

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

**QUALIDADE DO LEITE CRU REFRIGERADO EM INDÚSTRIAS DE
LATÍCIOS**

VIVIANE MAIA DE ARAÚJO
Zootecnista

RECIFE - PE
SETEMBRO - 2017

VIVIANE MAIA DE ARAÚJO

**QUALIDADE DO LEITE CRU REFRIGERADO EM INDÚSTRIAS DE
LATÍCIÍIOS**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.
Área de Concentração: Produção Animal

Comitê de Orientação:

Prof. Dr^a. Ângela Maria Vieira Batista - Orientadora

Prof. Dr. Severino Benone Paes Barbosa - Conselheiro

Prof. Dr^a. Maria Helena Spyrides - Conselheira

RECIFE - PE
SETEMBRO – 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

A663q Araújo, Viviane Maia de
 Qualidade do leite cru refrigerado em indústrias de laticínios /
Viviane Maia de Araújo. – 2017.
 72 f. : il.

 Orientadora: Ângela Maria Vieira Batista.
 Coorientador: Severino Benone Paes Barbosa.
 Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, Universidade
Federal da Paraíba, Programa de Doutorado Integrado em
Zootecnia, Recife, BR-PE, 2017.

 Inclui referências.

 1. Bovinocultura de leite 2. Laticínios 3. Leite de tanque
4. Qualidade do leite I. Batista, Ângela Maria Vieira, orient.
II. Barbosa, Severino Benone Paes, coorient. III. Título

CDD 636

VIVIANE MAIA DE ARAÚJO

**QUALIDADE DO LEITE CRU REFRIGERADO EM INDÚSTRIAS DE
LATÍCIÑIOS**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 15 de setembro de 2017

Comissão Examinadora:

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a Ângela Maria Vieira Batista

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Examinadores:

Prof.^o Dr. Severino Benone Paes Barbosa

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.^o Dr. Marcelo de Andrade Ferreira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.^o Dr. Adriano Henrique do Nascimento Rangel

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof.^a Dra. Maria José de Sena

Universidade Federal Rural de Pernambuco

**RECIFE – PE
SETEMBRO – 2017**

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

VIVIANE MAIA DE ARAÚJO - Nascida na cidade de Natal, em 14.02.1981, Rio Grande do Norte, filha de José Onildo de Araújo e Vasti Maia Morais de Araújo, graduou-se em Zootecnia na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, em agosto de 2006. Ingressou em fevereiro de 2007 no Programa de Pós-graduação em Ciências, nível mestrado, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ-USP, na área de concentração Ciência Animal e Pastagens, concluindo o curso em agosto de 2009, com dissertação intitulada por “Avaliação da metodologia no infravermelho com Transformada de Fourier para análises do pH e ponto de congelamento em leite bovino”. Entre novembro de 2009 a abril de 2012 foi bolsista DTI-2 e trabalhou na supervisão do Projeto Sistema Agropecuário de Produção Integrada do Leite (SAPI LEITE), financiado pelo CNPq e vinculado a Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Em agosto de 2012 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, na área de concentração Produção Animal, na Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. Em 15 de setembro de 2017 defende sua tese de Doutorado.

A Deus; aos meus pais, que sempre apoiam e dão força em minhas decisões; às minhas irmãs, pelo incentivo; às minhas sobrinhas pela alegria que trazem ao meu coração; e a Nélcio Araújo, pelo amor e incentivo em todos os momentos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao nosso amado Deus, por sempre me dar forças desde o início para enfrentar todos os obstáculos, com coragem e determinação.

Ao Departamento de Pós-graduação de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelas condições de estudo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

À equipe do Laboratório PROGENE, pelo fornecimento do banco de dados para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao professor orientador Severino Benone Paes Barbosa, pela orientação, paciência, amizade e incentivo.

À professora Ângela Maria Vieira, Batista pelo companheirismo, auxílio no fornecimento dos dados e apoio em minha defesa de tese.

Ao professor Marcelo de Andrade Ferreira, pela preocupação e disposição em ajudar sempre que precisei durante as disciplinas, estágio docência e comitês de avaliação durante meu doutoramento.

Ao professor Adriano Henrique do Nascimento Rangel, pela amizade e grande contribuição em minha vida profissional, um grande incentivador da pesquisa.

À professora Maria Helena Spyrides, pela grande contribuição nas análises estatística dos dados.

À professora Maria José, que sempre se prontificou em participar do comitê de avaliação, contribuindo sempre com seu conhecimento para nossa pesquisa.

Ao companheirismo e amizade de Mirela Gurgel, Viviany Santos e Janaína Lima, que sempre me deram apoio e força para conclusão dessa jornada em minha vida. Cada uma com seu jeito todo especial, sou muito grata.

À minha família em geral, à tia Walda, à minha sogra Maria Lúcia e ao tio Antônio Carlos, pela acolhida num momento muito difícil; a todas as pessoas que se envolveram para me ajudar na fase final de conclusão deste trabalho, e a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para realização do mesmo. De coração, muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
Resumo geral	ix
Abstractx
Introdução.....	11
Capítulo 1 - Referencial Teórico	14
Referências Bibliográficas	30
Capítulo 2 - Qualidade do leite cru refrigerado em indústrias de lácteos situadas no nordeste brasileiro	32
Resumo	33
Abstract	34
Introdução.....	35
Material e Métodos	37
Resultados e Discussão	39
Conclusão	52
Referências Bibliográficas	53
Capítulo 3 – Ferramentas de gestão para monitoramento da qualidade do leite em indústrias de laticínios.....	55
Resumo	56
Abstract	57
Introdução.....	58
Material e Métodos	60
Resultados e Discussão	63
Conclusão	70
Referências Bibliográficas	71

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar a qualidade do leite cru e o uso de ferramentas de gestão no monitoramento da qualidade em indústrias da região nordeste brasileira. No primeiro estudo foi avaliada a influência sazonal sobre a composição química, a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana total (CBT) em leite cru refrigerado. Os dados foram obtidos de amostras de leite de tanques coletadas mensalmente por indústrias com cadastro no serviço de inspeção federal (S.I.F.). O teor de gordura médio variou de 3,51 a 3,69% e o teor de proteína variou de 3,07 a 3,17%. As médias do escore de células somáticas variaram de 4,66 a 4,90 mil céls./mL, e a contagem bacteriana transformada variou de 2,34 a 2,53 ufc/mL. As médias das variáveis diferiram entre dois períodos de vigência da Instrução Normativa-62, e apresentam-se em não conformidade aos limites estabelecidos pela legislação. No segundo estudo objetivou-se avaliar o índice de capacidade (Cpk) e os gráficos de controle estatístico de processos como ferramentas de gestão da qualidade para os indicadores de contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT). Os dados foram obtidos de amostras de leite de tanques coletadas mensalmente por cinco indústrias com S.I.F. Calcularam-se os índices Cpk e foram gerados gráficos de controle para escore de células somáticas (ECS) e contagem bacteriana transformada (tCBT). Apenas uma indústria apresentou um processo aceitável ou capaz de atender às especificações estabelecidas para ECS e tCBT ($1 \leq Cpk \leq 1,33$). Os gráficos de controle para as cinco indústrias indicaram a presença de causas especiais (intermitente) na variação dos processos para as duas variáveis. Os resultados demonstraram a necessidade de as indústrias aperfeiçoarem os processos, a fim de que seus fornecedores atendam os padrões de qualidade.

Palavras-chave: bovinocultura de leite; laticínios; leite de tanque; qualidade do leite

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the quality of raw milk and the use of management tools in quality monitoring in industries in the northeastern Brazilian region. In the first study was to evaluate the seasonal influence on chemical composition, somatic cell count (SCC) and total bacterial count (TBC) in bulk tank milk. Data were obtained from milk samples from tanks collected monthly by industries registered with the federal inspection service (F.I.S.). The mean fat content varied from 3.51 to 3.69% and the protein content ranged from 3.07 to 3.17%. The averages of the somatic cell score ranged from 4.66 to 4.90 thousand cells/mL, and the transformed bacterial count ranged from 2.34 to 2.53 cfu/mL. The averages of the variables differed between two periods of validity of the Normative Instruction-62, and are presented in non-compliance with the limits established by the legislation. In the second study, was to evaluate the capacity index (Cpk) and the statistical process control charts as quality management tools for somatic cell counts (SCC) and total bacterial counts (TBC). The data were obtained from milk samples from tanks collected monthly by five industries with F.I.S in the state of Pernambuco. The Cpk index were calculated and control graphs were generated for Somatic Cell Score (SCS) and transformed bacterial count (tTBC). Only one industry presented a process acceptable or able to meet the established specifications for SCS and tTBC ($1 \leq Cpk \leq 1,33$). The control charts for the five industries indicated the presence of special causes (intermittent) in the process variation for the two variables. The results showed how industries need to improve processes for their milk suppliers to meet quality standards.

