

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

ESTUDO DA QUALIDADE DO LEITE *IN NATURA*

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

Jiane Toller da Rocha

**Santa Maria, RS, Brasil
2009**

ESTUDO DA QUALIDADE DO LEITE *IN NATURA*

Por

Jiane Toller da Rocha

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

Orientadora: Dra. Angela Pellegrin Ansuj

**Santa Maria, RS, Brasil
2009**

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

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

ESTUDO DA QUALIDADE DO LEITE *IN NATURA*

Elaborada por
Jiane Toller da Rocha

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

COMISSÃO EXAMINADORA:

Angela Pellegrin Ansuji, Dra.(UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Ivanor Müller, Dr (UFSM)

Enio Junior Seidel, Msc. (UFSM)

Santa Maria, 17 de março de 2009.

AGRADECIMENTOS

Manifesto meus sinceros agradecimentos pela ajuda e compreensão recebida durante o curso e na realização deste trabalho:

Primeiramente, a Deus, por ter me dado forças e me iluminado neste período de aprendizagem.

À Universidade Federal de Santa Maria, especialmente ao Departamento de Estatística, pela oportunidade de realizar o Curso.

À Usina Escola de Laticínios da UFSM, em especial à Rosane Maria Coradini Noal pela oportunidade de poder realizar esta pesquisa. Aos professores do Programa de Pós-graduação em Estatística e Modelagem Quantitativa pelos conhecimentos transmitidos.

À professora Angela Pellegrin Ansuji, minha orientadora, pela contribuição, atenção e carinho na orientação do presente trabalho. Seu incentivo e amizade foram fundamentais!

Ao Msc. Enio Junior Seidel pela colaboração, amizade e disponibilidade.

Aos membros da banca examinadora pelas valiosas sugestões apresentadas para o engrandecimento deste trabalho.

A todos os colegas e novos amigos conquistados neste período, pela ajuda, amizade, e troca de informações, especialmente ao Joel, ao André e à Lucélia.

RESUMO

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

ESTUDO DA QUALIDADE DO LEITE *IN NATURA*

AUTORA: JIANE TOLLER DA ROCHA
ORIENTADORA: Dra. ANGELA PELLEGRIN ANSUIJ
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 17 de março de 2009.

O setor leiteiro vem se modernizando para produzir mais e com qualidade a fim de tornar-se mais competitivo. Além disso, existe uma crescente preocupação dos consumidores quanto à qualidade dos produtos lácteos e, sobretudo, da segurança alimentar. Assim, este estudo objetivou avaliar a qualidade do leite *in natura* fornecido à Usina Escola de Laticínios da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) utilizando o Controle Estatístico do Processo (CEP). Os dados foram obtidos das planilhas fornecidas pela Usina no período de setembro de 2004 a maio de 2005. Coletou-se 1696 amostras de leite entregue por 75 fornecedores das quais foram analisadas as variáveis: água excedente em percentual, acidez em graus Dornic e teor de gordura em percentual. Para a análise dos dados foi utilizada a estatística descritiva e o Controle Estatístico do Processo (CEP) que permite monitorar um conjunto de dados por meio de gráficos. Nesta análise foi utilizado o gráfico p, o qual leva em conta a fração de dados não-conformes. Também foi utilizado o Gráfico de especificação. Os resultados mostraram na estatística descritiva que a média do grau de acidez e do teor de gordura estão dentro dos limites aceitáveis. Porém, a média do percentual de água excedente é alta, ficando fora dos limites aceitáveis. No que se refere ao gráfico de frações não-conformes as três variáveis apresentaram pontos fora dos limites de controle. No Gráfico de especificação todas as variáveis apresentaram pontos fora dos limites. Porém, a água excedente apresentou somente dois pontos dentro dos limites de especificação.

Palavras-chave: Usina de Leite; Controle Estatístico do Processo (CEP); Gráficos de Controle

ABSTRACT

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

STUDY OF THE MILK QUALITY *IN NATURA*

AUTHOR: JIANE TOLLER DA ROCHA

ADVISER: Dra. ANGELA PELLEGRINI ANSUJ

Date and Place of Defense: Santa Maria, March 17th, 2009.

The dairy sector is getting modernized for producing more, with quality and being more competitive at market. Moreover, there is a consumers' increasing worry as for the quality of milk products, above all, the food safety. So, the objective of this study was to assess milk quality *in natura* supplied to the UFSM Dairy School Factory by utilizing the Statistical Process Control (SPC). The data were obtained from the spreadsheets provided by the Dairy School Factory of UFSM from September 2004 to May 2005. It was collected 1,696 milk samples delivered by 75 producers. From these milk samples the variables exceeding water in percentage, acidity in Dornic degrees, and fat content in percentage, were analyzed. For the data analysis the descriptive statistics and the Statistical Process Control (SPC), that allows monitoring a data set through graphics. In this analysis, the graphic p is used. It takes into account the fraction of nonconforming data. The Graphic of Specification is also utilized. In the descriptive statistics, the outcomes showed that the average of the degree of acidity and the fat content are within the acceptable limits. However, the mean of the percentage of exceeding water is high, staying off the acceptable limits. As regards to nonconforming fraction graphic, the three variables presented points out of the control limits. In the analysis, the Specification Graphics being utilized, all the variables presented points off the limits, however the exceeding water showed only two points within the specification limits.

Key words: Milk Plant; Statistical Process Control (SPC); Graphic of Control

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Participação dos produtos lácteos nas exportações brasileiras (nov/2007).....	19
Figura 2 – Gráfico <i>Box Plot</i> para o percentual de água excedente no leite.....	32
Figura 3 – Gráfico <i>Box Plot</i> para o grau acidez no leite.....	33
Figura 4 – Gráfico <i>Box Plot</i> para o teor de gordura no leite.....	33
Figura 5 - Gráfico de controle para o percentual de água excedente.....	35
Figura 6 - Gráfico de controle para o grau de acidez	36
Figura 7 – Gráfico de controle para o teor de gordura.....	37
Figura 8 - Gráfico de especificação do percentual de água excedente.....	38
Figura 9 - Gráfico de especificação do grau de acidez.....	38
Figura 10 - Gráfico de especificação do teor de gordura	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação mundial dos principais países produtores de leite de vaca - 2006.....	17
Tabela 2 - Produção de leite nos países da América do Sul, 1996-2006.....	18
Tabela 3 – <i>Ranking</i> da produção anual de leite por estado, Brasil, 2006.....	20
Tabela 4 – Requisitos físico-químicos do leite.....	22
Tabela 5 - Estatística descritiva.....	31
Tabela 6 - Matriz de correlação entre as variáveis ($p < 0,05$).....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APPCC - Programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

BPF - Boas Práticas de Fabricação

CBT - Contagem Bacteriana Total

CCS - Contagem de Células Somáticas

CEP - Controle Estatístico do Processo

CIL - Centro de Inteligência do Leite

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IN – Instrução Normativa

IT - Instrução Técnica

LC – Limite Central

LIC – Limite Inferior de Controle

LSC – Limite Superior de Controle

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio

PNMQL - Programa Nacional para Melhoria da Qualidade do Leite

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

URCAMP - Universidade da Região da Campanha

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1 Objetivo geral.....	11
1.1.2 Objetivos específicos.....	11
1.2 Justificativa.....	11
1.3 Estrutura da Monografia.....	12
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1 Leite.....	13
2.1.1 Organização da cadeia produtiva.....	14
2.1.2 Produção e comercialização no Brasil.....	16
2.1.3 Qualidade do leite segundo a Instrução Normativa (IN) 51/2002.....	21
2.2 Técnicas estatísticas de controle da qualidade.....	23
2.2.1 Controle Estatístico do Processo (CEP).....	23
2.2.2 Gráfico de controle para atributos.....	25
2.2.3 Gráfico de especificação.....	28
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....	29
3.1 Caracterização da área em estudo.....	29
3.2 Caracterização da pesquisa.....	29
3.3 Coleta de dados.....	30
3.4 Análise dos dados.....	30
CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	31
4.1 Análise descritiva.....	31
4.2 Análise de correlação.....	34
4.3 Gráficos de controle para a fração não-conforme.....	35
4.4 Gráficos de especificação.....	37
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação com a qualidade de seus produtos e a manutenção da competitividade tornou-se um constante desafio para as empresas. No setor leiteiro não é diferente, pois vem se modernizando para produzir mais e com qualidade a fim de tornar-se mais competitivo no mercado. Além disso, existe uma crescente preocupação dos consumidores quanto à melhoria da qualidade e, sobretudo, da segurança alimentar (LOPES e CARRARO, 2002).

Neste sentido Murphy e Boor (2000), afirmam que a qualidade dos produtos lácteos depende de cuidados desde a fonte de produção, até a mesa do consumidor. A contaminação do leite pode ocorrer devido ao estado de saúde do animal, à falta de higiene e limpeza durante a ordenha e à utilização de equipamentos inadequados. Por isso, é de extrema importância o controle de qualidade envolvendo cada etapa de produção, de forma a garantir um produto final com qualidade.

O Ministério da Agricultura, na década de 90, demonstrou sensibilidade à problemática ao criar o grupo de trabalho extra-oficial composto por fiscais federais experientes e por professores universitários que resultou na proposta inicial do Programa Nacional para Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL). Os objetivos do referido grupo de trabalho foi desenvolver estratégias para melhorar a qualidade do leite brasileiro, e propor mudanças na legislação e na administração do sistema de qualidade do leite (BRANDÃO, 2002).

Em 2002 foi criada a Instrução Normativa (IN) 51/2002 que entrou em vigor a partir de julho de 2005 para as regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste. Entre os regulamentos técnicos introduzidos nessa legislação, está a fixação de requisitos mínimos de qualidade que deve apresentar o Leite Cru Refrigerado nas propriedades rurais. Entre outros pontos, a lei estabelece a obrigatoriedade de refrigeração do leite na propriedade (máximo de 7°C) e transporte de leite a granel (PIVARO, 2005).

O objetivo desta normativa é fixar as condições sob as quais, o Leite Cru Refrigerado, independentemente do seu tipo, deve ser coletado na propriedade rural e transportado a granel, visando promover a redução geral de custos de obtenção e, principalmente, a conservação de sua qualidade até a recepção em estabelecimento submetido à inspeção sanitária oficial. Também descreve o procedimento da coleta de Leite Cru Refrigerado a

Granel que consiste em recolher o produto em caminhões com tanques isotérmicos construídos internamente de aço inoxidável, através de mangote flexível e bomba sanitária, acionada pela energia elétrica da propriedade rural, pelo sistema de transmissão ou caixa de câmbio do próprio caminhão, diretamente do tanque de refrigeração por expansão direta ou dos latões contidos nos refrigeradores de imersão (BRASIL, 2002).

Devido à importância e à necessidade de se obter leite com qualidade e segurança para o consumidor objetivou-se neste estudo avaliar a qualidade do leite *in natura* fornecido à Usina Escola de Laticínios da Universidade Federal de Santa Maria, utilizando o Controle Estatístico do Processo (CEP).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade do leite *in natura* fornecido à Usina Escola de Laticínios da Universidade Federal de Santa Maria, utilizando o Controle Estatístico do Processo (CEP).

1.1.2 Objetivos específicos

- analisar o comportamento das variáveis: água excedente em percentual, acidez em graus Dornic e gordura em percentual;
- testar a existência de correlações fortes para aplicação do CEP multivariado;
- aplicar os gráficos de controle para atributos para avaliar a qualidade do leite *in natura*;
- utilizar gráficos de especificação para avaliar o comportamento médio das amostras de leite *in natura* fornecidas à Usina.

