 \quad e \quad LIC_s = 2,76 * 0,279$$

$$LSC_s = 4,74 \quad e \quad LIC_s = 0,74 \quad (28)$$

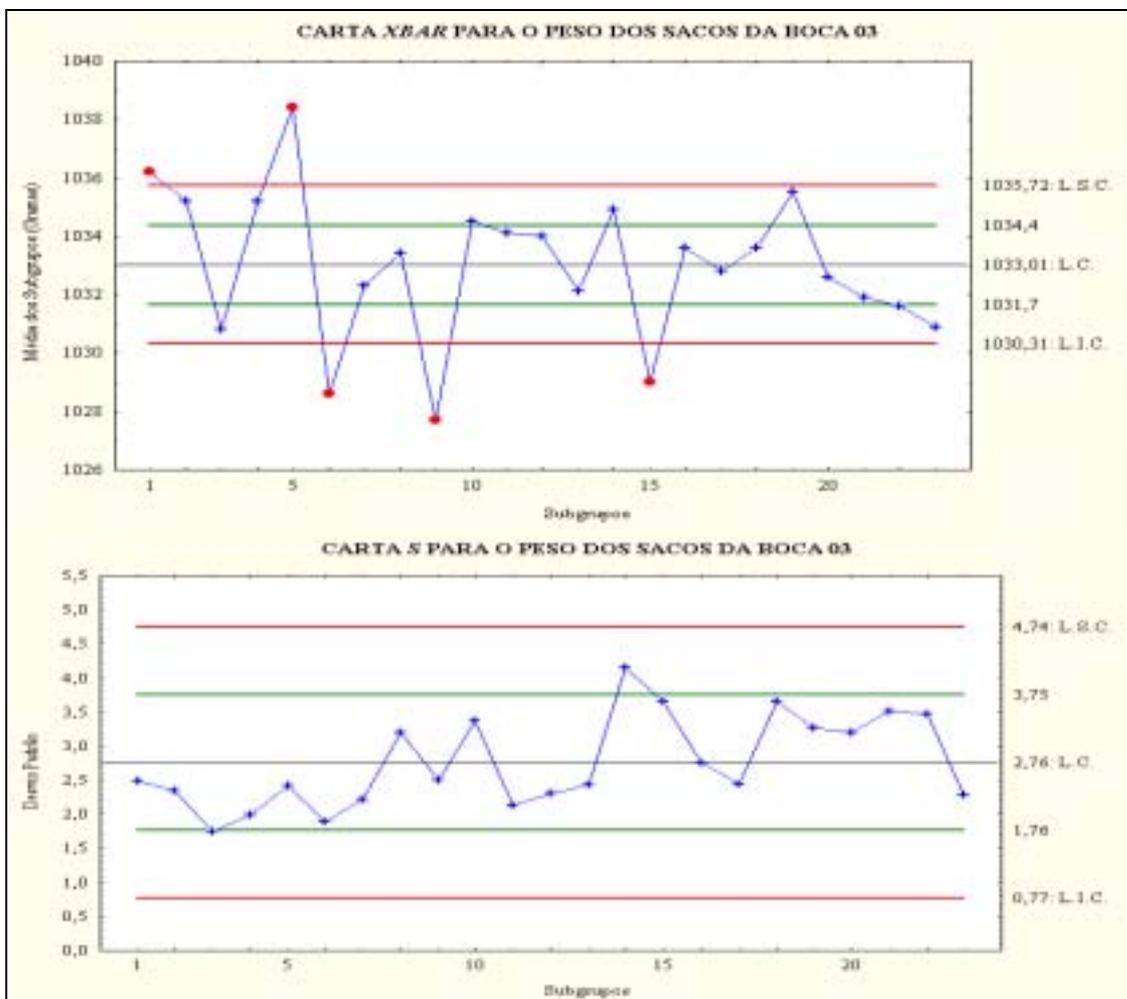


FIGURA 28: GRÁFICO Xbar-S PARA A CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 03

O processo investigativo feito para a boca 03 assinala 5 pontos discrepantes, fora dos limites de controle e pontos acima e abaixo de 2σ , levando assim às mesmas justificativas dadas ao ocorrido na boca 02, por apresentarem-se de maneira muito

similar em ambas as cartas. Além disso, a carta *Xbar* apresenta uma seqüência de pontos em um mesmo lado das linhas que dividem o gráfico, tal como pode ser visualizado dos subgrupos 20 a 23, indicando com isso, que um outro operador possa ter ajustado o equipamento sem que comunicasse aos demais.

Já a carta *S*, também assinala alguns padrões não aleatórios indicando que o processo merece ser investigado com maior atenção, tal como pode ser visto a partir dos subgrupos 11 ao 13 e dos subgrupos 18 ao 23, respectivamente, onde a seqüência de pontos concentram-se no limite de 1σ . Os problemas ora apresentados nas cartas foram discutidos com os operadores de modo a tomar atitudes que levem à melhoria do processo e reduzam com isso os custos gerados pela instabilidade.

Seguindo o mesmo procedimento adotado para a *boca* 01, as cartas referentes às *bocas* 02 e 03 foram revisadas, retirando-se os subgrupos que apresentaram pontos fora dos limites de controle. Desta forma, o comportamento do processo para as respectivas *bocas* após a revisão pode ser observado nas figuras 29 e 30, bem como os cálculos referentes aos limites de controle revisados:

$$\begin{array}{l} LSC_{\bar{X}(revisado)} = 1033,13 + 3 * 0,949 \\ LSC_{\bar{X}(revisado)} = 1035,98 \textit{gramas} \end{array} \quad \text{e} \quad \begin{array}{l} LIC_{\bar{X}(revisado)} = 1033,13 - 3 * 0,949 \\ LIC_{\bar{X}(revisado)} = 1030,29 \textit{gramas} \end{array} \quad (29)$$

$$\begin{array}{l} LSC_{S(revisado)} = 2,92 * 1,716 \\ LSC_{S(revisado)} = 5,01 \end{array} \quad \text{e} \quad \begin{array}{l} LIC_{S(revisado)} = 2,92 * 0,284 \\ LIC_{S(revisado)} = 0,83 \end{array} \quad (30)$$