Keywords: bulk tank; dairy cattle; dairy industry; milk quality

INTRODUÇÃO

A produção de leite no Brasil é expressiva, alcançando nos últimos anos lugar de destaque entre os principais produtores de leite mundial. O leite está entre os seis produtos mais importantes da agropecuária brasileira, e, apesar de sua produção ser uma atividade de alto potencial, o país ainda é franco importador. Problemas como produção não homogênea, baixa qualidade da matéria prima e inadequadas condições sanitárias, ainda são inerentes à estruturação da pecuária leiteira. O Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL) surgiu na década de 90 caracterizado por um conjunto de medidas, visando à melhoria da qualidade do leite produzido no Brasil. Juntamente ao PNMQL foi implementada a Instrução Normativa nº. 51 (IN-51), de 18/09/2002, aprovada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que fixa requisitos mínimos a serem observados para produção, identidade, qualidade, coleta e transporte do leite A, B, C, pasteurizado e cru refrigerado. Em 2011 foi publicada a Instrução Normativa nº. 62 (IN-62), alterando a IN 51, prevendo novos prazos e parâmetros de qualidade.

A substituição da IN-51 pela IN-62 refletiu a fragilidade do setor produtivo: o prazo foi prorrogado por mais quatro anos para que os produtores de leite pudessem se adequar aos novos limites impostos pela legislação (100 mil/mL, para CBT, e 400 mil/mL, para CCS). Tal fragilidade é comprovada, mais uma vez, pois em maio de 2016 esse prazo foi postergado por meio de decreto, e os novos padrões que entrariam em vigor em julho de 2016, para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, passarão a valer a partir de 01/07/2018. Já para as regiões Norte e Nordeste, a validade é a partir de 01/07/2019.

Produtores e indústrias são responsáveis pelo contínuo monitoramento da qualidade do leite. Produtos industrializados fora dos padrões estabelecidos apresentam indicativos

de falhas no processo produtivo industrial ou, ainda, problemas com a matéria prima de qualidade inferior.

Em face da ineficiência no cumprimento da IN-62, para as indústrias conseguirem junto aos seus fornecedores, resultados positivos na obtenção do leite cru, com qualidade superior aos limites estabelecidos pela legislação, é necessário que se trabalhem esforços adicionais, que podem ser citados como exemplo os programas de valorização do leite pela qualidade ou, ainda, a adoção de um bom sistema de gestão da qualidade.

Algumas ferramentas básicas podem ser usadas para auxiliar a localização, compreensão e eliminação de problemas que afetam a qualidade do produto. O controle estatístico de processos (CEP) é um conjunto de ferramentas de monitoramento que compara continuamente os resultados de um processo com um padrão, identificando, a partir de análises estatísticas, as tendências para variações significativas, eliminando ou controlando estas variações.

A qualidade não tem fórmula pronta de sucesso, baseia-se no uso racional de técnicas que deram mais certo. O uso da estatística, informática, “*benchmarking*” e otimização de recursos humanos através da aducação, treinamento, motivação e trabalho em equipe são recursos indispensáveis.

Diante do exposto, o trabalho de tese será apresentado na forma de um referencial teórico e dois capítulos, redigido de acordo com as normas da ABNT. No capítulo um apresenta-se um referencial teórico, discutindo informações sobre a importância da gestão da qualidade e as ferramentas que podem ser usadas no monitoramento da produção do leite nos padrões da qualidade. No capítulo dois são descritos e discutidos os resultados da situação da qualidade do leite produzido na região nordeste brasileira. No capítulo três são descritos e discutidos os resultados sobre o uso de ferramentas de monitoramento da

qualidade da contagem de células e da contagem bacteriana total em leite cru refrigerado fornecido às indústrias de lácteos.

CAPÍTULO 1

1. Referencial Teórico

1.1. Os avanços da qualidade do leite no Brasil

No final do ano de 1996 criou-se o “Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL)” caracterizado por um conjunto de medidas, visando à melhoria da qualidade do leite produzido no Brasil. Juntamente ao PNMQL foi implementada a Instrução Normativa nº. 51 (IN-51), de 18/09/2002, aprovada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que fixa requisitos mínimos a serem observados para produção, identidade, qualidade, coleta e transporte do leite A, B, C, pasteurizado e cru refrigerado (BRASIL, 2002a). Este fato provocou grandes mudanças positivas no setor leiteiro no Brasil, sendo uma delas o monitoramento da qualidade do leite por meio de análises laboratoriais e, para atender essa demanda, a partir da legislação, a Instrução Normativa nº. 37 (IN-37) instituiu a Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL), que tem como objetivo realizar análises oficiais para fiscalização das amostras do leite cru refrigerado, coletadas em propriedades rurais e nas indústrias processadoras (BRASIL, 2002b).

Dentre as principais análises exigidas pela legislação incluem-se os teores de proteína, gordura, extrato seco total e desengordurado, a contagem de células somáticas (CCS) - indicador para controle da mastite nos rebanhos, e a contagem bacteriana total (CBT) - indicador das condições de higiene na obtenção do leite.

Essas análises são realizadas por meio de metodologia analítica oficial aceita pelo MAPA. Os laboratórios possuem equipamentos modernos para análises rápidas e precisas, capazes de gerar um grande número de resultados por hora.

Atualmente, dez laboratórios são credenciados pela RBQL, localizados estrategicamente por todo o território nacional, além de um laboratório de referência que monitora a qualidade das análises efetuadas pelos demais, mediante programa de controle

intra e interlaboratorial. A Coordenação Geral de Laboratório Animal - CGAL/MAPA - realiza as auditorias nesses laboratórios, garantindo a confiabilidade dos resultados gerados para o MAPA, às indústrias e aos produtores.

1.2. A legislação brasileira e os seus entraves

A IN-51 (BRASIL, 2002a) entrou em vigor a partir de 01/07/2005, nas regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste e, a partir de 01/07/07, nas regiões Norte e Nordeste. Em 2011, o MAPA publicou em Diário Oficial da União, de 30/12/2011, a Instrução Normativa nº. 62 (IN-62) (BRASIL, 2011), alterando a IN-51 (BRASIL, 2002a), contendo novas normas de produção e qualidade do leite. Esta legislação começou a vigorar a partir de 01/01/2012, prevendo novos parâmetros para CBT e CCS, como apresentado na **Tabela 1**.

Segundo Vilela (2012), a substituição da IN-51 pela IN-62 reflete a fragilidade do setor produtivo e mostra uma realidade muito aquém do considerado ideal. Na IN-62 o prazo foi prorrogado por mais quatro anos, para que os produtores de leite no Brasil passem a respeitar os limites de 100 mil/mL, para CBT, e 400 mil/mL, para CCS.

Tal fragilidade do setor produtivo mais uma vez é comprovada, pois em maio de 2016 esse prazo foi postergado por meio de decreto, e os novos padrões que entrariam em vigor em julho de 2016, para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, passarão a valer a partir de 01/07/2018. Já para as regiões Norte e Nordeste, a validade é a partir de 01/07/2019.

Tabela 1. Requisitos microbiológicos e de CCS a serem avaliados pela Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite

Índice medido por propriedade rural ou por tanque comunitário	A partir de 01.07.2008 até 31.12. 2011 Regiões: S/SE/CO	A partir de 01.01.2012 até 30.06.2014 Regiões: S/SE/CO	A partir de 01.07.2014 até 30.06.2016 Regiões: S/SE/CO	A partir de 01.07.2016 Regiões: S/SE/CO
	A partir de 01.7.2010 até 31.12.2012 Regiões: N/NE	A partir de 01.01.2013 até 30.06.2015 Regiões: N/NE	A partir de 01.07.2015 a 30.06.2017 Regiões: N/NE	A partir de 01.07.2017 Regiões: N/NE
CBT (UFC/mL)	Máximo de 750.000	Máximo de 600.000	Máximo de 300.000	Máximo de 100.000
CCS (CS/mL)	Máximo de 750.000	Máximo de 600.000	Máximo de 500.000	Máximo de 400.000

Fonte: BRASIL (2011).

Motivos de tantas prorrogações deve-se ao não cumprimento dos limites estabelecidos, por grande parte dos produtores brasileiros de leite. Esses dados são publicados e atualmente conhecidos, em face da estruturação dos laboratórios, que por meio de informações compiladas dos laudos de análises estratificam a situação da qualidade do leite em diversos estados do Brasil.

De acordo com Machado e Cassoli (2016a), em diagnóstico realizado para alguns estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, considerando o limite atual de 300 mil UFC/mL, seria 65% dos produtores em conformidade, no entanto, quando se projetou o limite de 2018, que será de 100 mil UFC/mL, esse percentual declinou para 40%. E continuando o diagnóstico, dessa vez para a contagem de células somáticas, Machado e Cassoli (2016b) constataram que 62% dos produtores estariam em conformidade para o atual limite de 500 mil células/mL e, quando projetado para 400 mil células/mL, limite que entrará em vigor em 2018, apenas 49% dos produtores estariam em conformidade.

Na região nordeste, em pesquisa realizada por Ribeiro Neto et al. (2012), médias para amostras coletadas no período de julho de 2009 a junho de 2010 foram de 564 mil

cél/mL, para a CCS, e 1190 mil UFC/mL, para CBT. Os autores atribuíram à ocorrência desses resultados a existência de falhas generalizadas nos procedimentos de ordenha e refrigeração do leite.