1.2 Justificativa

A produção e comercialização de leite com qualidade é de suma importância para os consumidores, tendo em vista sua grande influência nos hábitos de consumo e a enorme variedade de produtos derivados do leite. Por isso, é necessário conhecer algumas características sobre a qualidade do leite produzido na empresa em estudo, de forma que a

mesma possa tomar medidas de melhorias, quando necessárias, que contemplem a legislação pertinente e atenda aos requisitos dos consumidores.

Utilizar o CEP para avaliar e monitorar a qualidade do leite recebido dos fornecedores poderá colaborar no processo de gerenciamento da qualidade, justificando assim, a elaboração desta pesquisa.

1.3 Estrutura da Monografia

Este trabalho foi dividido em 5 capítulos. O Capítulo 1 aborda a introdução, os objetivos, a justificativa e a estrutura do trabalho. O Capítulo 2 traz a revisão da literatura que embasa o presente trabalho, abordando os tópicos: leite, organização da cadeia produtiva, produção e comercialização no Brasil, qualidade do leite segundo a Instrução Normativa IN 51/2002, técnicas estatísticas de controle da qualidade, Controle Estatístico do Processo (CEP), gráfico de controle para atributos e gráficos de especificação. O Capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento da Monografia, com enfoque na área de estudo, na caracterização da pesquisa, na forma de coleta dos dados e nas técnicas para a análise dos dados. O Capítulo 4 apresenta a análise e discussão dos resultados. No Capítulo 5 está a conclusão final. As referências bibliográficas encerram o presente trabalho.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são abordados os tópicos: leite; organização da cadeia produtiva; produção e comercialização no Brasil; qualidade do leite segundo a Instrução Normativa IN 51/2002; técnicas estatísticas de controle da qualidade; Controle Estatístico do Processo (CEP); gráfico de controle para atributos e gráficos de especificação.

2.1 Leite

O leite é um alimento que apresenta grande valor nutricional sendo uma grande fonte de proteínas, vitaminas A, D, E, K e caroteno, ácidos graxos que servem para prevenir alguns tipos de câncer, como de intestino, mama e estômago, além de ajudar na resistência a outros tipos de doenças.

A utilização do leite de vaca na alimentação dos brasileiros começou com a chegada dos colonizadores portugueses no Brasil. Desde então, os sistemas de produção e comercialização vêm sofrendo mudanças e modificações. O sistema de produção que começou na área rural com utilização doméstica passou a se modificar com a urbanização da população no século passado. No início do século o leite era ordenhado e vendido nas ruas, em frente às residências dos compradores e consumidores, os vendedores eram chamados de “vaqueiros”. Tempos depois, devido às legislações, o comércio do leite teve de passar a ser feito dentro de estabelecimentos comerciais, e sua distribuição passou a ser feita por carroças puxadas por cavalos. Surge, então, uma nova técnica para manter o leite por mais tempo armazenado, sem comprometer sua qualidade - a pasteurização. Criada por Lois Pasteur, a pasteurização do leite proporcionou sua conservação contra a ação de microorganismos patógenos por um longo período de tempo. Mas o que fez impulsionar a produção e a oferta de leite e também de seus derivados foi a descoberta e a utilização da refrigeração na conservação desses produtos, a partir da revolução industrial. Atualmente o sistema de produção de leite se modernizou, com novas tecnologias, controle da qualidade e técnicas avançadas proporcionando, assim, o aumento da produtividade e agregar valores ao produto in natura.

Atualmente, o leite pode ser encontrado nos supermercados em diferentes tipos, de acordo com suas propriedades e técnicas de conservação. De acordo com o Centro de

Inteligência do Leite (CIL) da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG, 2008), os tipos de leite produzidos no Brasil e sua descrição são: longa vida é aquele que foi ultra pasteurizado, utilizando-se uma elevada temperatura e depois envasado assepticamente; o leite tipo A é aquele que foi produzido, beneficiado (pasteurizado) e envasado em estabelecimento denominado Granja Leiteira; tipo B, é o leite ordenhado e refrigerado ainda na propriedade rural, para depois ser transportado e pasteurizado na indústria; tipo C, não foi resfriado na propriedade rural, mas deve ser entregue na indústria para pasteurização até às 10h do dia da ordenha; leite esterilizado, é o leite pré-aquecido, embalado e esterilizado em alta temperatura, na embalagem, em seguida é resfriado; homogeneizado, é aquele que a gordura foi uniformemente distribuída. O leite pode ser ainda desnatado, semi-desnatado ou integral, enriquecido com vitaminas, ferro, cálcio ou substâncias que ajudam a prevenir doenças.

Essas mudanças ocorridas nos sistemas de produção, industrialização e transformação em subprodutos agregaram valor ao leite. Tudo isso aliado ao crescimento populacional mundial e à necessidade de mais alimentos está ocasionando um significativo aumento na demanda por este produto. De acordo com Carvalho (2008), a demanda por este tipo de alimento tende a crescer de acordo com o ritmo do crescimento populacional mundial. O autor afirma que somente na China, no período de 2000 a 2005 o consumo de leite cresceu mais do que outros alimentos, visto que o consumo per capita saltou de 9,9 kg para 17,9 kg no mesmo período. No Brasil o consumo também está aumentando. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no terceiro trimestre de 2007 houve um aumento de 10,3% e no quarto trimestre 6,2% em relação ao mesmo período de 2006.

Assim, pode-se perceber que o sistema produtivo do leite tende cada vez mais à modernização, visando à produtividade, à qualidade e o atendimento da crescente demanda por este produto e por seus derivados.

2.1.1 Organização da cadeia produtiva

O leite que chega à mesa do consumidor passa por vários setores e processos. No decorrer desse caminho cada agente integrante da cadeia produtiva desempenha um importante papel para que a sociedade tenha acesso a produtos seguros e com qualidade.

Segundo Dürr (2008), o leite de baixa qualidade poderá causar danos à saúde do consumidor e comprometer a credibilidade da cadeia como um todo. Assim, é imprescindível

que toda a cadeia produtiva seja conscientizada dos benefícios da utilização de ferramentas e técnicas da qualidade na produção e comercialização do leite.

A cadeia produtiva começa na propriedade rural, no tratamento e alimentação do gado leiteiro, ordenha; transporte; até os cuidados na gôndola dos supermercados, onde o leite deve estar dentro do prazo de validade e as embalagens em bom estado de conservação, entre outros cuidados.

Visando manter a qualidade do leite a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) vem criando constantemente Instruções Normativas e técnicas para orientar diferentes elos dessa cadeia. Dentre as Instruções tem-se a Instrução Técnica para o Produtor de Leite nº 10 (IT 10) que orienta sobre o manejo correto para a ordenha manual. Essa Instrução estabelece normas sobre o local de ordenha, a mão-de-obra, o manejo do animal, manejo de ordenha e cuidados com o leite após a ordenha.

Segundo a IT 10, o local de ordenha deve ser limpo, seco, arejado e distante de esterqueiros, galinheiros e fossas que favorecem a proliferação de moscas. Os ordenhadores devem se saudáveis, trabalhar com roupas e mãos limpas e ter bons hábitos higiênicos. “Na ordenha, as mãos do ordenhador, na maioria das vezes, são as fontes primárias de contaminação das tetas e leite” (Noal, 2006, p. 35). As vacas devem ser manejadas com calma e a vacinação e o tratamento de doenças deve ser feitos em local diferente da ordenha. O leite deve ser resfriado a 4°C ainda na propriedade, além de outros cuidados específicos constantes na referida Instrução.

Quanto à coleta e o transporte do leite da propriedade até a indústria de processamento, existe a Instrução Técnica 22 (IT 22). Esta IT descreve o procedimento da coleta de Leite Cru Refrigerado a Granel, que consiste em recolher o produto em caminhões com tanques isotérmicos construídos internamente de aço inoxidável, através de mangote flexível e bomba sanitária. O transportador é responsável por fazer a análise, pelo teste de Alizarol, e a homogeneização do leite ainda na propriedade, pela higienização dos equipamentos e pela manutenção da temperatura adequada até a entrega.

Após o transporte o leite é processado e deve ser manipulado observando-se algumas regras de higiene e limpeza. Segundo Hazelwood e Mclean (1994), o manipulador de alimentos tem a obrigação legal e moral de evitar a contaminação devido à falta de higiene, devendo ter cuidados com as mãos, pele, ferimentos, orelhas, nariz, boca, hábito de fumar, uso de jóias e roupas. Para Laticínio (2003), existe um método para lavar as mãos corretamente que deve ser repassado aos funcionários da empresa, inclusive colocado em cartazes próximo onde ocorre a lavagem. Esse método constitui-se dos seguintes passos:

umedecer as mãos com água, colocar o detergente nas mãos, esfregar e lavar as mãos na seguinte seqüência: palma, dorso, espaço entre os dedos, polegar, unha e ponta dos dedos, articulação, punhos e antebraço, enxaguar em água corrente, enxugar com papel toalha e, finalmente, utilizar solução sanitizante.

O tempo de duração do leite nas gôndolas dos supermercados depende dos cuidados dos produtores durante a ordenha, da refrigeração imediata do leite cru na fazenda, da redução do tempo de armazenagem antes da pasteurização e sua manutenção em baixa temperatura durante a estocagem. Pesquisa realizada na Universidade da Região da Campanha (URCAMP), analisou qual a influência do tempo de armazenagem do leite cru e da temperatura de refrigeração do leite pasteurizado na vida útil deste alimento na prateleira dos revendedores. Conforme o responsável pela pesquisa, Sanvido (2007), o resultado mostrou que o leite cru que foi armazenado durante 7 dias e depois de pasteurizado foi conservado em temperatura de $10 \pm 1^\circ\text{C}$ teve uma duração de apenas 2,3 dias na prateleira, enquanto que o leite que foi armazenado por 0 dia e resfriado a uma temperatura de $5 \pm 1^\circ\text{C}$ teve uma duração na prateleira de 10,7 dias. Isso mostra a importância de se manter o leite cru durante pouco tempo armazenado e na temperatura adequada para sua conservação.

Porém, segundo Santos (2007), somente a refrigeração não é suficiente. A falta de higiene na ordenha irá favorecer o aparecimento de microorganismos psicrotóxicos que produzem enzimas resistentes à refrigeração e que causam a deterioração do leite. Assim, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) percebeu, também, a necessidade da existência de um programa de qualidade que contemplasse produtores rurais e extensionistas e deu início à implantação, em nível nacional, do Programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) no campo. Segundo Moretti (2004), a EMBRAPA está investindo nas Boas Práticas de Fabricação (BPF), cartilhas, cursos e palestras direcionados aos produtores rurais. O APPCC é um Programa de qualidade que foi criado na década de 60 para proteger os astronautas de possíveis contaminações dos alimentos. No Brasil foi introduzido somente na década de 90, espalhando-se por vários setores da indústria de alimentos, proporcionando que os mesmos sejam produzidos com mais qualidade e segurança para a população.

2.1.2 Produção e comercialização no Brasil

O Brasil ocupa o sexto lugar em produção de leite de vaca no mundo. Como pode ser verificado na Tabela 1, sua produção em 2006 foi de 25.333 mil toneladas, representando

4,6% da produção mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, Índia, China, Rússia e Alemanha. Os Estados Unidos lideram a produção mundial, com 15% do total.