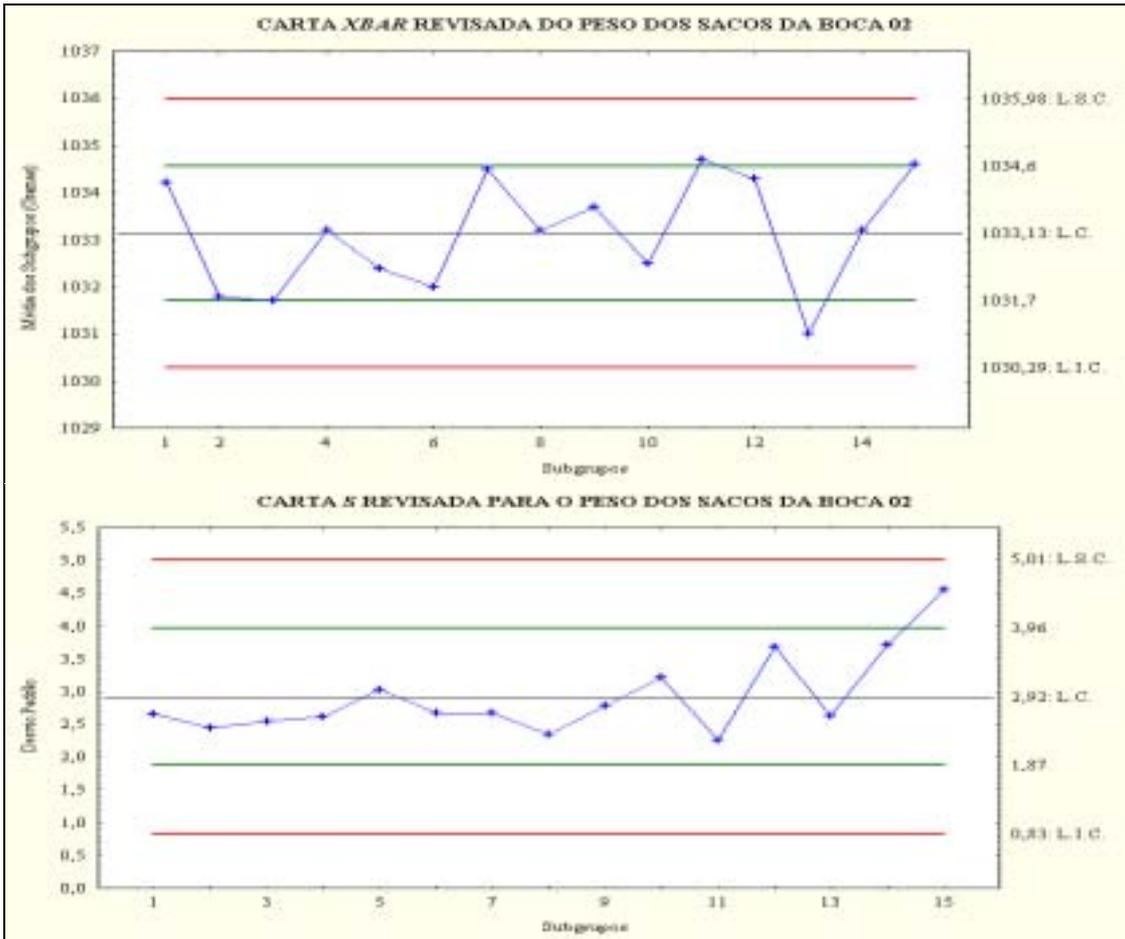


FIGURA 29: GRÁFICOS Xbar-S REVISADOS PARA A CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 02

A carta *Xbar* para a *boca 02*, após ter sido revisada, continuou indicando que o processo continua fora de controle, verificando-se na carta que a maioria dos pontos concentram-se entre os limites de 1σ . A carta *S*, também ratifica tal comportamento ao assinalar pontos próximos à linha central e do subgrupo 13 ao 15 apresentar uma subida gradual dos valores. Em ambas as cartas, foram investigadas as causas para a instabilidade do processo, constatando-se que a falta de comunicação entre os operadores e intensos ajustes feitos no equipamento continuam sendo as principais causas.

Os limites de controle revisados da *boca 02* podem ser visualizados abaixo:

$$\begin{aligned}
 LSC_{\bar{X}(\text{revisados})} &= 1033,30 + 3 * 0,918 & LIC_{\bar{X}} &= 1033,30 - 3 * 0,918 \\
 LSC_{\bar{X}(\text{revisado})} &= 1036,06 \text{ gramas} & LIC_{\bar{X}(\text{revisado})} &= 1030,55 \text{ gramas}
 \end{aligned}
 \tag{31}$$

$$\begin{aligned}
 LSC_{S(revisado)} &= 2,81 * 1,718 & e & LIC_{S(revisado)} = 2,81 * 0,277 \\
 LSC_{S(revisado)} &= 4,83 & & LIC_{S(revisado)} = 0,78
 \end{aligned}
 \tag{32}$$