Diante desses números fica fácil sugerir que ações mais eficazes devam ser tomadas, no sentido de se fazer valer a legislação.

1.3. As indústrias de laticínios

Produtores e indústria de leite são responsáveis pelo contínuo monitoramento da qualidade do leite. Produtos industrializados fora dos padrões estabelecidos apresentam indicativos de falhas no processo produtivo industrial ou, ainda, problemas com a matéria prima de qualidade inferior (CERQUEIRA et al., 2012).

Para as indústrias conseguirem junto aos seus fornecedores bons resultados na obtenção do leite cru e que essa qualidade seja superior aos limites estabelecidos pela legislação brasileira, é necessário que se trabalhe com esforços adicionais, como é o caso dos programas de valorização do leite pela qualidade (CARDOSO; SOUZA, 2013).

Uma proposta interessante para adoção desses programas foi apresentada por Machado (2008), considerando alguns aspectos relevantes: como no Brasil 64,4% do leite é usado na forma fluida e o restante para a produção dos derivados, que dependem inteiramente do teor sólido da matéria prima, seria totalmente viável o pagamento em função da quantidade de sólidos totais. Quanto aos componentes indesejáveis (CCS e CBT), seriam implementadas penalizações e nenhuma bonificação. Assim, os níveis de CCS e CBT, a partir de certo patamar (20% a 25% dos melhores produtores daquela indústria se encontrariam) seriam utilizados para penalizar o preço. Os dados seriam agrupados em quartis; o primeiro quartil conteria os produtores padrão para CCS e CBT.

Um produtor que estivesse classificado no quarto quartil para CCS e também para CBT receberia 20% a menos do que poderia receber.

Em trabalho realizado numa cooperativa localizada na região sudeste do Brasil por Botaro et al. (2013), as recompensas financeiras por meio de programas de valorização trouxeram melhorias na qualidade do leite, especialmente na diminuição da contagem de células somáticas e contagem bacteriana total.

No entanto, algumas dificuldades foram apontadas por Cardoso e Souza (2013), uma vez que a adoção de programas de pagamento por qualidade influenciou significativamente na redução da CBT nas empresas de lácteos avaliadas no período de 2006 a 2010, porém não foi observada a mesma influência na redução da CCS. Constataram, ainda, que as empresas de lácteos entendem a importância da adoção desses programas, porém para algumas delas há certa dificuldade em elaborar e gerenciá-los internamente.

Segundo Draaiyer et al. (2009), alguns aspectos relevantes devem ser considerados na adoção de programas de pagamento por qualidade, a citar: fase de desenvolvimento da coleta de leite; confiança e nível educacional entre os membros do grupo (indústria e produtores); clareza na exposição do sistema de pagamento para o grupo; conhecimento sobre a legislação do país; metodologias para análises idôneas do leite cru; considerar a qualidade higiênica da coleta de amostras; conhecimento sobre práticas de adulteração do produto; ajustar os critérios do programa de pagamento em conformidade aos produtos processados na indústria, proteína (queijos), gordura (manteiga), extrato seco desengordurado, higiene, etc.

1.4. A gestão da qualidade

A gestão da qualidade tem passado por profundas mudanças nos últimos 15 anos. Muito ainda precisa ser trabalhado para que haja melhorias mais expressivas na qualidade do leite cru brasileiro, no entanto, já é possível traçar algumas metas para programas de monitoramento e gestão. Por meio das análises laboratoriais, alguns diagnósticos de situação já são conhecidos, como também a grande dificuldade de produtores brasileiros em adequação aos limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2011).

De acordo com a EMBRAPA (2017), com foco em ações estratégicas, foi lançado, em maio de 2016, o Sistema de Monitoramento da Qualidade do Leite (SIMQ), uma plataforma desenvolvida em conjunto pelo MAPA e EMBRAPA que reunirá dados consolidados de produção, a partir de atualização semanal dos resultados das análises laboratoriais. Em janeiro de 2017, o software já apresentava mais de 70 milhões de dados relativos à qualidade do produto, como contagem de células somáticas e contagem bacteriana total. Instituições públicas e privadas credenciadas poderão acessar o SIMQL e obter informações em esfera macrorregional, microrregional ou até mesmo municipal. A expectativa é que o sistema possa aperfeiçoar os trabalhos de fiscalização, inspeção e fomento e destinar com mais eficácia o uso dos recursos públicos e privados.

A grande questão, a partir de tanta produção de dados, é de fato gerir essas informações rumo a planejamentos estratégicos exequíveis para que haja efetivamente o cumprimento das metas estabelecidas, caso contrário novos prazos continuarão sendo prorrogados para a legislação brasileira (IN-62).

Historicamente, o modelo Taylorista de administração criou uma novidade no quesito qualidade, por meio do trabalho de inspeção os produtos acabados e defeituosos passaram a ser descartados. A partir de 1950, surgiu o ciclo PDCA (Planejar-Plan,

Executar-Do, Verificar-Check e Agir-Act). Esta foi uma das primeiras ferramentas de gestão da qualidade proposta por Walter A. Shewhart e mais amplamente divulgada e praticada por Deming (FABRIS et al., 2015).

De acordo com Lopes (2014), a gestão da qualidade total como modelo de gestão teve origem no Japão e foi adaptado posteriormente por empresas norte-americanas e europeias. Autores como Deming, Juran, Crosby, Feigenbaun, Taguchi, Ishikawa, entre outros, são considerados os grandes mestres da gestão da qualidade, e descreveram em seus trabalhos alguns princípios fundamentais para a implementação deste novo modelo.

O professor David A. Garvin, da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, mencionava que “Se a qualidade deve ser gerenciada, primeiro deve ser entendida”. Em uma de suas obras faz uma abordagem do que denominou as quatro “eras da qualidade” (GARVIN, 1988), conforme apresentado na **Tabela 2**.

Tabela 2. As quatro principais eras da qualidade

Identificação das características	Etapa do Movimento da Qualidade			
	Inspeção	Controle Estatístico da Qualidade	Garantia da Qualidade	Gestão Estratégica da Qualidade
Ênfase	uniformidade do produto	uniformidade do produto com menos inspeção	Toda cadeia de produção e a contribuição de todos os grupos funcionais	as necessidades do mercado e do consumidor
Métodos	instrumentos de medição	instrumentos e técnicas estatísticas	programas e sistemas	planejamento estratégico, estabelecimento de objetivos e mobilização da organização
Responsável	departamento de inspeção	departamento de produção	todos os departamentos, embora a alta gerência só se envolva periféricamente	todos na empresa, com a alta gerência exercendo forte liderança
Orientação e abordagem	"inspeciona" a qualidade	"controla" a qualidade	"constrói" a qualidade	"gerencia" a qualidade

Fonte: Adaptado de Garvin (1988)

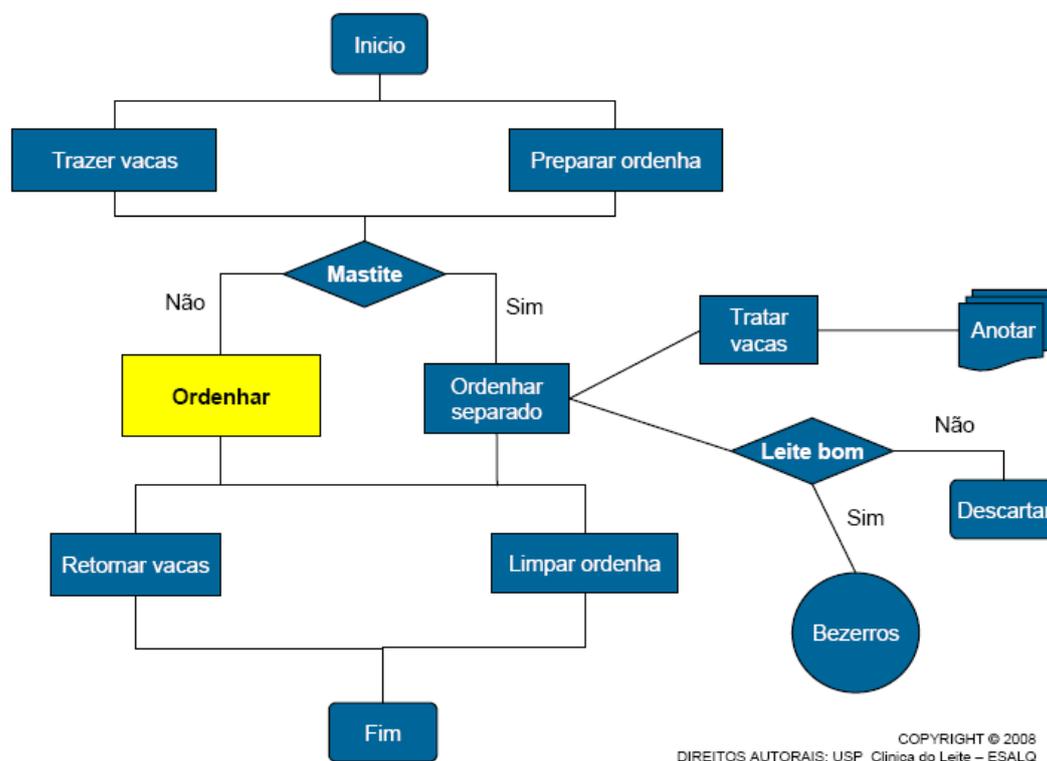
Desse modo, é possível identificar quatro eras de evolução: inspeção, controle estatístico da qualidade, garantia da qualidade e gestão estratégica da qualidade (GARVIN, 1988), o que aloca o Brasil, de maneira geral, num estágio primário da escala evolutiva na gestão da qualidade para a produção do leite cru refrigerado.