Tabela 1 - Classificação mundial dos principais países produtores de leite de vaca – 2006.

	Países	Produção (mil t) 2006	Percentual do	
			Total	Acumulado
1°	Estados Unidos	82.463	15.0	15.0
2°	Índia	39.775	7.2	22.2
3°	China	32.249	5.7	27.9
4°	Rússia	31.074	5.7	33.6
5°	Alemanha	28.453	5.2	38.8
6°	Brasil	25.333	4.6	43.4
7°	França	24.195	4.4	47.8
8°	Reino Unido	14.577	2.7	50.5
9°	Nova Zelândia	14.498	2.6	53.1
10°	Ucrânia	12.988	2.4	55.5
11°	Polônia	11.982	2.2	57.7
12°	Itália	11.012	2.0	59.7
13°	Países Baixos	10.532	1.9	61.6
14°	Austrália	10.250	1.9	63.5
15°	México	10.029	1.8	65.3
16°	Turquia	10.026	1.8	67.1
17°	Paquistão	9.404	1.7	68.8
18°	Japão	8.133	1.5	70.3
19°	Argentina	8.100	1.5	71.8
20°	Canadá	8.100	1.5	73.3
	Outros Países	146.521	26.7	100,0
	TOTAL	549.694	100,0	

Fonte: EMBRAPA Gado de Leite (2008).

Entretanto, quando se está analisando em relação à produção de leite dos países da América do Sul, pode-se verificar que o Brasil ocupa a primeira posição, com 50,43% da produção total, conforme dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (Tabela 2). Observa-se também que a Argentina e a Venezuela tiveram uma variação negativa na produção entre os anos de 2001 e 2006 enquanto que no Brasil ocorreu um acréscimo em torno de 19,8%.

Tabela 2 - Produção de leite nos países da América do Sul, 1996-2006.

Países	Produção de leite (mil t)			Variação (%) 2006/01	% total 2006
	1996	2001	2006		
Brasil	19.089	21.146	25.333	19,8	50,43
Argentina	9.140	9.769	8.100	-17,1	16,13
Colômbia	5.332	6.302	6.770	7,4	13,48
Equador	1.951	2.431	2.537	4,4	5,05
Chile	1.924	2.190	2.400	9,6	4,78
Venezuela	1.449	1.400	1.348	-3,8	2,68
Uruguai	1.302	1.506	1.770	17,6	3,52
Peru	905	1.115	1.330	19,3	2,65
Paraguai	404	331	372	12,5	0,74
Outros Países	241	209	272	30,1	0,54
América do Sul	41.737	46.398	50.232	8,3	100,00

Fonte: Embrapa Gado de Leite (2008).

Observando-se a produção brasileira, no ranking anual de leite por estado (Tabela 3), o estado que mais produz é o de Minas Gerais, com 27,93% da produção nacional, seguido dos estados de Goiás com 10,65%, Paraná com 10,34% e do Rio Grande do Sul, em 4º lugar, com 10,29%. Estes estados, juntos contribuem com 59,21% do total da produção de leite no Brasil.

Em relação à produtividade litros por vaca, na maioria dos estados brasileiros é baixa e, apresenta uma grande variação - entre 309 litros e 2180 litros de leite por vaca ordenhada no Brasil. Santa Catarina é o Estado que apresenta a maior produtividade (2180 litros/vaca), em seguida tem-se o Paraná (2119 litros/vaca) e Goiás (1954 litros/vaca). Segundo Stock e Carneiro (2007), 8% da produção de leite do país vem de um pequeno número de fazendas, estimadas em 1.500, nas quais predomina a produção intensiva. Os autores afirmam que estas são fazendas com produtividade superior a 12 litros por vaca por dia e produção diária superior a 2.000 litros. Todo alimento é fornecido no cocho, durante o ano inteiro. O restante da produção é feito de forma extensiva, semi-extensiva e especializada. A forma extensiva é a que apresenta menor produtividade. Não envolve tecnologia, as vacas se alimentam de pasto no campo e sal fornecidos pelo proprietário e os custos são altos por imobilizar grande quantidade de terras. Tudo isso faz com que a produção seja baixa e o produtor obtenha um baixo retorno sobre o investimento. São produzidos menos que 4 litros de leite/vaca/dia. O aumento da produtividade pode ser alcançado se os produtores começarem a investir em tecnologia, no melhoramento genético do gado de leite, melhor gestão das fazendas e na

alimentação das vacas, obtendo assim, maior lucratividade e competitividade no mercado externo.

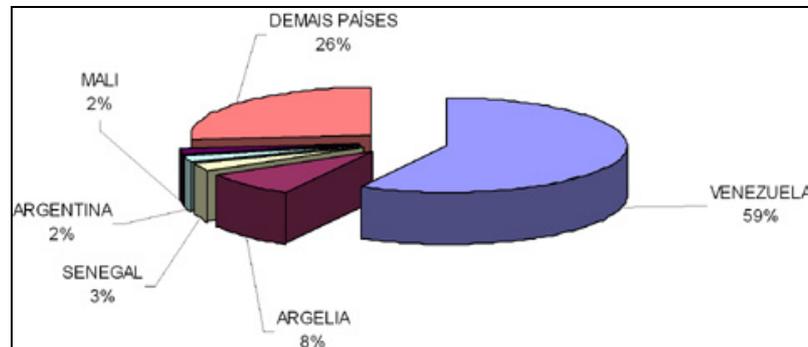


Figura 1: Participação dos produtos lácteos nas exportações brasileiras (nov./2007).

Fonte: EMBRAPA Gado de Leite (2008).

Quanto à comercialização do leite e seus derivados está ocorrendo um *superávit* na balança comercial. Segundo dados do IBGE, no 4º trimestre de 2007 foram comercializadas externamente 3,6 mil toneladas de leite *in natura*, aumento de 63,6% com relação ao 3º trimestre do mesmo ano. As exportações do setor lácteo também vêm crescendo. Conforme dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) as exportações no mês de novembro de 2007 tiveram um aumento de 55% em relação ao mês anterior. O principal produto lácteo exportado é o leite em pó, e os países que mais importam do Brasil são Venezuela (1º lugar), Argélia (2º lugar), Senegal (3º lugar) e Mali (4º lugar), conforme Figura 1.

Apesar do aumento na produção de leite no Brasil, a produtividade ainda é baixa na maioria dos estados e, requer mais investimentos junto aos pequenos produtores para que o país acompanhe o crescimento mundial da demanda.

Tabela 3 - Ranking da produção anual de leite por estado, Brasil, 2006.

	Estados	Produção de Leite (milhões de litros)	Produtividade (litros/vaca)	*Produtividade (litros/hab.)
1º	Minas Gerais	7.094	1.476	364
2º	Goiás	2.704	1.954	260
3º	Paraná	2.625	2.119	239
4º	Rio Grande do Sul	2.614	1.140	456
5º	São Paulo	1.744	1.092	42
6º	Santa Catarina	1.710	2.180	287
7º	Bahia	906	535	65
8º	Rondônia	691	595	97
9º	Pará	637	673	408
10º	Mato Grosso	630	1.361	74
11º	Mato Grosso do Sul	584	1.125	204
12º	Rio de Janeiro	490	973	213
13º	Espírito Santo	468	1.185	30
14º	Pernambuco	434	1.117	125
15º	Ceará	380	798	46
16º	Maranhão	341	653	55
17º	Alagoas	243	1.234	121
18º	Tocantins	235	932	77
19º	Rio Grande do Norte	228	1.441	75
20º	Sergipe	217	465	163
21º	Paraíba	155	764	43
22º	Acre	98	605	143
23º	Piauí	80	395	26
24º	Amazonas	45	565	14
25º	Distrito Federal	38	1.573	14
26º	Roraima	6	309	14
27º	Amapá	4	583	7
	BRASIL	25.398	1.213	136

Fonte: Embrapa Gado de Leite (2008).

2.1.3 Qualidade do leite segundo a Instrução Normativa (IN) 51/2002

O leite é um produto que faz parte da alimentação da maioria dos brasileiros, seja na forma *in natura* ou através de seus derivados. Por isso, os cuidados com sua segurança e qualidade deve ser um fator primordial.

Segundo Richter et al. (1992), a qualidade microbiológica dos alimentos é determinada pelas suas condições higiênico-sanitárias. Além disso, a qualidade do leite depende também da sua composição, como o teor de gordura e os minerais. Alguns fatores como a genética, idade do animal, manejo de ordenha, nutrição e doenças podem alterar a composição do leite e comprometer sua qualidade. Conforme Tronco (1996, p. 188), “o teor de gordura é um dos componentes que sofre maior variação se compararmos com os demais componentes do leite”. A autora afirma que isto ocorre devido a fatores fisiológicos como raça do animal, alimentação, estação do ano, entre outros; e não fisiológicos como desnate parcial ou total e adição de água no leite.

A qualidade do leite depende, além de outros fatores, de medidas governamentais que contemplem toda cadeia produtiva. Por isso, a legislação brasileira criou a Instrução Normativa 51/2002 (IN 51) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que trouxe consideráveis mudanças na monitoração da qualidade do leite ainda na propriedade rural. “Para a IN 51/2002, o objetivo principal é aumentar a qualidade do leite para melhor atender ao consumidor e viabilizar as exportações” (Noal, 2006, p. 30).

Entre outros pontos, a lei estabelece a obrigatoriedade de refrigeração do leite na propriedade (máximo de 7°C) e transporte de leite a granel (PIVARO, 2005). Os equipamentos de refrigeração que devem ser utilizados para o resfriamento do leite, segundo a Normativa é o tanque de refrigeração por expansão direta com temperatura igual ou inferior a 4°C, e o tanque de refrigeração por imersão, com temperatura igual ou inferior a 7°C.

A Legislação define leite cru refrigerado como sendo o leite oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias refrigerado a uma temperatura máxima de 7°C na propriedade rural/tanque comunitário e 10°C no estabelecimento processador e transportado até um posto de refrigeração de leite ou estabelecimento industrial em carro-tanque isotérmico.

Quanto à qualidade do leite cru refrigerado são observados alguns requisitos na IN51/2002 para que seja comercializado. Entre eles: ausência de resíduos de antibióticos; ausência de neutralizantes da acidez e reconstituintes de densidade e requisitos físico-

químicos conforme Tabela 4. Esses requisitos devem ter um controle diário, para a qualidade do leite, quando do seu recebimento no estabelecimento beneficiador.

Tabela 4 – Requisitos físico-químicos do leite.

Requisitos	Limites
Matéria gorda, g/100g	Teor original, com mínimo de 3,0
Densidade relativa a 15/12 C g/ml	1,028 a 1,034
Acidez titulável, g ácido láctico/100 ml	0,14 a 0,18
Extrato seco desengordurado, g/100g	Mínimo 8,4
Índice Crioscópico máximo	-0,530°H(equivalente a -0,512°C
Proteínas, g/100g	Mínimo 2,9
Água excedente	0 a 3% *

Fonte: Adaptado da Revista Indústria de Laticínios Nova Legislação de Produtos Lácteos: Revisada, Ampliada e Comentada (LERAYER et al., 2002, p. 201).

*Limites atribuídos pela Usina, conforme Ansuj (2000).

Conforme Ansuj (2000), acidez é um requisito que influencia fortemente na porcentagem de rejeição do leite recebido dos fornecedores.