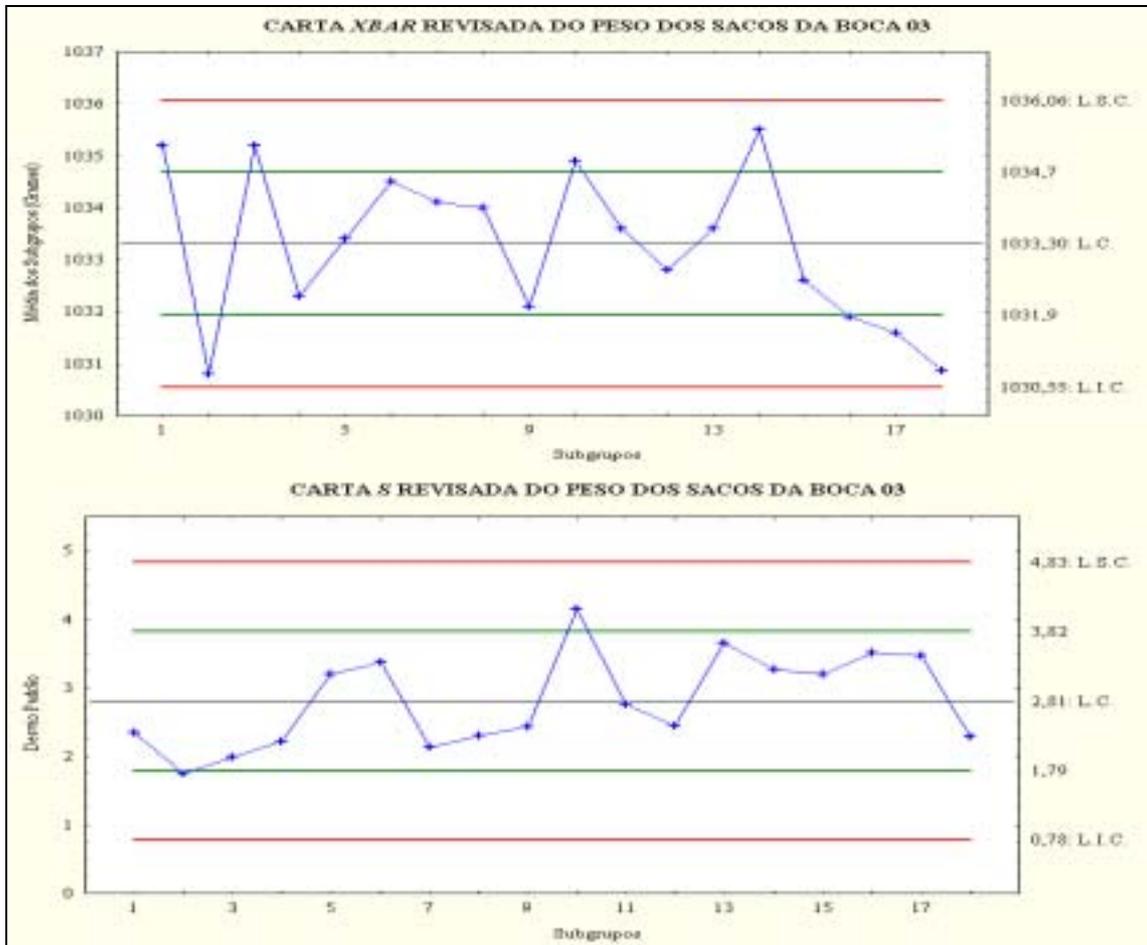


FIGURA 30: GRÁFICOS \bar{X} -S REVISADOS PARA A CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 03

Já a boca 03, ainda apresenta uma instabilidade muito grande no processo, merecendo assim uma maior investigação nos problemas que estão causando esse tipo de comportamento.

Na carta \bar{X} , constata-se que dos subgrupos 1 ao 4 e do 9 ao 13, ocorreram superajustes na máquina, enquanto que dos subgrupos 14 ao 18 existe uma diminuição gradual das mensurações, indicando fadiga do equipamento. Todos os problemas visualizados foram discutidos com os operadores de modo a tomar atitudes que levem às suas resoluções.

Seguindo as mesmas etapas de análise dos dados feitas para a boca 01, buscou-se aplicar também a carta R, com o objetivo de verificar se o processo apresenta o mesmo comportamento apresentado na carta S. Sendo assim, abaixo encontram-se os cálculos

dos limites de controle para a carta *R* e o gráfico de controle para as bocas 02 e 03, respectivamente:

$$\begin{aligned}
 LSC_R &= 8,695 * 1,778 & LIC_R &= 8,69 * 0,223 \\
 LSC_R &= 15,45 & LIC_R &= 1,94
 \end{aligned}
 \quad e \quad (33)$$



FIGURA 31: GRÁFICO R PARA A CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 02

Para a boca 03, os limites de controle da carta *R* podem ser vistos como segue:

$$\begin{aligned}
 LSC_R &= 8,61 * 0,563 & LIC_R &= 8,61 * 0,223 \\
 LSC_R &= 15,29 & LIC_R &= 1,92
 \end{aligned}
 \quad e \quad (34)$$



FIGURA 32: GRÁFICO R PARA A CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 03

A cartas de controle R para as bocas 02 e 03 apresentam uma variabilidade maior do que a apresentada pela carta S , o que pode ser explicado pelo grande número de valores discrepantes nos dados, interferindo diretamente no cálculo efetuado para a amplitude, cujos valores considerados são justamente o maior e o menor. Além disso, a repetição de valores apresentados na figura 31, vistos nos subgrupos 5 ao 7, 12 ao 13 e 18 ao 20, respectivamente, além dos subgrupos 3 ao 6, 16 e 17, 19 e 20 e 21 e 22, respectivamente, dispostos na figura 32, podem induzir o operador a alarmes falsos, à medida que retire conclusões que não expressem a realidade.

Para a variável Temperatura do Pasteurizador coletou-se uma amostra de 1.389 observações que foram retiradas do painel de registro do pasteurizador já mencionado anteriormente e com um período equivalente a dois meses. A carta escolhida para aplicação foi a de somas acumuladas, também conhecida como *CUSUM*, já que esta carta é mais robusta para processos contínuos, cuja variabilidade é menor que dois desvios padrão.

De acordo com a figura 33 é possível observar o comportamento do processo e logo em seguida tecer alguns comentários pertinentes ao que foi apresentado nas cartas.