1.5. Ferramentas de gestão da qualidade

De acordo com Peinado e Graeml (2007), são sete as ferramentas básicas a serem utilizadas para auxiliar a localização, compreensão e eliminação de problemas que afetam a qualidade do produto ou do serviço. Especialistas afirmam que a maioria dos problemas empresariais pode ser analisada e resolvida com o uso destas sete ferramentas. Trata-se de ferramentas simples, mas que, se utilizadas corretamente, transformam-se em um poderoso instrumento na solução de problemas. São elas: fluxogramas ou diagramas de processo; folhas de verificação; gráficos de controle estatístico de processo; análises de Pareto; histogramas; diagramas de causa e efeito; diagramas de dispersão ou correlação. E ainda há três ferramentas complementares como gráficos demonstrativos; estratificação e “*brainstorming*”.

O fluxograma descreve a sequência do trabalho envolvido no processo, passo a passo, e os pontos em que as decisões são tomadas (LINS, 1993). É uma ferramenta que objetiva facilitar a visualização, dando um melhor entendimento das tarefas, de maneira a oferecer condições para que qualquer indivíduo seja capaz de realizá-las até a obtenção do produto final (MACHADO; CASSOLI, 2006). Segue exemplo de fluxograma para obtenção de leite que pode ser usado no setor de ordenha (**Figura 1**).

Figura 1. Fluxograma da obtenção de leite cru



Fonte: Machado; Cassoli (2006)

A folha de verificação é a mais simples das ferramentas e apresenta uma maneira de se organizar e apresentar os dados em forma de um quadro ou tabela (PEINADO; GRAEML, 2007). A sua aplicação típica está relacionada com a observação de fenômenos. Observa-se o número de ocorrências de um problema ou de um evento e anota-se na folha, de forma simplificada, a sua frequência (LINS, 1993).

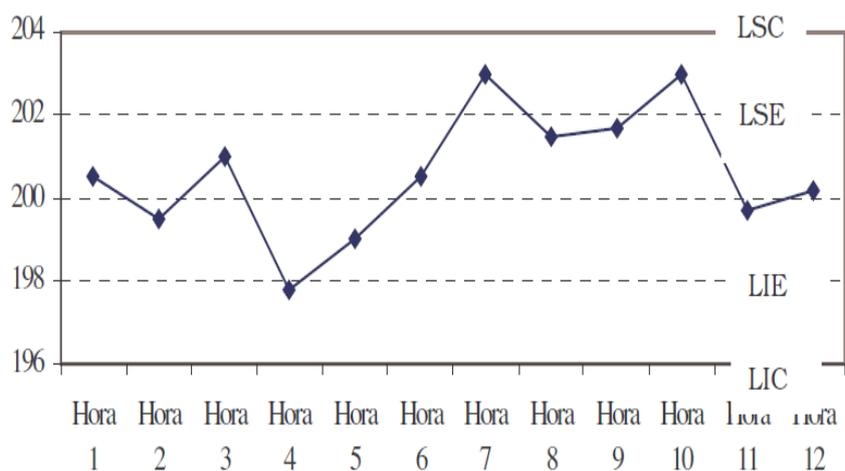
O controle estatístico de processos (CEP) é um conjunto de ferramentas de monitoramento, que compara continuamente os resultados de um processo com um padrão, identificando, a partir de análises estatísticas, as tendências para variações significativas, eliminando ou controlando estas variações (DE VRIES; CONLIN, 2003). Ainda segundo os mesmos autores, a principal ferramenta empregada pelo CEP é o

gráfico de controle estatístico, que usualmente monitora uma variável de qualidade tanto pelo seu valor médio quanto pela sua variabilidade.

Um gráfico de controle consiste na plotagem de três linhas. Representam os limites de controle: um limite de controle superior (LCS), um limite de controle inferior (LCI) e a média de amostras, conhecida como a linha central (LC), que é a média da variável (RIBEIRO; CATEN, 2012).

Por meio da **Figura 2** é possível visualizar um exemplo de gráfico de controle, segundo Peinado e Graeml (2007). Para esta situação, considere que um pacote de biscoito deva pesar entre 198 e 202 gramas, com alguma tolerância para valores ligeiramente fora desta faixa. Porém, nenhum pacote deve ter peso superior a 204 gramas e nem inferior a 196 gramas. Durante todo o dia são pesados alguns pacotes de hora em hora. Os pesos obtidos são apresentados no gráfico.

Figura 2. Gráfico de controle estatístico



LSC = Limite superior de controle = 204 gramas.
LSE = Limite superior da especificação = 202 gramas.
Média = 200 gramas
LIE = Limite inferior da especificação = 198 gramas.
LIC = Limite inferior de controle = 196 gramas.

Fonte: Peinado; Graeml (2007)

O gráfico de controle estatístico de processo serve para indicar se um processo está dentro dos limites de controle determinados. Estar sob controle não significa, necessariamente, que o produto atende às especificações, significando apenas que o processo é consistente. Ele pode ser consistentemente ruim, como é o caso do exemplo acima, em que os itens amostrados não atenderam as especificações em 25% dos casos (três situações das 12 avaliadas).

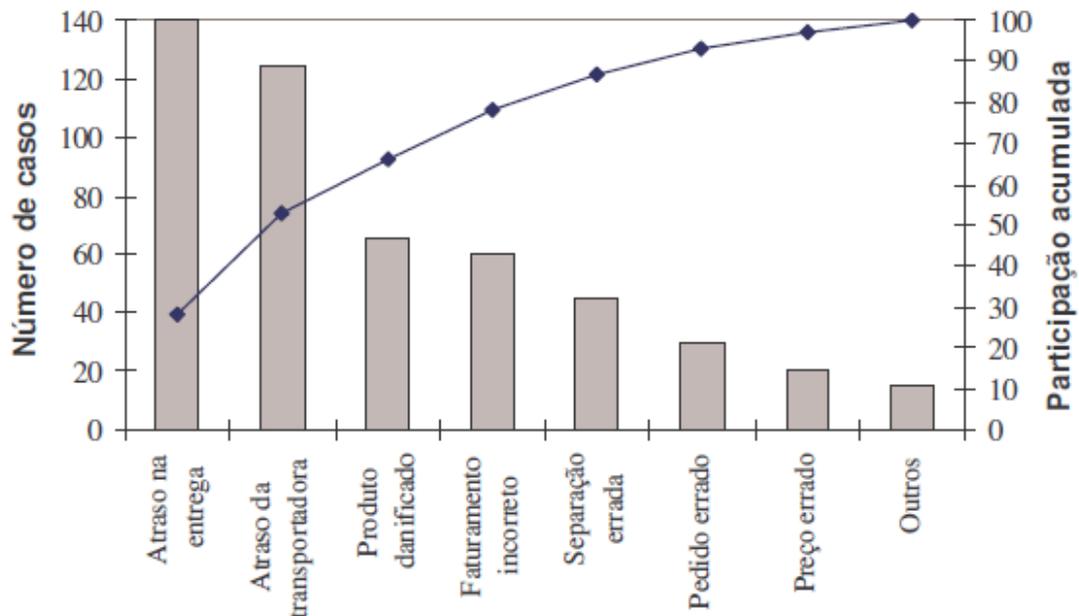
De acordo com LINS (1993), a análise de Pareto leva esse nome porque foi desenvolvido pelo economista italiano Vilfredo Pareto, que identificou as seguintes características nos problemas socioeconômicos: a) poucas causas principais influíam fortemente no problema; b) havia um grande número de causas triviais, pouco importantes, que influíam marginalmente no problema. Nos processos industriais e na administração em geral comprovou-se que o comportamento dos problemas é semelhante. Assim, é importante identificar quais as causas principais e atacá-las efetivamente, de modo a obter o máximo ganho em termos de solução para o problema em estudo.

A análise de Pareto é demonstrada por meio de um gráfico de barras verticais (Gráfico de Pareto) que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a ordem de importância de problemas, causas e temas em geral (CARPINETTI, 2012).

Conforme é possível observar pela análise de Pareto (**Figura 3**), para diminuir drasticamente o problema de devolução de produtos será necessário criar um programa de ação para a empresa diminuir os atrasos de entrega da fábrica e da transportadora.