Para Chaves (1993), Santos (1996), Giordano (1996) e Rego (1996), a preocupação com a segurança de um produto alimentício deve começar durante seu desenvolvimento. Para que o leite cru refrigerado possua a qualidade desejada deve ser seguidas algumas orientações para a coleta, transporte e descarga. Conforme a IN51/2002, o tempo entre a ordenha e seu recebimento no estabelecimento beneficiador deve ser de no máximo 48 horas, com recomendações de que seja feito em 24 horas. Se o estabelecimento realiza a recepção de diferentes tipos de leite, deve ser primeiro descarregado o leite tipo B ou utilizar plataformas separadas para a recepção.

A qualidade do leite é medida de acordo com suas características físico-químicas, levando em consideração o aspecto, sabor, cor, odor, ausência de neutralizantes da acidez e reconstituintes de densidade, requisitos microbiológicos, contagem de células somáticas e resíduos químicos. Quanto ao leite cru refrigerado a IN 51/2002 estabelece algumas características que devem ter o controle. Esse controle, segundo a normativa, envolve a realização dos testes de temperatura, o teste de alizarol, acidez titulável, índice crioscópico, densidade relativa, teor de gordura, pesquisa de fosfatase alcalina (quando a matéria-prima for proveniente de usina e/ou fábrica), pesquisa de peroxidase (quando a matéria-prima for

proveniente de usina e/ou fábrica), pesquisa de neutralizantes da acidez e de reconstituintes da densidade.

A IN contempla também a contagem de células somáticas (CCS) no leite:

De acordo com essa Instrução Normativa, a partir de julho de 2007 a CCS passou a ser requisito de qualidade e identidade do leite para todas as Regiões do Brasil. Os limites máximos estabelecidos para CCS em tanques de expansão individual com leite cru refrigerado inicialmente foram de 1.000.000 células/ml, com redução prevista para 750.000 e posteriormente 400.000 (SOUZA et al., 2008, p. 01).

A contagem de células somáticas (CCS) no leite é uma ferramenta utilizada a várias décadas para controlar e prevenir a mastite nos rebanhos leiteiros. De acordo com Souza et al. (2008), se a CCS estiver acima de 200.000 células/ml, há pelo menos um quarto mamário da vaca leiteira infectado por patógenos específicos da mastite, como *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*. A partir da implantação da IN51/2002 a análise da CCS, de contagem bacteriana total (CBT) e composição de todo leite cru deve ser feita todo mês e em laboratórios credenciados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

Assim, percebe-se que estão sendo tomadas medidas governamentais para que esse produto seja produzido com qualidade e segurança e atenda aos anseios dos consumidores. Também, para que os requisitos de qualidade sejam atendidos todo processo de matérias-primas e componentes necessitam ser criteriosamente avaliados e conhecidos e a legislação brasileira deve ser cumprida e fiscalizada.

2.2 Técnicas estatísticas de controle da qualidade

A seguir são expostas técnicas estatísticas utilizadas na prevenção e controle da qualidade de processos produtivos.

2.2.1 Controle Estatístico do Processo (CEP)

A maioria dos fatores que influencia a qualidade dos processos e dos produtos/serviços finais pode ser controlada nas diversas etapas de produção pela utilização de ferramentas de gestão da qualidade. Segundo Wagner e Rosa (2003), essas ferramentas fornecem informações precisas sobre a natureza das variações de padrões de controle pré-estabelecidos e seus possíveis reflexos na qualidade dos produtos/serviços, bem como linhas de ação em relação a produtos que não atendam aos padrões acordados entre a empresa e o cliente.

Uma das ferramentas de controle da qualidade muito utilizada pelas empresas é o CEP, a qual utiliza técnicas estatísticas para medir a variabilidade do processo e manter a qualidade do produto de acordo com suas especificações. A implantação do CEP apresenta uma série de vantagens e benefícios: melhoria da qualidade do produto, melhoria na relação cliente-fornecedor, rastreabilidade do processo desde o produto final até matéria-prima, entre outras. As principais técnicas utilizadas no CEP são os gráficos de controle por variáveis e gráficos de controle por atributos. Estes gráficos ou cartas de controle têm como objetivo detectar desvios de parâmetros representativos do processo e identificar se o processo está ou não sob controle estatístico, reduzindo a quantidade de produtos fora de especificação e custos de produção. Conforme Juran e Gryna (1993), um processo está sob controle se todas as médias e amplitudes dos subgrupos de dados em análise encontram-se dentro dos limites de controle.

Segundo Paladini (2002), através dos gráficos de controle podem ser separados os efeitos da variabilidade causada pelas chamadas causas comuns ou aleatórias, ou seja, aquelas inerentes à natureza do processo produtivo, das causas especiais, ou aquelas derivadas da atuação de variáveis específicas e controláveis sobre o processo. Para Juran e Gryna (1993), as causas especiais podem ser economicamente descobertas, diagnosticadas e eliminadas. Porém, as causas aleatórias não podem ser removidas sem mudanças drásticas no processo.

O controle estatístico é implantado por meio de um ciclo no qual são coletados dados do processo, realizadas análises e posteriormente apresentadas propostas de melhorias para atingir melhores patamares no processo produtivo. Na primeira etapa as cartas de controle são preparadas para a coleta dos dados e estas são entregues para a produção. Os dados são então levantados e a partir de uma análise gráfica (ou mesmo utilizando testes estatísticos) verifica-se se existem causas especiais atuando no processo. Se existirem, deve-se identificá-las e eliminá-las até que o processo esteja sobre controle. Uma vez garantido o controle, esses gráficos são utilizados para a geração de índices futuros de desempenho.

Os gráficos de controle por variáveis baseiam-se em medições de escala contínua, como peso, altura e comprimento. Já os gráficos de controle por atributos baseiam-se em uma classificação descontínua, ou seja, na verificação da presença ou ausência das características de qualidade de um produto.

Segundo Montgomery (2004), os gráficos de controle por variáveis para três desvios-padrões com amostras de tamanho n e média das médias $\bar{\bar{X}}$ são obtidos através do cálculo dos limites de controle. Esses limites são calculados através das equações 1, 2 e 3 plotando-se os pontos em gráficos onde tem-se um Limite Central de Controle (LC), um Limite Superior de

Controle (LSC) e um Limite Inferior de Controle (LIC). Para a utilização desses gráficos deve-se inicialmente verificar a normalidade dos dados por meio de testes estatísticos, como o teste Qui-Quadrado, *Kolmogorov-Smirnov*, *Lilliefors*, entre outros.

$$\bar{\bar{X}} - \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = \text{Limite Inferior de Controle (LIC)} \quad (1)$$

$$\bar{\bar{X}} = \text{Linha Central (LC)} \quad (2)$$

$$\bar{\bar{X}} + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = \text{Limite Superior de Controle (LSC)} \quad (3)$$

No item 2.2.2 é abordado o gráfico de controle para atributos por ser a principal ferramenta de análise deste estudo.

2.2.2 Gráfico de controle para atributos

As características da qualidade que não podem ser representadas numericamente são chamadas de atributos e classificadas como conformes ou não-conformes.

Nos gráficos de controle podem ser consideradas várias características da qualidade em conjunto, sendo que a unidade que está sendo analisada será classificada como não-conforme caso deixe de corresponder a especificação em qualquer uma das características.

Estudos relacionados a produtos não-conformes utilizando os gráficos de controle são constantemente realizados por pesquisadores. Entre eles, Tronco (1996), utilizou os gráficos de controle para analisar a não conformidade do teor de gordura do leite pasteurizado integral tipo C de uma Usina de Laticínios. A partir deste estudo, a autora confirmou a eficácia destes gráficos como um sistema preventivo em processos de pasteurização do leite. Também, na pesquisa de Seidel (2009), na mesma Usina, os gráficos de controle para a fração de não-conformes mostraram-se adequados para avaliar a qualidade do leite.

Os gráficos de controle para atributos mais utilizados são: a) gráficos de controle para a fração não-conforme ou gráfico “p”, os quais se referem à fração de itens não conformes ou defeituosos produzidos por um processo de manufatura; b) gráfico de controle para não-conformidade (defeitos) ou gráfico “c”, consideram uma unidade do produto que não satisfaz uma ou mais das especificações para aquele produto c) gráfico de controle para não conformidade por unidade, ou gráfico “u”, leva em consideração o número médio de não conformidade por unidade de inspeção. Neste trabalho será usado o gráfico p.

Para a construção do gráfico p Montgomery (2004), apresenta os passos a serem seguidos: coleta-se amostras subsequentes de n unidades cada uma e calcula-se a fração amostral não-conforme \hat{p} . O cálculo da fração não-conforme é feito da seguinte maneira:

$\hat{p} = \frac{D_i}{n}$ para D_i unidades não-conformes, $i= 1, 2, 3... m$ e $n=$ tamanho de cada amostra. Após, calcula-se a média da fração não-conforme usando a equação 4.

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m D_i}{mn} = \frac{\sum_{i=1}^m \hat{p}_i}{m} \quad (4)$$

O passo seguinte, segundo Montgomery (2004), é o cálculo dos limites de controle do gráfico conforme as equações 5, 6 e 7, e a plotagem dos pontos (\hat{p}) no gráfico. Entretanto, Paladini (2002) afirma que se $\bar{p} < 0,10$ a fórmula pode ser simplificada para $\bar{p} \pm 3 \frac{\sqrt{\bar{p}}}{n}$.

A análise do gráfico é feita da seguinte forma: observam-se os pontos \hat{p} plotados, se permanecerem dentro dos limites de controle e não houver nenhuma seqüência de pontos sistemáticos, conclui-se que o processo está sob controle ao nível p. Se pelo menos um ponto se localiza fora dos limites de controle, ou ocorra uma seqüência de pontos sistemáticos conclui-se que o processo está fora de controle.

$$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (5)$$

$$LC = \bar{p} \quad (6)$$

$$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (7)$$

De acordo com Montgomery (2004), quando quantidades diferentes de unidades fazem parte de cada subgrupo coletado, o gráfico de controle terá então um tamanho variável de amostra. Por isso, segundo o autor, há três abordagens para a construção deste gráfico:

- 1- limites de controle com largura variável: determina-se os limites de controle para cada amostra individual que se baseiem no tamanho específico da amostra. Então os limites

de controle individuais superior, central e inferior são calculados conforme as equações 5, 6 e 7, respectivamente;

- 2- limites de controle com base em um tamanho médio de amostra: consiste em calcular os limites de controle usando as equações 5, 6 e 7, porém com n sendo substituído pelo tamanho médio da amostra \bar{n} , o que resulta em um conjunto aproximado de limites de controle;
- 3- gráfico de controle padronizado: utiliza-se quando o tamanho da amostra é variável, plotando-se os pontos em unidades de desvio-padrão. O Limite Central é zero e os Limites Superior Controle +3 e Inferior de Controle -3. A variável plotada no gráfico é calculada pela equação 8.

$$Z = \frac{\hat{p} - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}}} \quad (8)$$

Para Triola (2005, p. 549), “um bem ou serviço é não conforme se não corresponde às especificações ou exigências. Bens não conformes são às vezes descartados, reparados ou são classificados como “refugo”. O autor afirma que para construir um gráfico de controle para atributo, a média da fração defeituosa deve ser conhecida ou estimada. O gráfico p é um gráfico de controle usado para se monitorar a proporção p para algum atributo, e a fração média \bar{p} calculada é usada para marcar a linha central do gráfico.