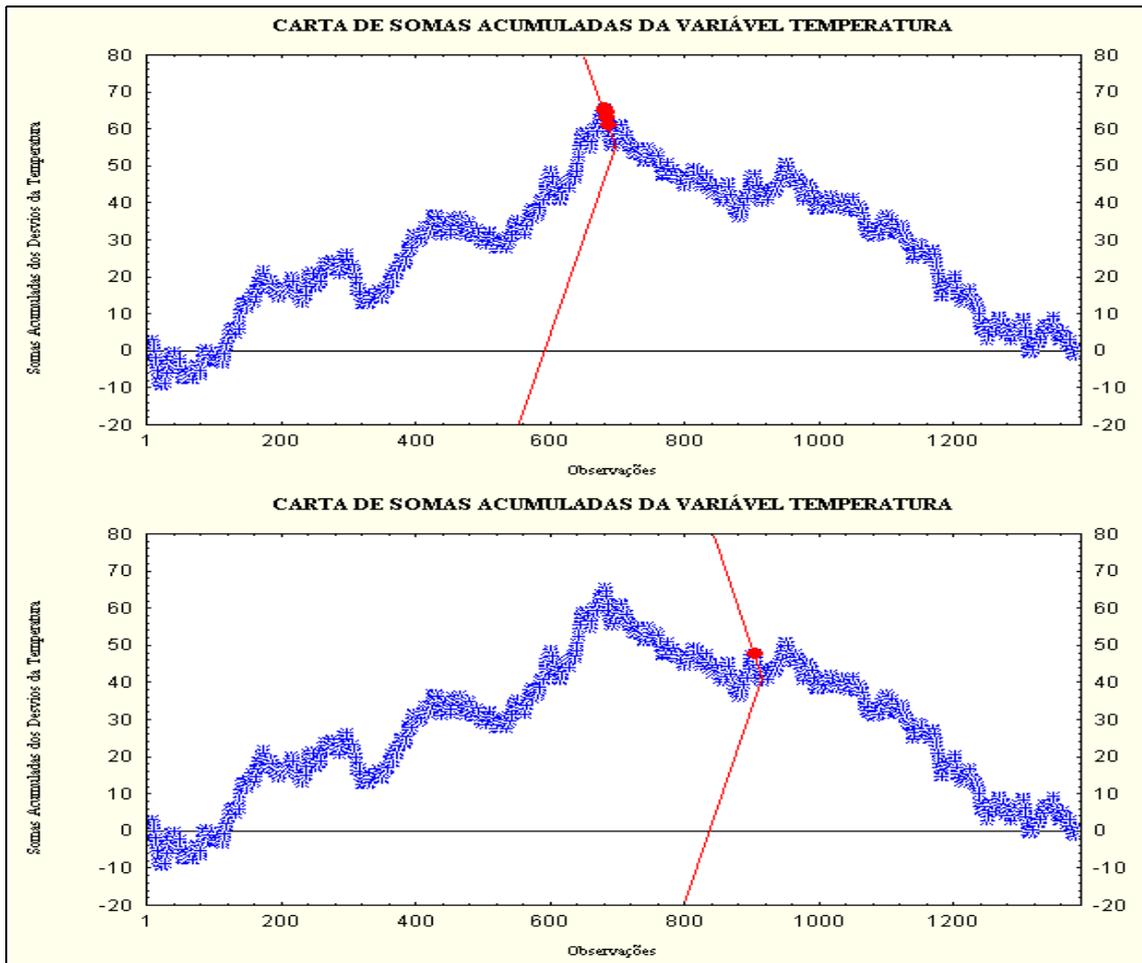


FIGURA 33: GRÁFICO DE SOMAS ACUMULADAS DA VARIÁVEL TEMPERATURA NA FORMA DA MÁSCARA V

A análise realizada na característica de qualidade durante o período de coleta da amostra assinala que a partir das observações 690 e 910 o processo apresenta-se fora de controle. A partir dessa consideração, investigou-se junto aos operadores o que estaria provocando a maior variabilidade, mesmo que em dimensões menores, constatando-se que existem muitos fatores que podem influenciar na mudança de temperatura que eventualmente venha a ocorrer no decorrer da pasteurização. Esses fatores englobam desde a alimentação da lenha na caldeira que aquece a água até a temperatura que o leite chega na plataforma. Dentre todos os fatores considerados, observou-se que a temperatura que o leite chega à plataforma é o que mais interfere na temperatura de pasteurização final do leite.

Através das buscas investigativas a respeito das causas que estariam provocando a instabilidade do processo, detectou-se que, no início do mês de setembro, a indústria recebeu uma quantidade elevada de leite em tarros, o que poderia então ter provocado um aumento da temperatura do leite no momento da pasteurização. Além disso, em

alguns períodos na carta em que ocorrem subidas abruptas de temperatura, verificou-se que isso acontecia ao final das últimas pasteurizações, considerando neste caso, que a máquina apresenta alguns problemas de desgaste por ser um equipamento bastante antigo.

Com a finalidade de acabar com os problemas que foram detectados, foi discutido junto aos operadores que eles procurassem separar o leite que recebem em tarros do leite que chega a granel em caminhão tanque, já que a temperatura é diferente em cada um desses meios de recebimento. Outra medida adotada foi diminuir a temperatura normalmente ajustada para a pasteurização, visando conseguir atingir um grau de temperatura satisfatório, sem com isso comprometer a qualidade do leite. Por fim, a empresa está tentando trocar o pasteurizador por um mais moderno, garantindo assim uma melhoria satisfatória e que demande menos custo.

A última variável analisada é a *gordura* retirada da desnatadeira e mensurada em percentual (%) pelo laboratório, após a pasteurização. O número de observações coletadas durante o período de estudo foi 140. Vale salientar que o percentual de gordura analisado está relacionado ao leite tipo C, cuja medida especificada para a permanência de gordura é de 3%.

A carta selecionada para análise dos dados é a \bar{X} -S, cuja justificativa de escolha é a mesma descrita para a variável *Peso dos Sacos de Leite* e apresenta-se ilustrada na figura 34 com o cálculo dos limites de controle:

$$\begin{array}{l} LSC_{\bar{X}} = 3,024 + 3 * 0,057 \\ LSC_{\bar{X}} = 3,196 \end{array} \quad \text{e} \quad \begin{array}{l} LIC_{\bar{X}} = 3,024 - 3 * 0,057 \\ LIC_{\bar{X}} = 2,853 \end{array} \quad (35)$$

$$\begin{array}{l} LSC_S = 0,145 * 1,883 \\ LSC_S = 0,273 \end{array} \quad \text{e} \quad \begin{array}{l} LIC_S = 0,145 * 0,118 \\ LIC_S = 0,017 \end{array} \quad (36)$$