Ainda na **Figura 3**, se os planos de ação focados nos atrasos de entrega da fábrica e da transportadora forem eficazes, 53% do problema de devolução será resolvido (PEINADO; GRAEML, 2007).

Figura 3. Análise de Pareto



Fonte: Peinado; Graeml (2007)

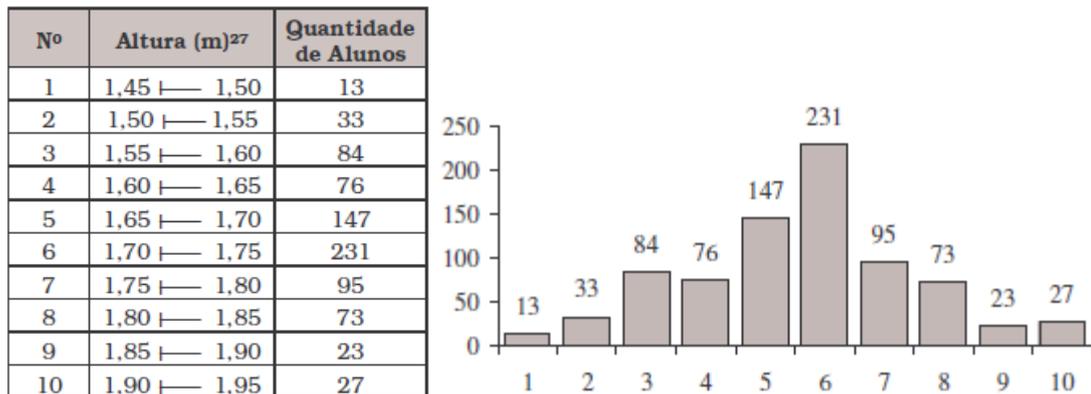
O histograma é um gráfico de barras verticais que apresenta valores de uma certa característica agrupados por faixas. É útil para identificar o comportamento típico da característica. Usualmente, permite a visualização de determinados fenômenos, dando uma noção da frequência com que ocorrem (LINS, 1993). Num exemplo apresentado por Peinado e Graeml (2007), na **Figura 4**, se fosse necessário mostrar de forma gráfica a distribuição de altura dos estudantes da faculdade apresentadas no quadro, uma boa forma de fazê-lo seria por meio de um histograma.

O diagrama de causa e efeito é também conhecido como diagrama de Ishikawa, por ter sido desenvolvido pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa, ou como diagrama "espinha de peixe", por seu formato gráfico (LINS, 1993).

O diagrama de causa e efeito foi desenvolvido para representar as relações existentes entre um problema ou o efeito indesejável do resultado de um processo e todas as possíveis causas desse problema, atuando como um guia para a identificação da causa

fundamental deste problema e para a determinação das medidas corretivas que deverão ser adotadas (CARPINETTI, 2012).

Figura 4. Histograma



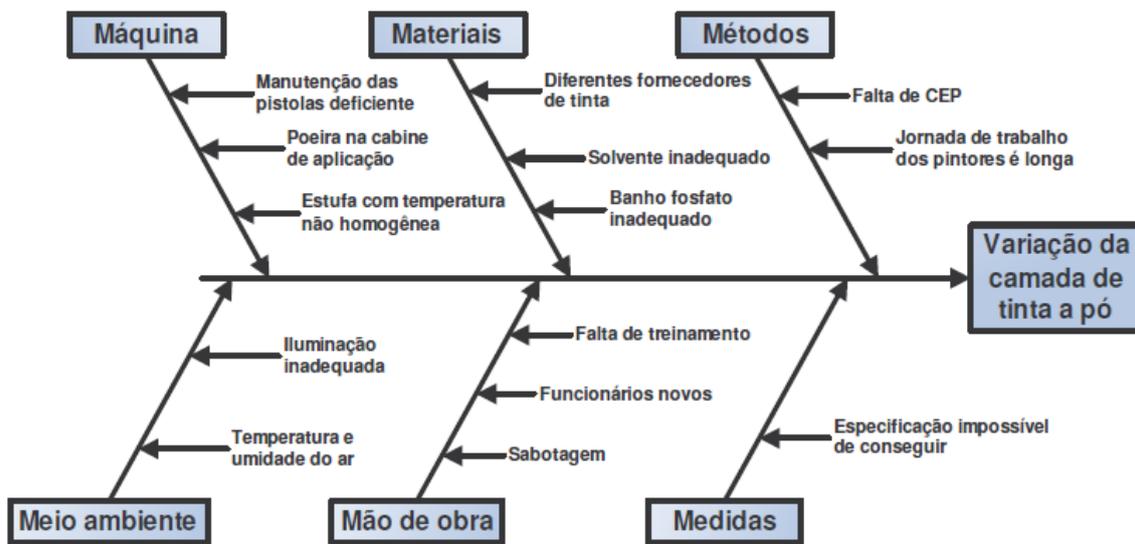
Fonte: Peinado; Graeml (2007)

De acordo com Peinado e Graeml (2007), de maneira geral, nas organizações de manufatura, as causas de problemas estão, normalmente, ligadas a seis áreas, conhecidas como os seis "M": mão-de-obra, materiais, máquinas, medidas, meio ambiente e métodos. Para organizações de serviços, estas áreas não são aplicadas, sendo substituídas por outras como, por exemplo: política, legislação, lugar, pessoal, procedimentos, etc. A **Figura 5** ilustra um exemplo de diagrama de causa e efeito para um problema industrial sobre excesso de variação da espessura da camada de pintura a pó de uma superfície metálica.

Conceituado por LINS (1993), os diagramas de dispersão ou correlação permitem visualizar a correlação entre duas grandezas. Tal correlação poderá: a) inexistir, no caso, não será possível identificar qualquer tipo de comportamento típico no gráfico; b) caracterizar-se como uma correlação linear, no gráfico, os pontos tenderão a se distribuir ao longo de uma reta; c) caracterizar-se como uma correlação não linear, no gráfico, os pontos tenderão a se distribuir ao longo de uma curva ou de várias curvas similares que

se repetem periodicamente; d) caracterizar outras distribuições como, por exemplo, em agrupamentos bem delimitados.

Figura 5. Diagrama de causa e efeito



Fonte: Peinado; Graeml (2007)

É importante verificar a existência de pontos atípicos, chamados *outliers*, ou seja, pontos que não condizem com o restante dos dados, podendo ser decorrente de coleta incorreta de dados e, nesses casos, devendo ser eliminados do conjunto de dados (CARPINETTI, 2012).

Segundo Peinado e Graeml (2007), os índices de capacidade do processo ou capacidade do processo (CP_k) medem de maneira indireta o quanto o processo em questão é capaz de atender às especificações estabelecidas, ou seja, tem a ver com a busca de uma forma para controlar e medir qual a capacidade que um processo tem para cumprir as exigências de uma determinada especificação. Quanto maior for o valor do índice, mais o processo é capaz de satisfazer as especificações (COSTA et al., 2005).

O *CPk* é uma ferramenta ideal na gestão dos sistemas produtores de leite, podendo ser usado tanto pela indústria quanto pelos órgãos oficiais de inspeção, pois relaciona as informações do rebanho (média e variação) com um critério específico (padrão de qualidade da indústria), fazendo uma relação direta entre o desempenho do rebanho e um padrão de qualidade (NIZA-RIBEIRO et al., 2004).

De acordo com Montgomery (2004), o índice de capacidade é obtido pela expressão: $Cpk = \text{MIN} (LSE - \mu / 3\sigma ; \mu - LIE / 3\sigma)$. Em que LSE é o limite superior de especificação; LIE é o limite inferior de especificação; μ é a média do processo e σ é o desvio-padrão do processo. Há algumas situações em que existe apenas um limite de especificação. Nestes casos, os índices são calculados da seguinte forma: quando existe apenas o limite inferior de especificação, $Cpi = \mu - LIE / 3\sigma$ e quando existe somente o limite superior de especificação: $Cps = LSE - \mu / 3\sigma$. As interpretações do índice *Cpk* podem ser feitas de acordo com o exposto na **Tabela 3**.

Tabela 3. Intervalos de referência para análise do índice CPk

Índice <i>Cpk</i>	Interpretação
$Cpk < 1$	processo incapaz
$1 \leq Cpk \leq 1,33$	processo aceitável
$Cpk \geq 1,33$	processo potencialmente capaz

Fonte: Adaptado de Montgomery (2004)

De acordo com Machado e Cassoli (2006), a qualidade não tem nenhuma fonte mágica de sucesso e baseia-se no uso racional de técnicas que deram mais certo. Mencionam ainda que a utilização da estatística, informática, “*benchmarking*” e otimização de recursos humanos através de educação, treinamento, motivação e trabalho em equipe são recursos indispensáveis.

1.6. Referências Bibliográficas

BOTARO, B.G.; GAMEIRO, A.H.; SANTOS, M.V. Quality based payment program and milk quality in dairy cooperatives of Southern Brazil: an econometric analysis. **Scientia Agricola**, v.70, n.1, p.21-26, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18/09/2002a. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 set. 2002a. Seção I, p. 13-22.