Conforme Paladini (2002, p. 218), “fração não-conforme, p , é a taxa de itens não-conformes em relação ao número total de itens num subgrupo”. Se os subgrupos não variam com relação ao tamanho médio \bar{n} em mais que 25% deve ser usado o tamanho médio dos subgrupos \bar{n} e não n para calcular os limites de controle.

O gráfico para atributos pode ser construído utilizando-se uma fração não-conforme ou uma unidade não conforme. Segundo Paladini (2002, p. 218), “uma distinção é feita entre uma fração não-conforme (por exemplo, um defeito) e uma unidade não conforme”. Uma não conformidade é única de acordo com alguma exigência; uma unidade não-conforme é um único item contendo uma ou mais não-conformidades.

Assim, pode-se verificar que o gráfico de controle para atributos é uma ferramenta da qualidade de simples aplicação que poderá ser utilizada pelas empresas para o controle da qualidade de seus produtos ou processos, favorecendo sua produtividade e competitividade.

2.2.3 Gráfico de especificação

Para analisar o comportamento médio das amostras de leite fornecidas pelos produtores utilizam-se gráficos de especificação.

De acordo com Montgomery (2004), os gráficos de especificação consideram os limites determinados externamente, pela gerência, engenheiros de produção, pelo cliente ou pelos desenhistas/planejadores do produto. Segundo o autor (p. 138), “não há relação matemática ou relação estatística entre os limites de controle e os limites de especificação. Os limites de controle são guiados pela variabilidade natural do processo, enquanto que os limites de especificação são determinados externamente”. Ansuji (2000) utilizou os gráficos de especificação para analisar a qualidade do leite, e obteve resultados satisfatórios na análise.

Assim, a utilização desta técnica estatística será de grande importância neste estudo.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada para atingir os objetivos deste trabalho. Pois, segundo Lakatos e Marconi (2000), o trabalho científico é real, contingente, sistemático, verificável, falível e aproximadamente exato. Conforme Cervo e Bervian (2002), o conhecimento científico vai além do empírico, procurando conhecer além do fenômeno, suas causas e leis.

3.1 Caracterização da área em estudo

O estudo foi desenvolvido na Usina Escola de Laticínios da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizada em Santa Maria, região central do Estado do Rio Grande do Sul. A Usina, além da pasteurização do leite, fabrica diversos produtos como: queijos, iogurtes, sorvetes, doce de leite, *mousses*, nata e manteiga.

3.2 Caracterização da pesquisa

Este trabalho, caracteriza-se como um estudo de caso onde foi analisada a qualidade do leite *in natura* entregue à Usina Escola de Laticínios da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O estudo de caso segundo Yin (2005, p. 54), “hoje, é encarado como o delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos”. Para Chizzotti (1995, p. 102), “o estudo de caso é tomado como uma unidade significativa do todo e, por isso, suficiente para fundamentar um julgamento fidedigno quanto propor uma intervenção”.

O método utilizado foi o quantitativo, pois, segundo Oliveira (2002), este método mensura opiniões e dados, formas de coleta de informações, utilizando técnicas estatísticas.

3.3 Coleta de dados

Os dados foram obtidos das planilhas fornecidas pela Usina, no período de setembro de 2004 a maio de 2005. Coletou-se 1696 amostras de leite entregues por 75 produtores das quais foram analisadas as variáveis: água excedente em percentual; acidez em graus Dornic e; teor de gordura em percentual.

3.4 Análise dos dados

Nesta etapa utilizou-se, primeiramente, a análise descritiva, possibilitando a descrição, exploração e comparação das características do conjunto de dados. Segundo Triola (2005, p. 45), “a média aritmética é, em geral, a mais importante de todas as medidas numéricas usadas para descrever dados”. Se o conjunto de dados é uma amostra de uma população ela é representada por \bar{x} , mas se são usados todos os valores da população a média é representada por μ . A amplitude de um conjunto de dados é a diferença entre o maior valor e o menor valor. Conforme Triola (2005), o desvio - padrão mede a variação dos dados em torno da média.

Após, foi usado o gráfico *Box Plot* para que fosse identificado o centro, a dispersão e a distribuição dos dados, além da presença de *outliers*. Conforme Montgomery (2004), este gráfico exibe: os três quartis e o mínimo e o máximo dos valores analisados, em uma caixa retangular alinhada horizontalmente ou verticalmente. São bastante utilizados na verificação da variabilidade dos dados.

Para analisar o relacionamento entre as variáveis foi feita a análise de correlação linear de Pearson. Esta análise possibilita determinar se existe uma relação entre duas variáveis. De acordo com Triola (2005, p. 382), “o coeficiente de correlação linear r mede a intensidade da relação linear entre os valores quantitativos emparelhados de x e y em uma amostra”. Os valores de $r = +1$ ou -1 indicam correlação perfeita; valores entre 0,70 e 0,90 correlação forte; entre 0,40 e 0,70 correlação moderada; entre 0 e 0,40 correlação fraca e $r = 0$ correlação nula.

Por fim, foi utilizado o Controle Estatístico do Processo (CEP). Esta técnica permitiu avaliar um conjunto de dados por meio de gráficos. Nesta análise, usou-se o gráfico p , o qual leva em conta a fração de dados não-conformes. Também os gráficos de especificação foram utilizados na análise. O *Software* utilizado foi o *Statística 7.0*.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Análise descritiva

A análise descritiva quanto ao percentual de água excedente no leite, o grau de acidez e o teor de gordura está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5- Estatística descritiva.

Variável	N	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	C. V. (%)
Água (%)	1696	4,77	1,91	0,00	13,04	40,04%
Acidez (° D)	1696	16,37	1,43	8,00	21,00	8,73%
Gordura (%)	1696	3,49	0,90	0,00	9,21	25,79%

Analisando-se os dados apresentados na Tabela 5, pode-se observar que o percentual médio de água excedente no leite é de 4,77%, com desvio-padrão de 1,91, amplitude de 13,04 e coeficiente de variação de 40,04%. Quanto à acidez a média foi de 16,37°D, desvio-padrão de 1,43, amplitude de 13,00 e coeficiente de variação de 8,73%. O teor médio de gordura do leite foi 3,49%, o desvio-padrão de 0,90, a amplitude de 9,21 e o coeficiente de variação de 25,79%. Quanto ao percentual de água excedente no leite, conforme Ansuji (2000), a Usina determina como sendo no máximo 3%. Portanto, pode-se perceber que o percentual médio de água excedente está fora dos limites aceitáveis. Segundo a IN 51/2002 a acidez do leite cru refrigerado deve estar entre 14 e 18°D, o teor de gordura deve estar acima de 3%. As médias dessas duas variáveis encontram-se dentro dos limites especificados pela IN51/2002.

Analisando-se as amostras individualmente, constatou-se que das 1696 amostras de leite coletadas 1298 estavam com percentual de água excedente acima de 3%, 85 amostras estavam com grau de acidez fora dos limites de especificação e 407 estavam abaixo do teor de gordura determinado.

Analisando sob o ponto de vista do coeficiente de variação que, segundo Pagano e Gauvreau (2004), é uma medida de variabilidade relativa que relaciona o desvio-padrão de um conjunto de variáveis à sua média, observa-se que a água excedente apresentou maior variabilidade se comparada as outras variáveis. Isto mostra um comportamento bem heterogêneo entre os produtores.

Foi utilizado, também, o gráfico *Box Plot* que usa medidas separatrizes para analisar o comportamento dos dados. Essa ferramenta pode exibir simultaneamente vários aspectos importantes como tendência central, variabilidade, simetria e *outliers*.

A Figura 2 representa o gráfico *Box Plot* do percentual de água excedente em análise, mostrando que a distribuição não é simétrica em torno da média, pois os dados se concentram no extremo inferior. Pode-se observar, também, alta variabilidade e a existência de *outliers*, ou seja, valores mais afastados da maior parte dos dados.

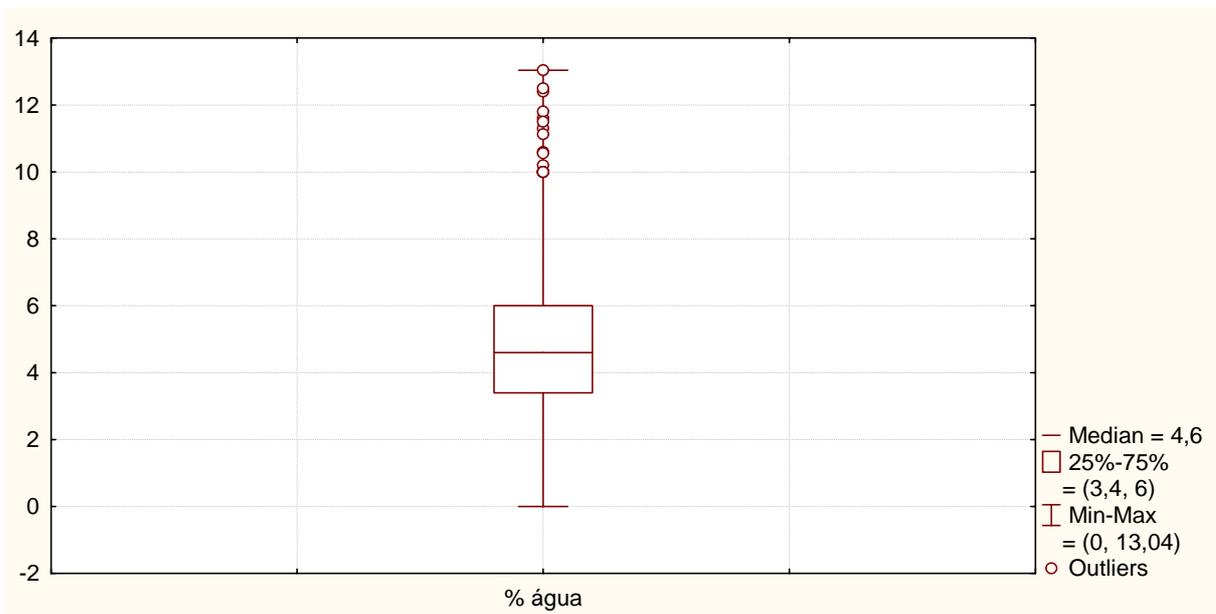


Figura 2- Gráfico *Box Plot* para o percentual de água excedente no leite.

Na Figura 3, o gráfico *Box Plot* representa o grau de acidez no leite. O 1º Quartil é o valor 15, o 3º o valor 17. Nota-se que a distribuição não é simétrica em torno da média e existe uma pequena variabilidade. Também, observa-se a existência de *outliers*, ou seja, valores mais afastados da maior parte dos dados.