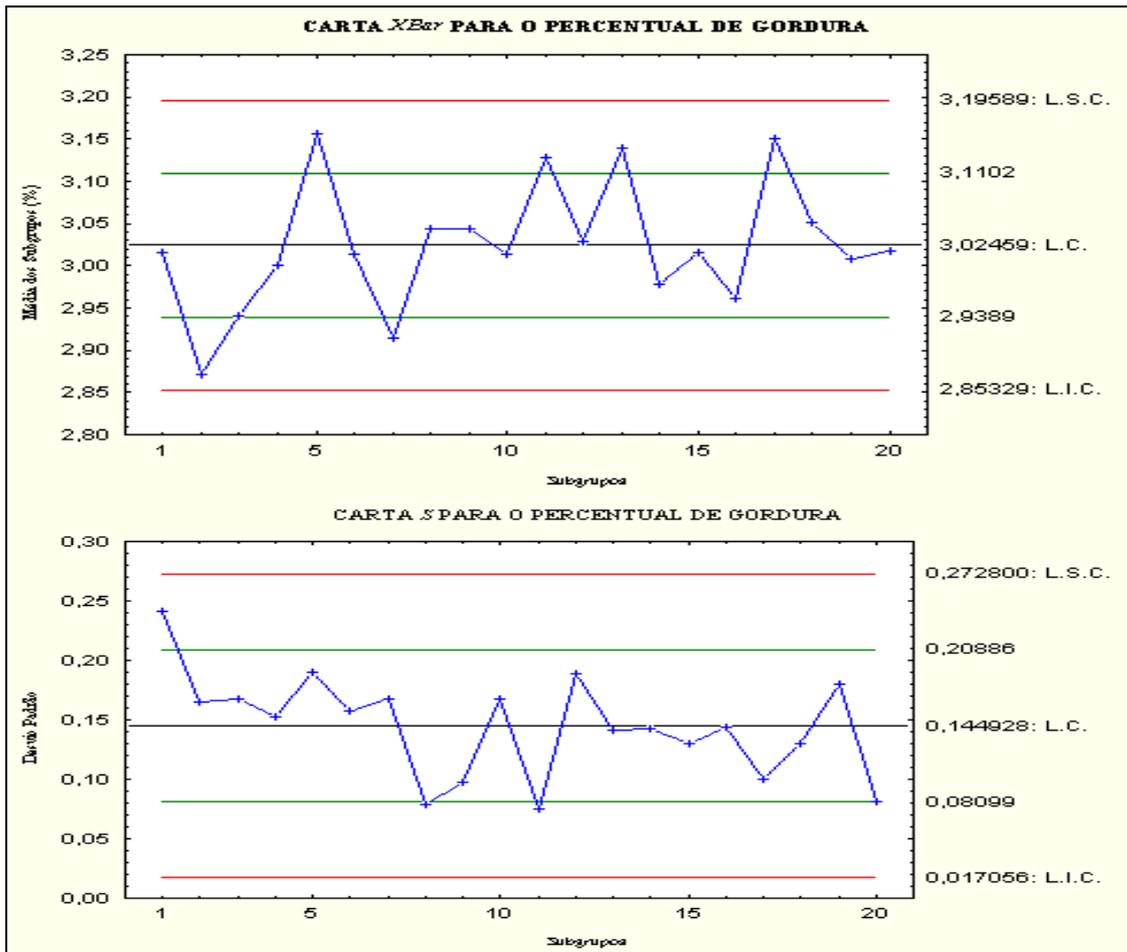


FIGURA 34 : GRÁFICO \bar{X} -S PARA A CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PERCENTUAL DE GORDURA

Nas cartas apresentadas, as observações foram divididas em subgrupos de tamanho sete por estar relacionada à frequência de coleta das amostras. O comportamento dos dados nas cartas demonstra que apesar de não apresentar pontos discrepantes além dos limites de controle, o processo apresenta uma instabilidade muito grande tanto na carta da média, onde os subgrupos 2 a 5, constata que houve uma falta de comunicação entre os operadores ou um possível problema no equipamento, como também na carta de desvio padrão que existem seis e quatro pontos consecutivos próximos a linha central, identificados nos subgrupos 2 a 7 e subgrupos 13 a 16, respectivamente.

Num estudo mais apurado junto ao pessoal do laboratório e nas folhas de verificação, constatou-se que o tempo de coleta entre uma amostra e outra conduz o pessoal do laboratório a erros de mensuração, devendo esse espaço de tempo ser diminuído e melhor conduzido pelas pessoas responsáveis pela coleta e mensuração dos dados.

De acordo com as análises realizadas na empresa durante o período de 2 meses, as etapas de processamento do leite escolhidas assinalam, através das cartas, que é necessário que haja uma maior atenção às pequenas, mas importantes atividades desenvolvidas pelos funcionários da empresa. A maioria dos problemas apresentados estão relacionados aos ajustes excessivos nas máquinas, desgaste dos equipamentos e erro humano, o que mostra que medidas de correção simples podem fazer uma grande diferença no que diz respeito à diminuição dos custos de produção e, conseqüentemente, a melhoria de desempenho do processo.

Aplicando-se a carta *R*, pode-se verificar se a instabilidade apresentada na carta *S* produz o mesmo comportamento na carta *R*. Desta forma, os limites de controle calculados estão expostos a seguir:

$$\begin{aligned} LSC_R &= 0,41 * 1,927 & LIC_R &= 0,41 * 0,073 \\ LSC_R &= 0,79 & LIC_R &= 0,03 \end{aligned} \quad (37)$$



FIGURA 35: GRÁFICO R PARA A CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE PERCENTUAL DE GORDURA

Finalmente, a carta *R* ao ser comparada com a carta *S*, possui um comportamento similar, podendo ser utilizada na aplicação da ferramenta de controle estatístico de processos de maneira satisfatória em lugar da carta *S*, já que a primeira é de fácil interpretação e operacionalização.

No capítulo seguinte serão feitas algumas considerações finais a respeito do trabalho desenvolvido; explicando brevemente o que foi abordado em cada capítulo,

além de tecer alguns comentários acerca do respectivo tema, bem como feitas algumas recomendações para trabalhos futuros.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Um dos grandes desafios colocados pelos pesquisadores é diminuir a distância existente entre o que é aprendido na teoria e o que é executado na prática. Muitos deles tentam desenvolver novas metodologias e tecnologias, na tentativa de aproximar ambos campos de conhecimento e aprendizado, mas isso tem sido uma tarefa muito difícil de ser aplicada. Partindo-se dessa premissa é que esse trabalho procurou diminuir essa disparidade, contribuindo com a aplicação de várias técnicas estatísticas voltadas para a melhoria da qualidade empregadas na Lactoplasa, uma indústria de laticínios localizada na cidade de Lages, Planalto Serrano do Estado de Santa Catarina.

Assim, o objetivo maior desse trabalho foi utilizar a metodologia do Controle Estatístico de Processos (*CEP*) na Indústria de Laticínios Lactoplasa, de modo a assinalar através das cartas de controle, os problemas existentes no processo produtivo da empresa.

Procurou-se, também, fornecer algum tipo de esclarecimento a respeito das normas de padrão internacional *ISO 9000*, direcionando as exigências feitas pela Norma para as indústrias de laticínios, tendo em vista que todas as cláusulas solicitadas para cumprimento não são direcionadas a qualquer tipo de atividade comercial exercida pelas empresas, permitindo assim, muitas dúvidas e interpretações erradas.

Já está na hora das indústrias de laticínios brasileiras buscarem a certificação com o objetivo de que o consumidor possa de fato ter credibilidade e confiança aos produtos e ao mesmo tempo a empresa consiga encarar a competitividade nacional e/ou internacional, com maiores vantagens competitivas.

As etapas do processo escolhidas para a investigação do nível de qualidade foram: a pasteurização, o desnate do leite e a embaladeira, cujo período de coleta das amostras foi de dois meses para que os resultados atingissem os objetivos inicialmente propostos.

A escolha da carta utilizada para cada característica de 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 dos Sacos de Leite* e *Percentual de Gordura* utilizou-se as cartas *Xbar-S* e ainda a carta *R*, com a finalidade de comparar com a carta do desvio padrão e verificar se a variabilidade do processo apresentava-se da mesma maneira; enquanto que, para a variável

Temperatura, a carta selecionada foi a de *Somas Acumuladas (CUSUM)*, onde todas as cartas foram muito eficientes na detecção de problemas no processo investigado.

Em todos os gráficos de controle detectou-se falhas nas etapas do processo produtivo, demonstrando assim uma fragilidade muito grande no que diz respeito a garantia de qualidade dos produtos. Uma avaliação mais apurada dos pontos assinalados pelas cartas apontou diversos problemas de causas especiais, que ocorriam sempre, mas que até então não tinham sido identificados.

Os resultados apresentados pelo trabalho propõe aos funcionários uma maior atenção, disciplina e controle nas atividades realizadas no dia-a-dia, já que foi possível identificar pequenos, mas importantes erros cometidos pelos mesmos na rotina de trabalho e que podem ser solucionados com uma boa orientação e mudança de comportamento.