_____. Instrução Normativa nº 37, de 18/04/2002b. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 abr. 2002b. Seção I, p. 3.

_____. Instrução Normativa nº 62, de 29/12/2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 dez. 2011. Seção I, p. 6.

CARDOSO, M.; SOUZA, G.M. Percepção das empresas de lácteos sobre programas de pagamento por qualidade do leite e evolução dos indicadores de qualidade higiênico-sanitário. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v.68, n.390, p.76-77, 2013.

CARPINETTI, L.C.R. **Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas**. São Paulo: 2.ed. Atlas, 2012.

CERQUEIRA, M.M.O.P.; PAIVA, C.A.V.; LEITE, M.O.; FONSECA, L.M.; SOUZA, M.R.; PENNA, C.F.A.M. Impacto da qualidade da matéria-prima na indústria de laticínios. **Revista indústria de laticínios**, n.97, p.64-71, 2012.

COSTA, A.F.B.; EPPRECHT E.K.; CARPINETTI, L.C.R. **Controle estatístico de qualidade**. São Paulo: 2.ed. Atlas, 2005. 334p.

DE VRIES, A.; COLIN, B.J. Design and performance of statistical process control charts applied to estrous detection efficiency. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.6, p.1970-1984, 2003.

DRAAIYER, J.; DUGDILL, B.; BENNETT, A.; MOUNSEY, J. **Milk Testing and Payment Systems**. Resource Book – a practical guide to assist milk producer groups. Roma: FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009.77p. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0980e/i0980e00.pdf>> Acesso em: 25 mai. 2017.

EMBRAPA. Embrapa apresenta sistema de monitoramento do leite a ministro interino da Agricultura – RSS. EMBRAPA Gado de Leite. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/noticiasrss//asset_publisher/HA73uEmvroGS/content/id/19805527> Acesso em: 12 abr. 2017.

FABRIS, C.B.; BORGES, R.; BERGHAUSER, N.A.C. Aplicação das ferramentas da qualidade em um processo produtivo de uma indústria de ração. In: V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2015, Ponta Grossa, **Anais...** Ponta Grossa:2015.

GARVIN, D.A. **Managing Quality: The Strategic and Competitive Edge**. New York: The Free Press, 1988. 326p.

LINS, B.F.E. Ferramentas básicas da qualidade. **Ciência da informação**, v.22, n.2, p.181-185, 1993.

LOPES, J.C.C. Gestão da qualidade: Decisão ou constrangimento estratégico. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Europeia. Lisboa, 2014.

MACHADO, P.F. Pagamento do leite por qualidade. In: BARBOSA, S.B.P., BATISTA, A.M.V., MONARDES, H. III Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite. 2008, Recife, **Anais...** Recife:2008.

MACHADO, P.F.; CASSOLI, L.D. **Gerenciamento administrativo de empresas produtoras de leite**. Piracicaba: 1.ed. ESALQ-Clinica do leite, 2006. 177p.

_____. **Contagem Bacteriana Total (CBT)** – 2016. Piracicaba. 2016a. 42p. (Mapa da Qualidade do leite, v. 2).

_____. **Contagem de Células Somáticas (CCS)** – 2016. Piracicaba. 2016b. 36p. (Mapa da Qualidade do leite, v. 1).

MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. São Paulo: 4.ed. LTC, 2004.

NIZA-RIBEIRO, J.; NOORDHUIZEN, J.P.T.M.; MENEZES, J.C. Capability index – A statistical process control tool to aid in udder health control in dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.8, p.2459-2467, 2004.

PEINADO, J.; GRAEML, A.R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba:UnicenP, 2007, 750 p.

RIBEIRO NETO, A.C.; BARBOSA, S.B.P.; JATOBÁ, R.B.; Silva, A.M.; SILVA, C.X.; SILVA, M.J.A.; SANTORO, K.R. Qualidade do leite cru refrigerado sob inspeção federal na região Nordeste. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n.5, p. 1343-1351, 2012.

RIBEIRO, J.L.D.; CATEN, C.S. **Controle estatístico do processo** (série monográfica qualidade). Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2012. 172p.

VILELA, D. Uma guinada para a realidade. 2012. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/seu-espaco/espaco-aberto/uma-guinada-para-a-realidade-77680n.aspx>> Acesso em: 03 jan. 2017.

CAPÍTULO 2

2. Qualidade do leite cru refrigerado em indústrias de lácteos situadas no nordeste brasileiro

Resumo

Objetivou-se avaliar a influência sazonal sobre a composição química, a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana total (CBT) do leite cru refrigerado em indústrias situadas do nordeste brasileiro. Os dados foram obtidos de amostras de leite de tanques coletadas mensalmente por indústrias com cadastro no serviço de inspeção federal. Foram considerados dois períodos (1 e 2) de vigência, de acordo com a Instrução Normativa-62 (IN-62). Para composição química as maiores médias registradas foram entre os meses de maio a julho. O teor de gordura médio variou de 3,51 a 3,69% e o teor de proteína variou de 3,07 a 3,17%. As médias do escore de células somáticas variaram de 4,66 a 4,90 mil céls./mL, sendo a maior registrada no mês de julho, e a contagem bacteriana transformada variou de 2,34 a 2,53 ufc/mL, sendo a maior no mês de março. As médias para as variáveis tiveram um decréscimo no período 2 de vigência da IN-62, no entanto, ainda se apresentam em não conformidade aos limites estabelecidos pela legislação.

Palavras-chave: composição do leite; cartas de controle; capacidade do processo; contagem bacteriana total; contagem de células somáticas

Abstract

The objective of this study was to evaluate the seasonal influence on the chemical composition, somatic cell count (SCC) and total bacterial count (TBC) of bulk tank milk in Brazilian Northeastern states. Data were obtained from milk samples from tanks collected monthly by industries registered with the federal inspection service. Two periods (1 and 2) of validity were considered, according to Normative Instruction-62 (IN-62). For chemical composition, the highest averages recorded were between May and July. The mean fat content varied from 3.51 to 3.69% and the protein content ranged from 3.07 to 3.17%. The averages of the somatic cell score ranged from 4.66 to 4.90 thousand cells/mL, the highest recorded in July, and the transformed bacterial count ranged from 2.34 to 2.53 cfu/mL. The highest in the month of March. The averages for the variables had a decrease in period 2 of IN-62, however, they still present in non-compliance with the limits established by the legislation.

Keywords: process capability; control chart; milk composition; total bacterial count; somatic cells count

2.1. Introdução

O Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL) surgiu na década de 90 caracterizado por um conjunto de medidas, visando à melhoria da qualidade do leite produzido no Brasil. Juntamente ao PNMQL foi implementada a Instrução Normativa nº. 51 (IN-51), de 18/09/2002, aprovada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que fixa requisitos mínimos a serem observados para produção, identidade, qualidade, coleta e transporte do leite A, B, C, pasteurizado e cru refrigerado (BRASIL, 2002a). Em 2011 foi publicada a Instrução Normativa nº. 62 (IN-62) (BRASIL, 2011), alterando a IN-51, prevendo novos prazos e parâmetros de qualidade para que os produtores de leite no Brasil passem a respeitar os limites.

Existem fragilidades na cadeia produtiva do leite cru brasileiro. Tal fato fez com que novamente a IN-62 tivesse seus prazos prorrogados por meio de decreto em mais dois anos, valendo a partir de 01/07/2018, para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, e de 01/07/2019, para as regiões Norte e Nordeste.

Para atender essa demanda por análises, instituiu-se a Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL) (BRASIL, 2002b), que objetiva realizar análises oficiais para fiscalização das amostras do leite cru. Dentre as principais análises exigidas pela legislação incluem-se os indicadores nutricionais como teores de proteína, gordura, extrato seco total e desengordurado, a contagem de células somáticas (CCS) - indicador para controle da mastite nos rebanhos e a contagem bacteriana total (CBT) - indicador das condições de higiene na obtenção do leite.

As indústrias de produtos lácteos que possuem cadastro no Serviço de Inspeção Federal são fiscalizadas pelo MAPA, que visa garantir produtos com certificação sanitária e tecnológica para o consumidor brasileiro, respeitando as legislações nacionais e

internacionais vigentes (DIPOA, 2017). E somente os laudos emitidos pelos laboratórios da RBQL são oficiais para essa prática. O Ministério fiscaliza as indústrias e elas, por sua vez, monitoram seus produtores fornecedores de leite.

Levantamentos realizados por esses laboratórios têm mostrado um panorama da situação da qualidade do leite cru em algumas regiões do Brasil. De acordo com Machado e Cassoli (2016a), em diagnóstico realizado para alguns estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, considerando o limite atual de 300 mil ufc/mL, seria 65% dos produtores em conformidade; no entanto, quando se projetou o limite de 2018, que será de 100 mil ufc/mL, esse percentual declinou para 40%. E continuando o diagnóstico dessa vez para a contagem de células somáticas, Machado e Cassoli (2016b) constataram que 62% dos produtores estariam em conformidade para o atual limite de 500 mil células/mL e, quando projetado para 400 mil células/mL, limite que entrará em vigor em 2018, apenas 49% dos produtores estariam conformes. De acordo com Rodrigues et al. (2017), de 40 a 50% dos rebanhos leiteiros do sudeste do Brasil não alcançarão os limites regulatórios para CCS de 400 mil células/mL ao longo dos próximos anos.