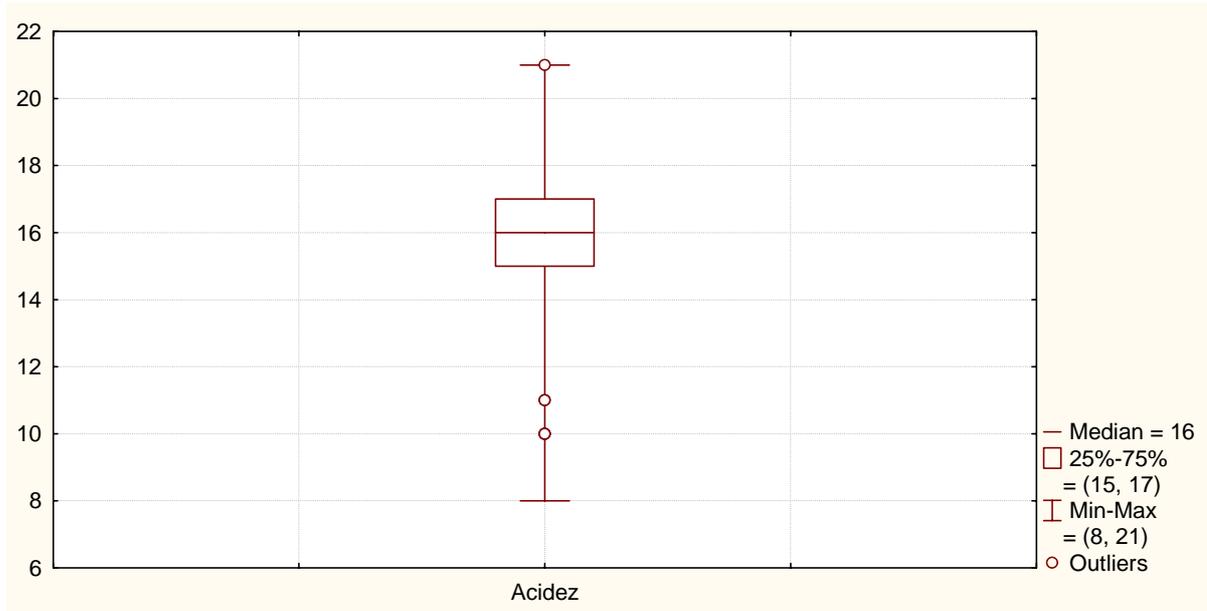


Figura 3 – Gráfico *Box Plot* para o grau de acidez no leite.

Na Figura 4, encontra-se o gráfico *Box Plot* do teor de gordura no leite. Este mostra que a distribuição não é simétrica em torno da média, existindo uma pequena variabilidade dos dados. O gráfico, também, mostra a existência de *outliers*, ou seja, valores mais afastados da maior parte dos dados.

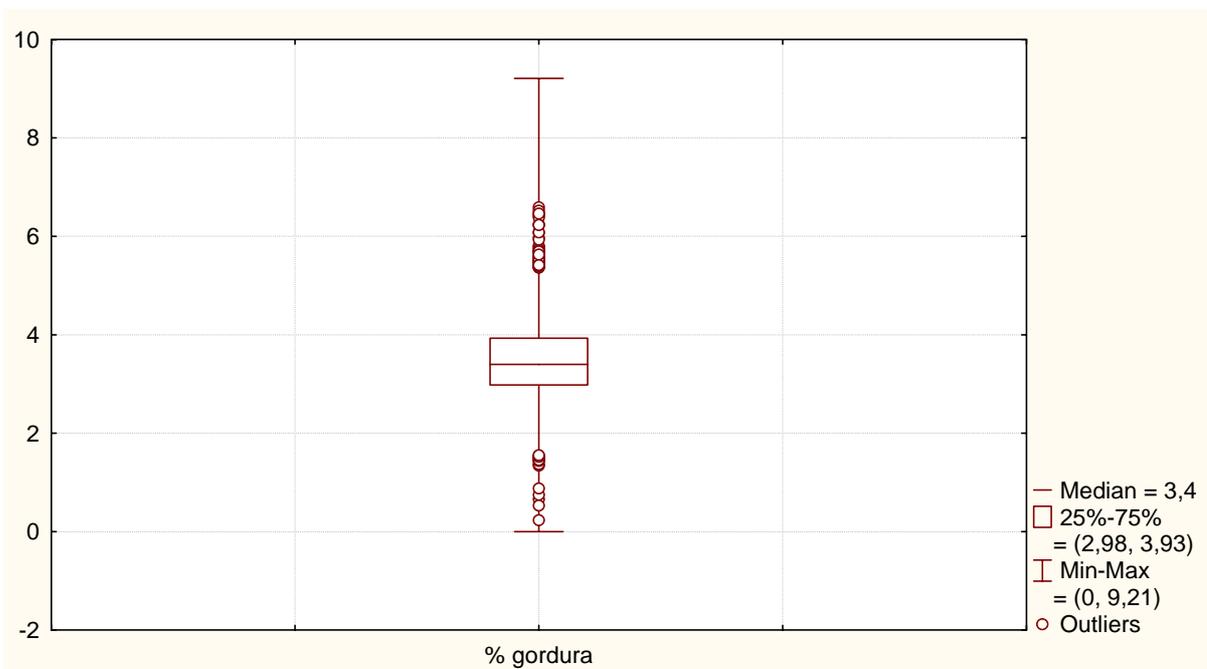


Figura 4 – Gráfico *Box Plot* para o teor de gordura no leite.

Conclui-se que a média do grau de acidez e do teor de gordura das amostras de leite analisadas estão dentro dos limites aceitáveis. Porém, a média do percentual de água

excedente é alta, ficando fora dos limites aceitáveis. Além disso, o desvio-padrão desta variável é elevado, indicando alta dispersão.

4.2 Análise de correlação

Foi também realizada a análise de correlação entre as variáveis. O coeficiente de correlação linear simples (r_{xy}) procura verificar se existe correlação entre duas ou mais variáveis, ou seja, se as alterações sofridas por uma das variáveis são influenciadas por alterações nas outras. A Tabela 6 mostra a Matriz de Correlação, onde foi verificado a existência e o grau de correlação entre as variáveis percentual de água excedente, grau de acidez e teor de gordura.

Tabela 6 - Matriz de correlação entre as variáveis ($p < 0,05$)

Variável	Água (%)	Acidez (°D)	Gordura (%)
Água (%)	1		
Acidez (°D)	0,03 (0,2300)	1	
Gordura (%)	-0,04 (0,1100)	-0,08 (0,0000)	1

Os resultados, Tabela 6, mostram que existe uma fraca correlação negativa entre as variáveis acidez e gordura ($r = -0,08$), porém significativa ($p = 0,0000$).

Devido ao fato de que não houve correlações fortes entre as variáveis não foi possível aplicar técnicas de CEP multivariado, aplicando-se então, o CEP univariado.

4.3 Gráfico de Controle para a fração não-conforme

A fração média não-conforme é definida como a razão entre o número de amostras não-conformes e o total de itens inspecionados. Ela pode descrever uma única característica de qualidade ou mais características consideradas conjuntamente.

Neste estudo, foi construído o gráfico de controle para a fração média não-conforme para cada característica da qualidade do leite. Foram tomados 75 subgrupos cada um com tamanho variável e observado o percentual de itens não-conformes em cada subgrupo. Cada subgrupo representa um produtor que fornece leite para a Usina. Após, foi calculada a fração média de amostras não-conformes \bar{p} , a qual representa o Limite Central de Controle (LC). Também, foram calculados o Limite Superior de Controle (LSC) e o Limite Inferior de Controle (LIC) para cada amostra e, plotados os pontos nos seus respectivos gráficos. O gráfico p para o percentual de água excedente no leite está representado na Figura 5.

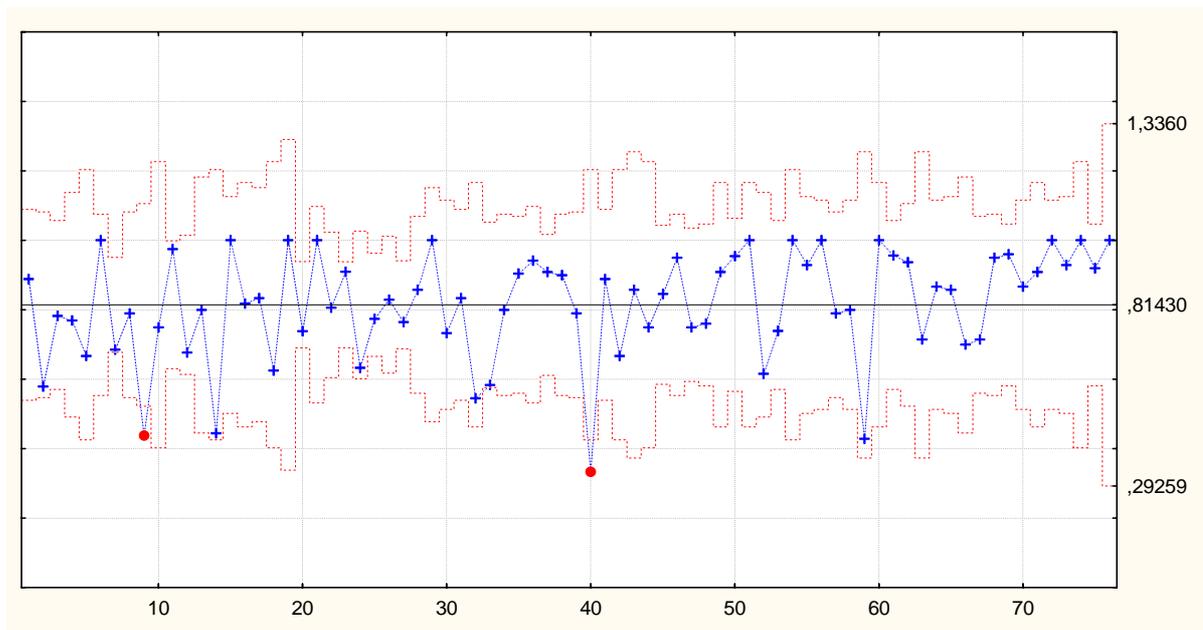


Figura 5 - Gráfico de controle para a o percentual de água excedente.

Observando-se a Figura 5, pode-se perceber que a fração média não-conforme \bar{p} foi 0,81 (LC) ou seja, 81% das amostras analisadas estão com percentual de água excedente acima de 3%. Considerando que cada amostra é de tamanho variável os Limites Inferior e Superior de Controle são individuais. Assim, podem-se observar dois pontos abaixo do Limite Inferior de Controle. Isso significa que o leite entregue pelos fornecedores

correspondentes a essas amostras apresentam baixo percentual de água excedente, o que é bom para a qualidade do produto.

Em relação à sequência de pontos não há evidências de causas assinaláveis interferindo. Se, eliminados os dois pontos abaixo do limite inferior de controle, o processo parece operar de maneira estável. Portanto, os limites de controle podem ser adotados para monitorar a qualidade do leite, considerando o percentual de água. Entretanto, nota-se que a fração média não-conforme está bastante elevada. Assim, a qualidade do leite pode ser melhorada com a intervenção da gerência da Usina, exigindo dos fornecedores melhor qualidade do produto. Após a intervenção, sugere-se a coleta de novas amostras e a construção de novos gráficos de controle para monitorar a qualidade do leite.

A Figura 6 mostra o gráfico de controle para o grau de acidez.