A importância da qualidade requer um acompanhamento cuidadoso e criterioso de todas as atividades desenvolvidas pela empresa. O grande número de variáveis que interferem na qualidade requer a análise permanente de todo o processo, sobretudo porque há sempre elementos novos surgindo no cenário. Esses elementos são fatores que influenciam e modificam o plano/programa pré estabelecido.

Neste caso, a empresa objeto do estudo, deve avaliar o seu processo de produção, 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 de produção, ajudando-a na maximização dos lucros.

Portanto, é necessário que a ferramenta aplicada em algumas etapas do processo possam ser expandidas para as demais atividades da indústria, a fim de que se consiga atingir a melhoria da qualidade na sua totalidade. Não obstante, as indústrias de laticínios precisam começar a pensar que os resultados reais das melhorias obtidas só serão visíveis para o consumidor se as medidas adotadas conseguirem abranger toda a estrutura da empresa. Desta forma, o trabalho apresentado não esgota o assunto e algumas recomendações podem ser mencionadas.

Tendo em vista o enfoque da melhoria contínua, observa-se a necessidade de um estudo estatístico mais aprofundado a respeito de todo o processo avaliado, aplicando cartas de controle mais sofisticadas através da utilização de técnicas de séries temporais. É recomendável também que outros pontos críticos no processo sejam investigados nas demais atividades do processo de produção, mensurando-se os custos relacionados a

cada ponto escolhido, buscando a otimização destes e fazendo a relação custo/benefício ser satisfatória para a empresa.

Sugere-se que seja feito um acompanhamento sistemático por parte da empresa, coletando novas amostras em períodos mais longos de tempo em outros pontos críticos do processo, tais como: envase do leite *UHT*, processamento de queijo, iogurte, doce de leite, manteiga, entre outros, de modo a verificar o desempenho do processo em todas as atividades desenvolvidas pela empresa.

Finalmente, recomenda-se corrigir as autocorrelações existentes na variável peso dos sacos de leite (*bocas* 01 e 03), dado que a empresa objeto de estudo, até então não dispunha de qualquer ferramenta de controle de qualidade. Neste caso, aplicou-se as cartas de controle partindo-se da suposição de que o processo avaliado era normal, independente e identicamente distribuído.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA-MEJIA, Cesar A. Monitoring Reduction in Variability with the Range. IIIE Transactions, 1998, 30, pp. 515–523.

BRANDÃO, Sebastião C. Cardoso e REIS Jr., José Soares dos. Extinção dos Leites Tipo B e C: Utopia ou Necessidade Imperiosa?. Revista Leite & Derivados. n. 27, Março/Abril de 1996. pp. 52–56.

BRITO, José Renaldi Feitosa e BRITO, Maria Aparecida V. P. Conceitos Básicos da Qualidade do Leite. Revista Glória Rural Ano II, nº 20, Março de 1999, pp. 14–20.

CAMPOS, Vera. Antibiótico no leite é prejuízo certo dentro e fora da fazenda. Revista Balde Branco. Setembro – 1997. pp. 32–35.

CARUSO, João Gustavo Brasil e OLIVEIRA, Antônio Joaquim de. *LEITE: Obtenção e Qualidade do Produto Fluido e Derivados*. Piracicaba: FEALQ, 1996. 80p.

CARVALHO, Alexandre Bruno Moreno e FROSINI, Luiz Henrique. Qualidade Alimentar. Revista Controle de Qualidade. Outubro, 1995, pp. 16–33.

Consolidação das Normas e Padrões de Alimentos. *Resolução n. 33/77: Higiene e Normas Gerais da ABIA – Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação*. Atos dos Ministério da Saúde, Volume 1-A, pp. 7.14(77).

COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira Costa. *Estatística*. São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda, 1977, pp. 133–135.

DOBSON, Chris and Carolyn Ernst. ISO 9000: The Librarian's Role. *Information Outlook*, Washington, June 1999, pp. 1–6.

DRAIN, David. *Statistical Methods for Industrial Process Control*. Chapman & Hall Book. New York, 1996. p. 318.

- FERREIRA, Alair Helena e BRANDÃO, Sebastião Cesar Cardoso. Investir em Qualidade é Investir em Segurança. *Catálogo Brasileiro de Produtos & Serviços*, 1997, pp. 81–83.
- FIGUEIREDO, Luiz Guilherme Buchmann. *Implantação de um Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC/HACCP) na Produção do Leite Bovino*. Dissertação de Mestrado pela Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Florianópolis, Julho de 1998, 152 p, pp. 05.
- GOLDRATT, Eliyahu M. e COX, Jeff. *A Meta: Um Processo de Aprimoramento Contínuo*. Tradução: Claudiney Fullmann. São Paulo: Educator, 1997, 385p.
- GOMES, Eduardo Ribeiro e AMARAL, Paulo Marcos Osório. ISO 9000 (1994): O que Muda com a Revisão (I). *Revista Controle de Qualidade*. Setembro, 1995, pp. 48–60.
- GRIGG, Nigel P. Statistical Process Control in UK Food Production: an Overview. *British Food Journal*. 100/8 [1998]. pp. 371–379.
- GUJARATI, Damodar N. *Econometria Básica*. São Paulo: Makron Books, 2000. pp. 131–132.
- HAWKINS, Douglas M. and OLWELL, David H.. *Cumulative Sum Charts and Charting for Quality Improvement*. New York: Springer, 1997.
- HRADESKY, John L. *Aperfeiçoamento da Qualidade e da Produtividade: Guia Prático para Implementação do Controle Estatístico de Processo – CEP*. Tradução: Maria Cláudia de Oliveira Santos. São Paulo: McGraw-Hill, 1989, pp. 151
- KUME, Hitoshi. *Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade*. Tradução: Dario Ikuo Miyake, São Paulo: Editora Gente, 1993, 11^a ed., pp. 5.