Na região Nordeste, em pesquisa realizada por Ribeiro Neto et al. (2012), médias de todos os estados para amostras coletadas no período de julho de 2009 a junho de 2010 variaram de 472 a 837 mil cél/mL, para a CCS, e 997 a 1619 milhões ufc/mL, para CBT.

Esses diagnósticos já demonstram que a produção de leite de boa qualidade é um grande desafio para a cadeia produtiva como um todo. O diagnóstico de situação para monitoramento é de fundamental importância, para tomadas de decisões mais eficazes no cumprimento das metas. Portanto, objetiva-se avaliar a qualidade do leite cru refrigerado em indústrias no nordeste brasileiro quanto aos requisitos de composição química,

contagem de células somáticas e contagem bacteriana total preconizados pela legislação nacional.

2.2. Material e Métodos

Os dados são provenientes de amostras de leite de tanques coletadas por 41 indústrias distribuídas pelos nove estados do nordeste brasileiro, as quais foram analisadas mensalmente, seguindo os padrões de coleta de amostra recomendado pelo laboratório do Programa de Gerenciamento de Rabanhos Leiteiros no Nordeste (PROGENE), vinculado ao Departamento de Zootecnia da UFRPE. Após a agitação do leite no tanque, com auxílio de uma concha inoxidável, o conteúdo é transferido para frascos de 40 mL. Para manter a integridade dessas amostras até o momento da análise no laboratório, elas devem ser refrigeradas a 7°C e, ainda, são adicionados conservantes. O bronopol (2-bromo-2nitropropano-1,3diol), para amostras destinadas às análises de composição química e da CCS, e azidiol (azida sódica 0,1% e cloranfenicol), para amostras destinadas à análise de CBT.

Foram levantadas 76.230 amostras referentes à gordura, proteína, extrato seco desengordurado (ESD), contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT), no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2015.

A composição química foi determinada pelo método de infravermelho médio por meio do equipamento Bentley 2000. O ESD foi calculado por diferença entre o extrato seco total e a gordura. Quanto às análises da CCS e CBT foram realizadas pelos equipamentos Somacount 300 e Bactocount IBC, Bentley™, respectivamente. Ambos têm como princípio de funcionamento a citometria de fluxo (BENTLEY INSTRUMENTS, INC., 2007).

De acordo com metodologia empregada por Takahashi et al. (2012), foi realizado o teste de normalidade do dados (Shapiro-Wilk) para as variáveis CCS e CBT; portanto, foram realizadas as transformações dos dados para escala logarítmica conforme as equações CCS (10^3 células/mL), em que $ECS = \log_2 (CCS/100)+3$, e para os dados de CBT (10^3 unidade formadoras de colônia/mL) a transformação usada foi $tCBT = \log_{10} (CBT+0,5)$.

De acordo com metodologia empregada por Ribeiro Neto et al. (2012), algumas restrições foram aplicadas aos dados para evitar possíveis ocorrências de vícios no processo de amostragem do leite. Algumas restrições foram aplicadas por meio de análises de frequência. Para os componentes de composição, foram consideradas amostras nos seguintes intervalos de valores, de acordo com o constituinte: gordura (de 2,00 a 7,97%) e proteína (de 2,25 a 5,18%). Para a CCS, foram consideradas amostras que apresentavam valores acima de 13.000, pois as transformações em escala logarítmica abaixo desse valor resultariam em valores negativos.

Foram criados dois períodos para avaliação de conformidade das amostras em relação à vigência da Instrução Normativa n°.62 (IN-62), no Nordeste. Período 1: amostras coletadas de janeiro/2013 a junho/2015; Período 2: amostras coletadas de julho/2015 a dezembro/2015.

As análises estatísticas descritivas foram realizadas para conhecimento de algumas medidas de posição e dispersão dos dados. Para verificar a conformidade das amostras de leite com a IN-62 foram realizadas as análises de frequência absoluta, frequência relativa e frequência relativa percentual para cada categoria (CCS e CBT). A análise da variância e o teste de Tukey foram realizados para verificar se há interferência do fator mês nas variáveis. Foi aplicado o teste T de Student para mostras pareadas independentes

considerando os dois períodos de vigência da legislação. Para os testes de comparação de médias foi considerado o nível de confiança de 95% ($p < 0,05$). O programa estatístico usado foi SPSS Statistics® (2008).

2.3. Resultados e Discussão

A composição química do leite cru no Nordeste apresenta-se em conformidade ao preconizado pela Instrução Normativa nº. 62 (BRASIL, 2011), cujas médias foram superiores aos valores mínimos de 3,0%, 2,9% e 8,4% para gordura, proteína e extrato seco desengordurado, respectivamente (**Tabela 4**), sendo possível afirmar que o leite cru bovino no Nordeste apresenta boa qualidade nutricional. O conhecimento da composição do leite é essencial para a determinação de sua qualidade, pois define diversas propriedades sensoriais e industriais. Os parâmetros de qualidade são cada vez mais usados para detecção de falhas nas práticas de manejo, servindo como referência na valorização da matéria-prima (DÜRR, 2004).

A contagem de células somáticas (CCS) apresenta-se com média inferior a 500 mil céls./mL de leite (**Tabela 4**). Demonstrando, que o leite cru produzido pelos fornecedores dessas indústrias no Nordeste atende aos requisitos da legislação quanto ao indicador da mastite nos rebanhos. No entanto, em se tratando de qualidade, recomenda-se que sejam trabalhados níveis próximos a 200 mil céls./mL para CCS, valores acima, de acordo com Quintão et al. (2017) refletem a ocorrência da inflamação nos animais e pode ser reflexo de uma gestão inadequada nas propriedades quanto a higiene de ordenha e do ambiente. De acordo com Rodrigues et al. (2017), na Europa, a Directiva 92/46 do Conselho das Comunidades Europeias, em Abril de 1992, declarou que o leite com CCS acima de 400 mil cél./mL não pode ser usado para o leite fluido e, a partir de 1998, nem mesmo para

consumo humano. Outra grande questão relacionada a importância em manter o controle da mastite são as perdas econômicas relacionadas à doença nos rebanhos leiteiros (HALASA et al., 2007).

A Contagem Bacteriana Total (CBT) apresenta-se com média muito acima do limite preconizado que é de 300 mil ufc/mL de leite (**Tabela 4**). Medidas urgentes e mais eficazes devem ser tomadas para melhoria desse indicador, pois esse reflete a falta de higiene inerente aos processos produtivos.

Tabela 4 – Valores médios, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) para indicadores de composição química, contagem de células somáticas e contagem bacteriana total em leite cru refrigerado produzido na região nordeste do Brasil entre o período de janeiro de 2013 a dezembro 2015

Componente	n	Média (DP)	Mediana	CV (%)
Gordura (%)	76230	3,60 (0,48)	3,58	13,47
Proteína (%)	76230	3,13(0,20)	3,12	6,34
ESD* (%)	76230	8,57(0,29)	8,58	3,39
CCS**	73454	482 (509)	362,00	105,53
CBT***	66667	831 (1295)	276,00	155,81

*Extrato Seco Desengordurado; **CCS – x mil céls. por mL de leite; ***CBT – x mil UFC por mL de leite

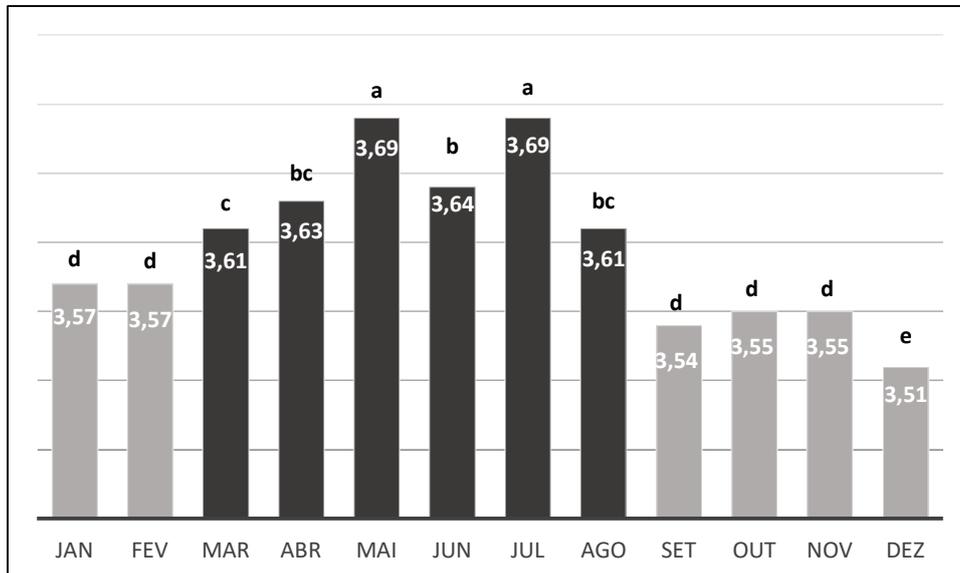
Os meses do ano influenciam significativamente ($p < 0,05$) as médias de composição química (**Figura 6, 7, 8**), CCS (**Figura 9**) e CBT (**Figura 10**) do leite cru em tanques de resfriamento. A precipitação pluviométrica é um fator de grande influência para essas variáveis (NAKAMURA et al, 2012). Partindo dessa afirmação é possível entender tal comportamento encontrado, pois as maiores médias para todas as variáveis concentram-se entre os meses de março e julho, considerado o período de maiores precipitações, enquanto as menores médias entre os meses de setembro e dezembro, com menores

precipitações. De acordo com Andrade et al. (2014) caracteriza-se como período chuvoso os meses de março a agosto e como período seco os meses de setembro a fevereiro.