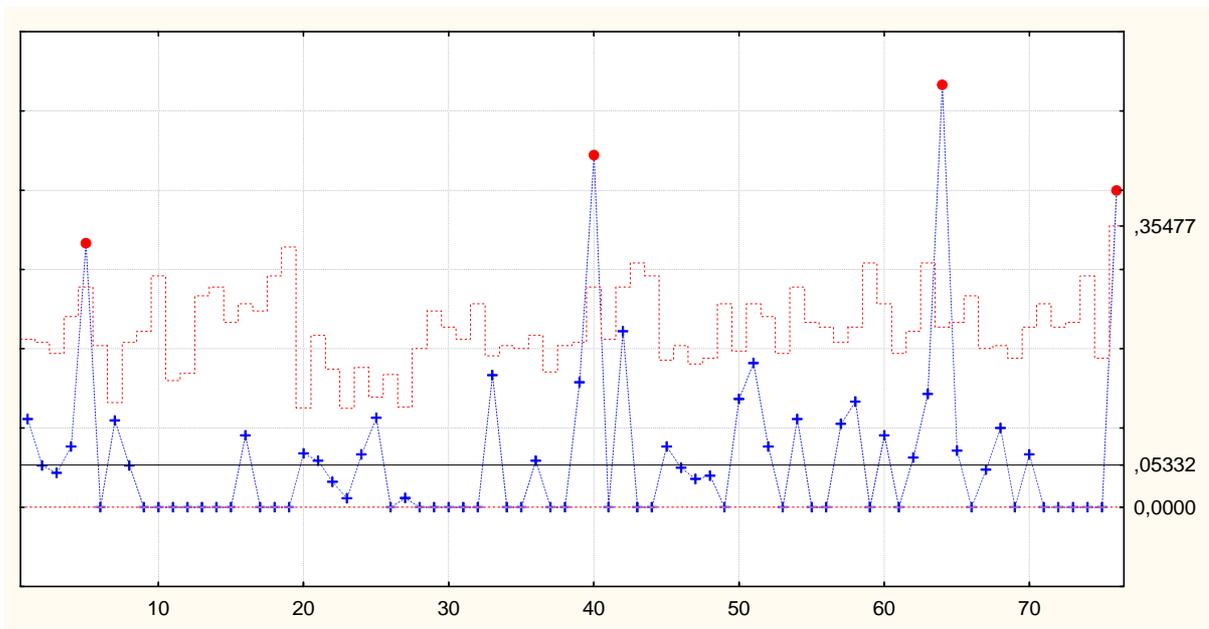


Figura 6 - Gráfico de controle para o grau de acidez.

Analisando-se a Figura 6, verifica-se que a fração média não-conforme \bar{p} encontrada foi 0,05 (LC), ou seja, em média 5% das amostras analisadas estão com acidez fora dos limites permitidos pela IN 52/2002. Dos pontos plotados neste gráfico, quatro estão acima do LSC da amostra. Esses pontos fora dos limites devem ser investigados para ver se existe alguma causa não-aleatória atuando na produção de leite, como por exemplo o tempo de armazenamento do leite na propriedade do produtor e/ou a forma de refrigeração.

O gráfico de controle para o teor de gordura está representado na Figura 7.

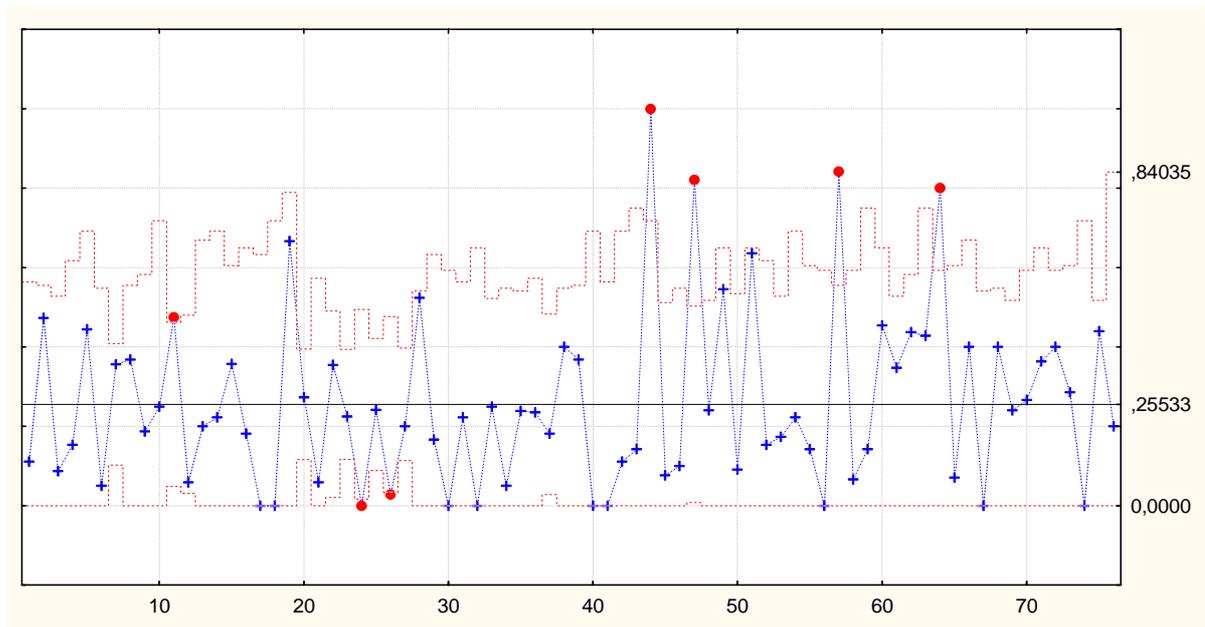


Figura 7- Gráfico de controle para o teor de gordura.

Pode-se perceber que a fração média não-conforme \bar{p} foi 0,25 (LC), ou seja 25% das amostras coletadas estão com percentual de gordura abaixo do estipulado na IN51/2002, que é de no mínimo 3%. Pode-se perceber, que cinco pontos estão acima do Limite Superior de Controle e dois pontos estão abaixo do Limite Inferior de Controle. Esses pontos fora dos limites devem ser investigados para ver se existe alguma causa não-aleatória atuando na produção de leite e afetando o teor de gordura, como por exemplo, o tipo de alimentação das vacas e o método de refrigeração.

Conclui-se que dentre as características do leite que foram analisadas a maior fração média não-conforme foi a do percentual de água excedente no leite. Apesar da adição de água não causar mal para o consumo humano, o produto acaba perdendo qualidade. Segundo reportagem do jornal Zero Hora (10/10/2007), a penalidade para esse tipo de alteração varia entre advertência, multa de R\$ 25 mil, até perda de autorização para o serviço.

4.4 Gráficos de especificação

Neste item, foram utilizados os gráficos de especificação das variáveis em estudo. Inicialmente, foi calculada a média de cada subgrupo das variáveis, para os 75 produtores. Após, calculou-se a média das médias $\bar{\bar{x}}$ de cada variável. Construíram-se então, os gráficos de especificação onde os limites inferiores e superiores das variáveis em estudo são: para a

água excedente (0 a 3%), a acidez (14 a 18 °D) e; teor de gordura (mínimo 3%), respectivamente. O Limite Central é a média das médias $\bar{\bar{x}}$ de cada variável.

A Figura 8 mostra o gráfico de especificação do percentual de água excedente.

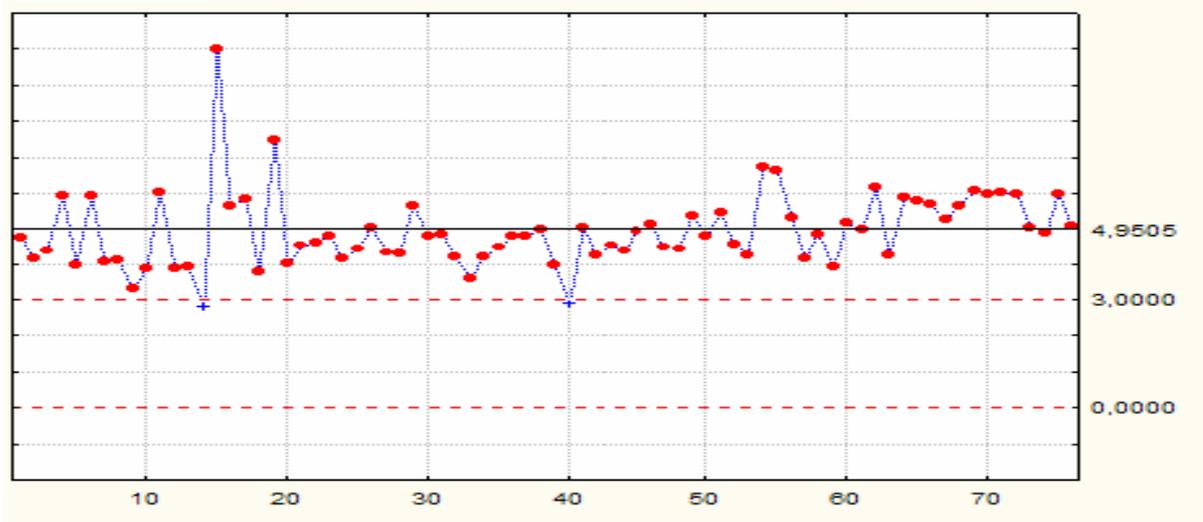


Figura 8 – Gráfico de especificação do percentual de água excedente.

Analisando-se a Figura 8, pode-se perceber que 73 dos fornecedores tiveram o percentual médio de água excedente no leite fora dos limites de especificações. Apenas 2 fornecedores apresentam média dentro dos limites.

A Figura 9 mostra o gráfico de especificação do grau de acidez .

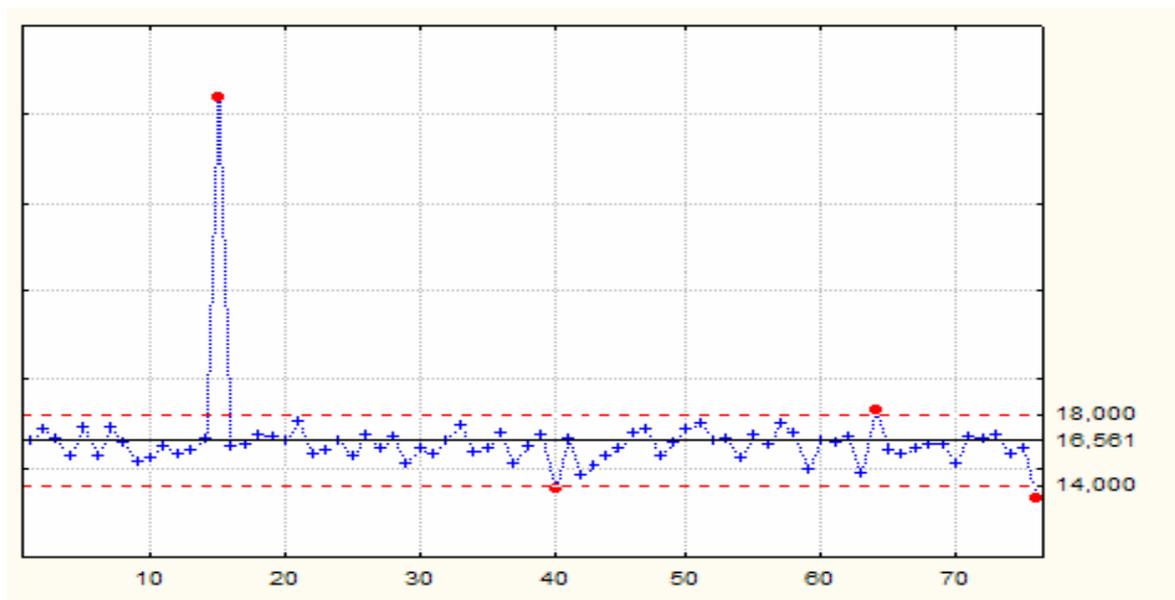


Figura 9 – Gráfico de especificação do grau de acidez.

Quanto ao grau de acidez, Figura 9, apenas 4 fornecedores apresentaram média fora dos limites de especificações, enquanto que os restantes 71 apresentaram média dentro dos limites.

A Figura 10 mostra o gráfico de especificação do teor de gordura.