- LAGO NETO, João Caldas do Lago. *O Efeito da Autocorrelação em Gráficos de Controle para Variável Contínua: Um Estudo de Caso*. Dissertação de Mestrado pela Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação do Curso de Engenharia de Produção. Florianópolis, 1999, pp. 13–14.
- MADRID, Antonio, CENZANO, I. e VICENTE, J.M. *Manual de Indústrias dos Alimentos*. São Paulo: Livraria Varela, 1995, pp. 100–112.
- MITCHELL, Bob. How to HACCP. *British Food Journal*. v. 94, n. 01, 1992, pp. 16–20.
- MONTGOMERY, Douglas C. *Introduction to Statistical Quality Control*. Canada: John Wiley & Sons, Inc, Third Edition, 1997.
- OLIVEIRA, Marcos Antonio Lima de. Brazil and ISO 9000: Why a Developing Country is a World Leader in Certification. *Quality Progress*, August, 1999, pp. 88–90.
- PETRUS, Cláudia Rita Fernandes Justo Souto. *Diagnóstico da Qualidade, Utilização de Ferramentas Estatísticas e Modelo de Relacionamento com Fornecedores em uma Indústria Cerâmica*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994. 160p.
- Relatório de Pesquisa Elaborado pela Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC) : *A Qualidade nas Empresas Catarinenses*, Florianópolis – 1996.
- RENTERO, Nelson. Leite com Acidez pode ser Evitado. Basta querer. *Revista Balde Branco*. Outubro – 1996. pp. 36–38.
- REYNOLDS Jr., Marion R., RAID W. Amin and ARNOLD, Jesse C. CUSUM Charts with Variable Sampling Intervals. *Technometrics*. November, 1990, v. 32, n. 4, pp. 371–384.

SCHÄFER, Kátia. Afinal, o que é ISO ?. Revista A & N – Alimentação e Nutrição. Ano XVII, n. 69, 1997, pp. 20–25.

SIQUEIRA, Luiz Gustavo Primo. *Controle Estatístico de Processos*. Equipe Grifo. São Paulo: Pioneira, 1997, Série Qualidade Brasil, Livro n. 9, pp.12–13.

SÔNAGO, Dubes. ISO-9000 é Termômetro da Competência Empresarial, Jornal Gazeta Mercantil – Santa Catarina: Página D-5, Segunda-feira, 26 de abril de 1999.

TEBOUL, James. *Gerenciando a Dinâmica da Qualidade*. Tradução: Heloísa Martins-Costa Editora Qualitymark – 1991.

WALDMANN, K. H. Bounds for the Distribution of the Run Length of One-Sided and Two-Sided CUSUM Quality Control Schemes. Technometrics, February, 1986, v. 28, n. 1, pp. 61–67.

YASHCHIN, Emmanuel. Performance of CUSUM Control Schemes for Serially Correlated Observations. Technometrics. February, 1992. v. 34, n. 1, pp. 54–63.

ANEXO I

Folha de Verificação						
Medida da temperatura do pasteurizador em °C						
Nome do Operador:						
Dia _____	Mês _____					
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Anotações
1° processamento						
2° processamento						
3° processamento						
4° processamento						
5° processamento						
6° processamento						
7° processamento						
8° processamento						
9° processamento						
10° processamento						
11° processamento						
12° processamento						
13° processamento						
14° processamento						
15° processamento						
16° processamento						
17° processamento						
18° processamento						
19° processamento						
20° processamento						