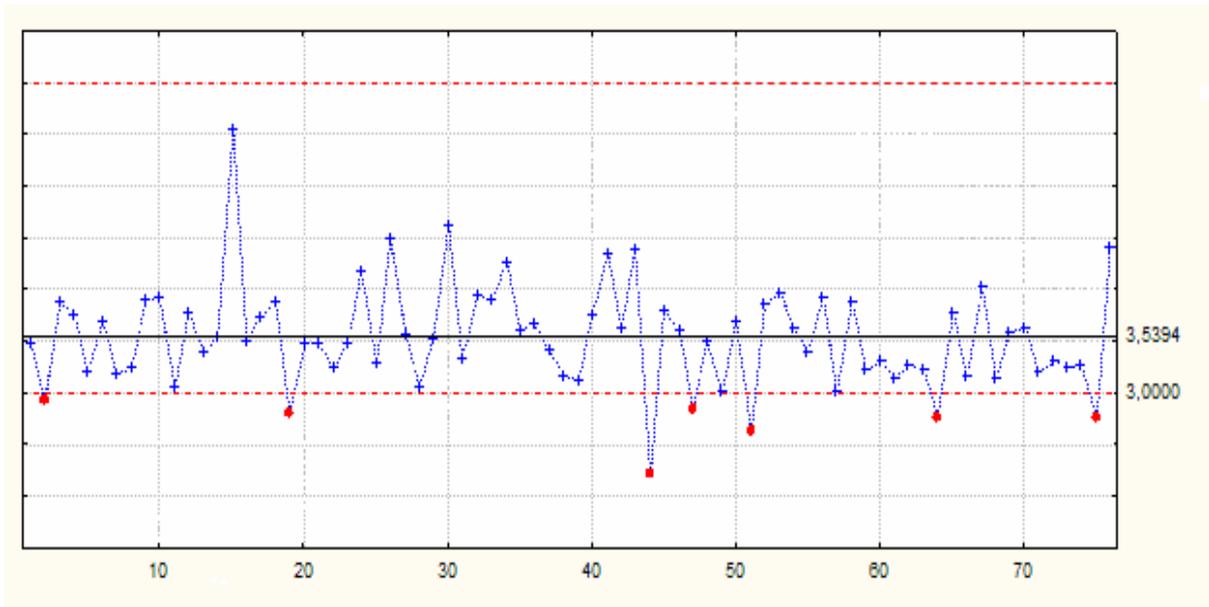


Figura 10 – Gráfico de especificação do percentual do teor de gordura.

Analisando a Figura 10, observa-se que 7 fornecedores apresentaram média abaixo do Limite de Especificação.

É possível perceber que tanto na análise utilizando-se o gráfico de controle para atributos quanto na análise pelo gráfico de especificação a variável percentual de água excedente é a mais crítica.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO

Após o desenvolvimento dos objetivos propostos para a realização deste trabalho foi possível chegar-se as conclusões que são apresentadas neste capítulo.

Quanto às variáveis: percentual de água excedente, grau de acidez e percentual do teor de gordura, considerando a análise descritiva constatou-se que a água excedente apresentou média fora das especificações estabelecidas pela Usina e uma grande variabilidade. Variabilidade significa que a fração não-conforme de alguns produtores varia bastante em relação a outros. Assim, sugere-se que seja feito um controle mais rigoroso junto aos fornecedores para que o percentual de água excedente no leite seja reduzido, bem como a variabilidade existente. As outras duas variáveis apresentaram percentual médio dentro dos limites de especificações estabelecidos pela Legislação Brasileira, apresentando pequena variabilidade.

A análise de correlação mostrou que não existe correlação forte entre as variáveis em estudo. Por isso, não foi possível utilizar o Controle Estatístico Multivariado do Processo.

A análise da qualidade do leite utilizando-se o Controle Estatístico do Processo univariado indicou que o leite fornecido à Usina apresentou, no que se refere a variável água excedente, frações não-conformes abaixo dos limites de controle. Isto significa que esses fornecedores possuem menor fração não-conforme do que os outros, ou seja, menor número de amostras com água excedente no leite. Também, a média de fração não-conforme dessa variável foi bastante elevada, significando que uma grande quantidade de fornecedores está entregando leite com água excedente.

No que se refere à variável acidez, constatou-se alguns pontos fora dos limites de controle do gráfico p, significando que o leite entregue por alguns fornecedores está fora dos padrões, devendo-se investigar as causas. Além disso, constatou-se pequena variabilidade dos dados, significando que a fração não-conforme de acidez no leite entregue não varia muito entre os fornecedores.

Quanto à variável teor de gordura, o gráfico para fração não-conforme apresentou pontos acima do Limite Superior de Controle. Isto significa que alguns fornecedores estão entregando leite com fração não-conforme maior do que outros; e pontos abaixo do Limite Inferior de Controle, significando fornecedores com um número menor de fração não-conforme. As causas devem ser investigadas.

Na análise utilizando-se os Gráficos de Especificação observou-se que: quanto a variável água excedente setenta e três fornecedores tiveram a média fora dos limites de especificações; quanto á variável acidez, quatro apresentaram a média fora dos limites de especificações e quanto o teor de gordura sete apresentaram a média fora dos limites de especificação. Percebe-se que a variável que apresenta maior inconformidade média é a água excedente no leite.

Cabe ressaltar, que foi pesquisada somente a qualidade do leite entregue pelos fornecedores e não a qualidade do leite comercializado pela Usina.

Sugere-se que a Usina juntamente com seus fornecedores investigue as causas da não-conformidade do leite recebido dos seus fornecedores.

Assim, espera-se que o trabalho tenha contribuído para a busca de uma melhor qualidade do leite *in natura*, pois a metodologia se mostrou adequada para o estudo desenvolvido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANÁLISE aponta adição de água no leite: irregularidade foi detectada por ministério em fiscalização no Estado. 10 out. 2007. Disponível em <www.clicrbs.com.br/zerohora>. Acesso em 12 de fev. 2009.

ANSUJ, A. P. **Melhoramento da qualidade de um processo de produção contínua utilizando técnicas estatísticas e os métodos de Taguchi**. 2000. 128f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

AQUISIÇÃO de leite. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 ag. 2008.

BRANDÃO, S. C. C. **Nova legislação comentada de produtos lácteos**. Revista Indústria de laticínios. São Paulo, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 51 de 18/09/2002**.

CARVALHO, G. **Concentração da produção mundial de leite**. Embrapa gado de leite, artigos técnicos, 2008. Disponível em: <www.cnp.gl.embrapa.br>. Acesso em: 21 jul 2008.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CHAVES, J. B. P. **Controle da qualidade total em laticínios**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 48, n 288, p. 25-33, 1993.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 1995.

DÜRR, J. W. **Organização da cadeia produtiva para a qualidade do leite**. Conselho Brasileiro da Qualidade do Leite (CBQL). Artigos técnicos, 2007. Disponível em: <<http://www.cbql.com.br/>>. Acesso em: 22 jul. 2008.

GIORDANO, J. C. **Qualidade total**. Engenharia de alimentos, v 1, n. 4, p. 20 – 26. 1996.

HAZELWOOD, D.; MCLEAM, A. C. **Manual de higiene para manipuladores de alimentos**. São Paulo: Varela, 1994.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle da qualidade: métodos estatísticos clássicos aplicados à qualidade**, v.6, São Paulo: Makron Books, 1993.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LATICÍNIO. [S.l.] 2003. Disponível em: <<http://www.laticinio.net>>. Acesso em: 4 jul 2008.

LERAYER, A. L. S. et al. **Nova legislação de produtos lácteos: revisada, ampliada e comentada.** São Paulo: Editora Revista Indústria de Laticínios, 2002.

LOPES, M. O; CARRARO, C. N. M. **Levantamento do uso e detecção de resíduos de antimicrobianos no leite produzido na região Metropolitana de Curitiba-PR.** Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, vol. 57, n. 327, p. 233 – 235, 2002.

MANEJO correto da ordenha manual. **Instrução técnica para o produtor de Leite nº 10.** EMBRAPA, ISSN 1518-3254. Juiz de Fora, mar. 2006.

MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao Controle estatístico da qualidade.** 4.ed. Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos S.A., 2004.

MORETTI, C. L. **Segurança alimentar na produção de alimentos: o programa APPCC - Campo.** Artigos técnicos, 2004. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em <<http://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 05 jul. 2008.

MURPHY, S. C; BOOR, K. J. *Trouble shooting sources and causes of high bacteria counts in raw milk.* *Dayre, Food and Environmental Sanitation.* Vol. 20, n.8, p. 606 – 611, 2000.

NOAL, R. M. C. **Ações de melhoria contínua para incrementar a qualidade e produtividade na cadeia do leite.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

OLIVEIRA, S. L. de. **Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

PAGANO, M; GAUVREAU, K. **Princípios de Bioestatística.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

PALADINI, E. P. **Avaliação estratégica da qualidade.** São Paulo: Atlas, 2002.

PIVARO, J. **Laticinistas para um mercado em evolução.** Revista Indústria de Laticínios, n. 58. São Paulo, jul./ago. 2005.

REGO, R. A. **Dimensões gerenciais do controle de qualidade.** Engenharia de Alimentos, v 1, n. 5, p. 28-31. 1996.

RICHTER, R. L.; LEDFORD, R .A.; MURPHY, S. C. *Milk and Milk Products. In: Compendium of Methods for the Examination of Foods.* Vanderzant, C.: Splittstoesser, D.F. (eds). American Public Health Association, Washington, 1992.

SANTOS, J. A. **HACCP é garantia da qualidade.** Indústria de laticínios, v. 1, n.3, p. 16-20. 1996.

SANTOS, M. V. dos. **O tempo de armazenamento do leite cru afeta a vida de prateleira do leite pasteurizado.** Conselho Brasileiro da Qualidade do Leite (CBQL). Artigos técnicos, 2007. Disponível em: < <http://www.cbql.com.br/>>. Acesso em: 06 jul. 2008.

SANVIDO, G. B. **Efeito do tempo de armazenamento do leite cru e da temperatura de estocagem do leite pasteurizado sobre sua vida de prateleira.** 68f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia dos Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

SEIDEL, E. J. **métodos estatísticos aplicados à avaliação da qualidade da matéria-prima e classificação dos fornecedores de uma indústria de laticínios.** 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

SOUZA, G. N. de; BRITO, J. R. F; FARIA, C. G; MORAES, L. C. D; RUBIALE, L. **Situação da CCS em relação a IN51 em rebanhos da Região Sudeste.** Disponível em <www.cileite.com.br>. Acesso em 05 ag. 2008.

STOCK, L. A.; CARNEIRO, A. V. **Sistemas de produção de leite no Brasil.** Panorama do leite on line. Ano 02, nº 14. Dez 2007. Disponível em: <<http://www.cileite.com.br/panorama>>. Acesso em: 07 jul 2008.

TIPOS de leite. Secretaria do Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG.** Disponível em: <<http://www.epamig.br/>>. Acesso em: 07 jul. 2008.

TRANSPORTE do leite a granel. **Instrução Técnica para o produtor de Leite nº 22.** EMBRAPA. ISSN nº 1518-3254. Juiz de Fora, mar. 2006.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística.** Rio de Janeiro: LTC, 2005.

TRONCO, V. M. **Proposta de melhorias na inspeção da qualidade do leite.** 1996, 222f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

WAGNER, A.; ROSA, L.C. **Controle estatístico do processo na produção de farinha de trigo.** In: II SIMPOCAL, 03. Florianópolis, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.