ANEXO II

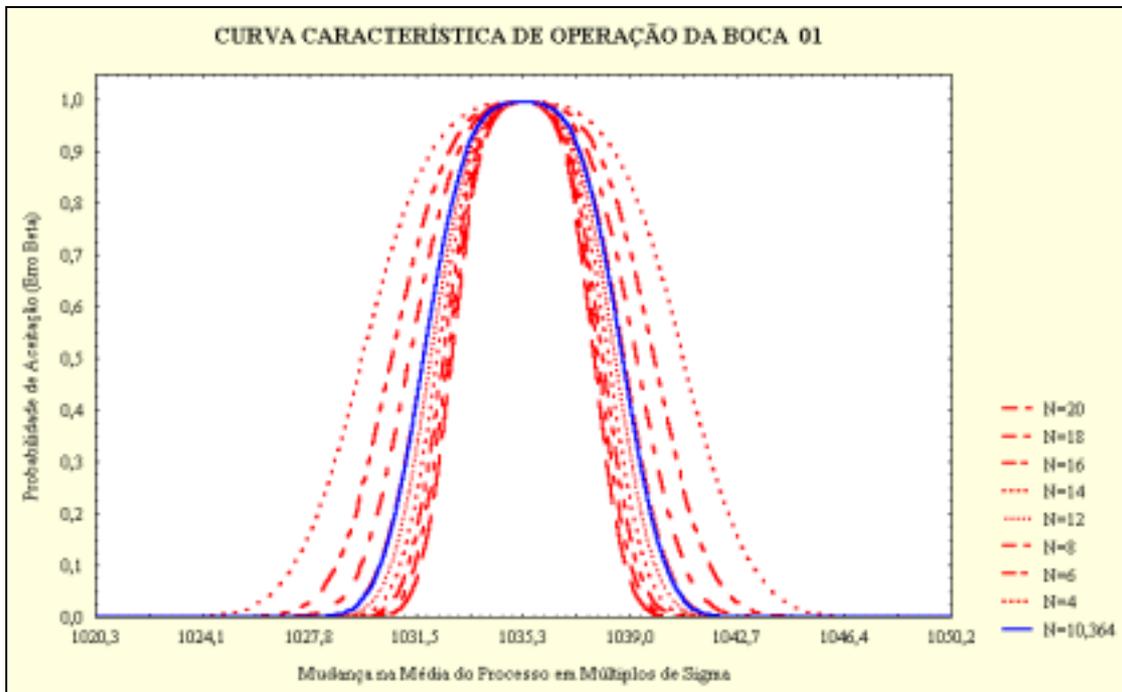


FIGURA 36: CURVA CARACTERÍSTICA DE OPERAÇÃO PARA O PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 01

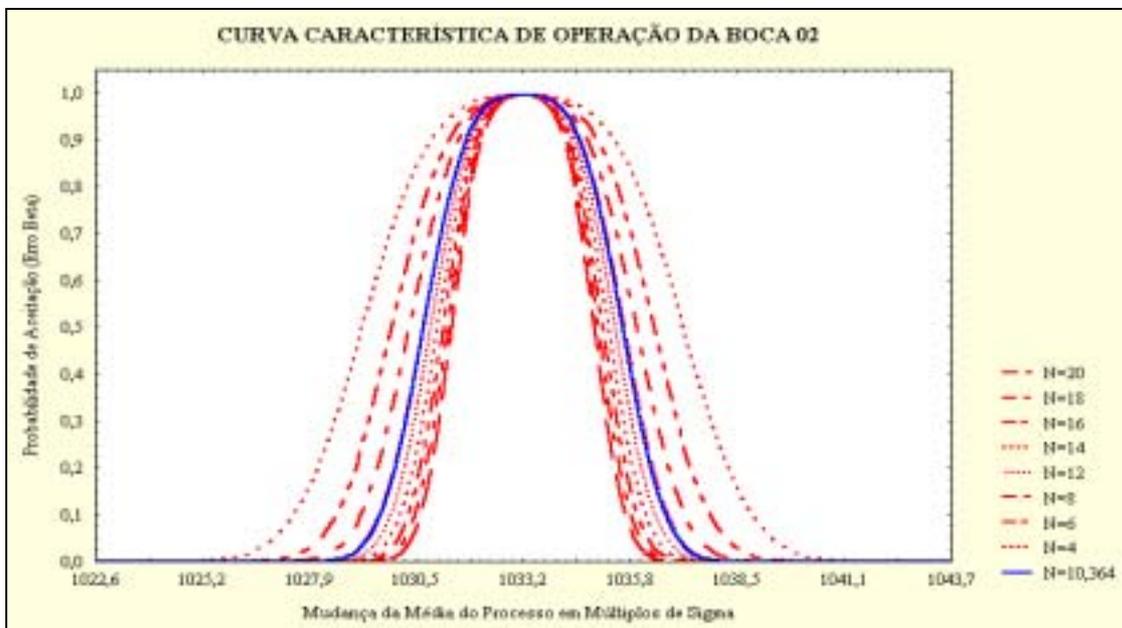


FIGURA 37: CURVA CARACTERÍSTICA DE OPERAÇÃO PARA O PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 02

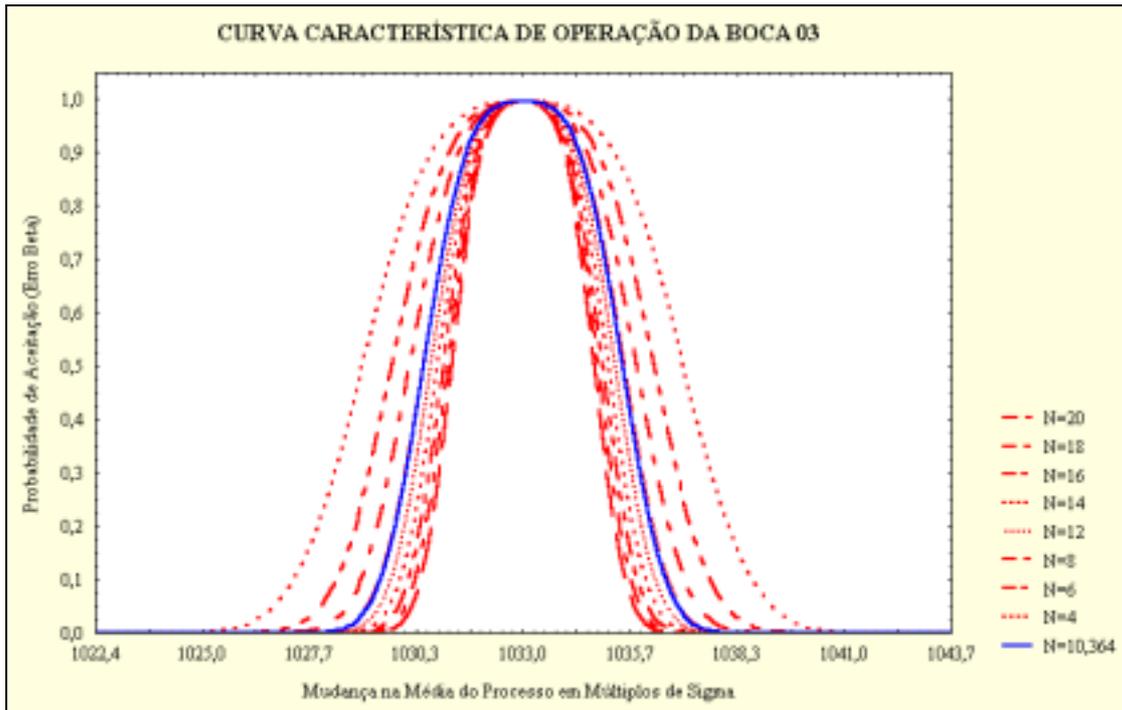


FIGURA 38: CURVA CARACTERÍSTICA DE OPERAÇÃO PARA O PESO DOS SACOS DE LEITE DA BOCA 03

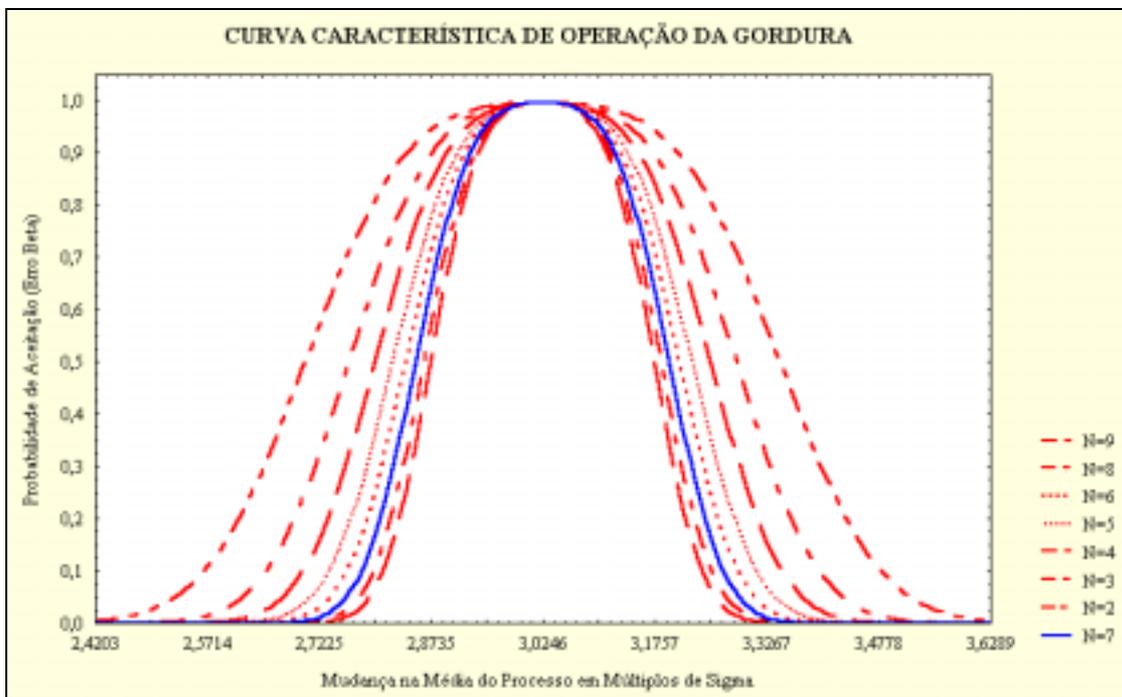


FIGURA 39: CURVA CARACTERÍSTICA DE OPERAÇÃO PARA A VARIÁVEL PERCENTUAL DE GORDURA