Para os percentuais de gordura, proteína e extrato seco desengordurado as maiores médias registradas foram entre os meses de maio a julho, enquanto as menores nos meses de setembro e dezembro (**Figura 6, 7, 8**).

Juntamente ao aumento do volume de chuvas, ocorre uma maior oferta de forragem na alimentação animal. E esse incremento na qualidade da dieta fornecida aos animais favorece uma melhora na composição química (nutricional) do leite. Os constituintes do leite sofrem alterações pela dieta fornecida aos animais assim como também se modificam de acordo com os fatores climáticos (ANDRADE et al., 2014).

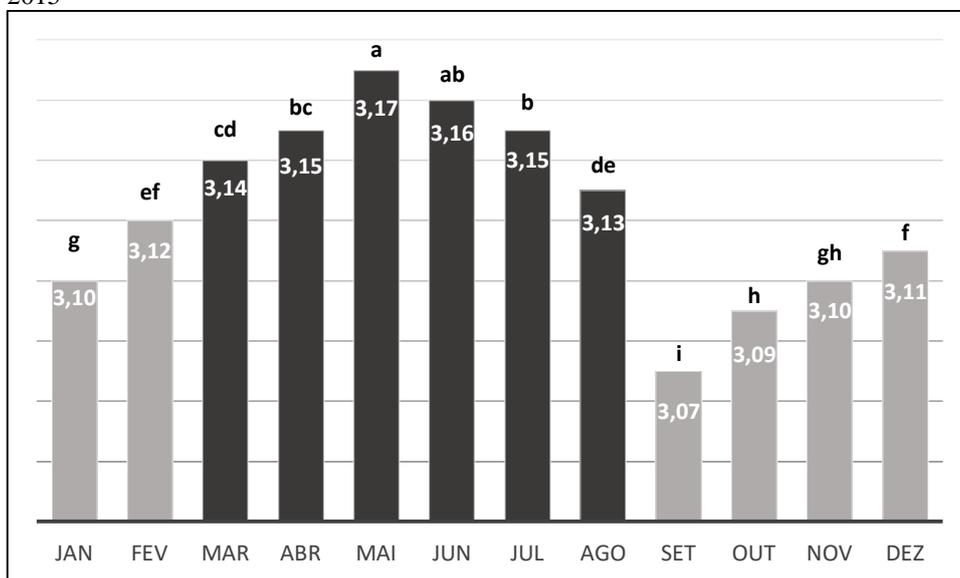
Figura 6. Análise da variância para os percentuais de gordura em leite cru refrigerado produzido na região nordeste do Brasil entre o período de janeiro de 2013 a dezembro 2015



Especificamente no incremento dos percentuais de gordura (**Figura 6**) podemos inferir que em períodos chuvosos na região Nordeste ocorre uma maior disponibilidade de forragem e, conseqüentemente, os animais consomem maiores quantidades de fibras

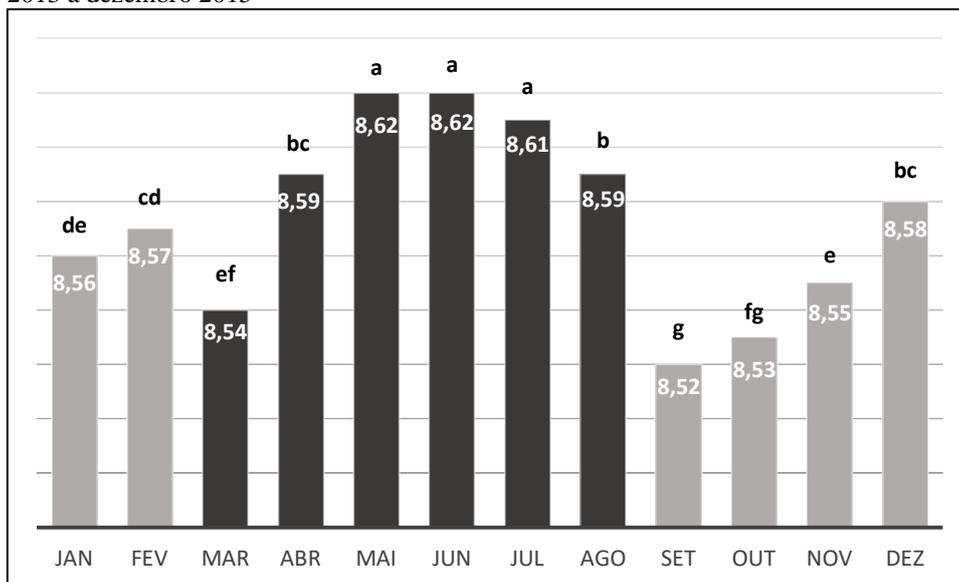
na dieta. E dentre os fatores que afetam o teor de gordura no leite, este pode ser um dos principais associados a essa dinâmica. Do contrário também é verdadeiro, uma vez que em períodos de escassez de chuvas e forragem ocorre um maior fornecimento de alimentos concentrados. Sendo assim, quanto maior o teor de carboidratos não estruturais de um alimento, maior seu potencial em diminuir o teor de gordura do leite (PEREZ, 2001).

Figura 7. Análise da variância para os percentuais de proteína em leite cru refrigerado produzido na região nordeste do Brasil entre o período de janeiro de 2013 a dezembro 2015



Dentre os fatores que afetam o teor de proteína no leite, ainda de acordo com Perez (2001), a ingestão de energia é o principal fator nutricional relacionado ao teor e produção de proteína do leite. O aumento da ingestão de energia através de fontes de carboidratos aumenta a produção e a porcentagem de proteína no leite. Isso também pode estar associado ao incremento nos percentuais de proteína (**Figura 7**) nos meses de maiores precipitações e maiores ofertas de alimentos na região Nordeste para esses períodos. O mesmo comportamento também pôde ser observado para os percentuais do extrato seco desengordurado (**Figura 8**).

Figura 8. Análise da variância para os percentuais de extrato seco desengordurado em leite cru refrigerado produzido na região nordeste do Brasil entre o período de janeiro de 2013 a dezembro 2015

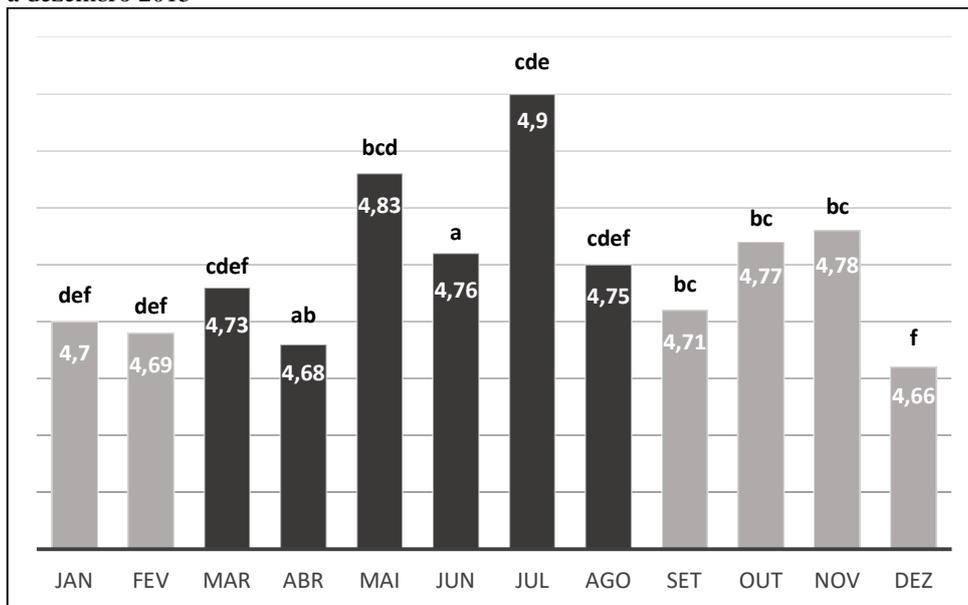


Para os escores da CCS e da CBT as maiores médias foram registradas nos meses de julho e março, respectivamente (**Figura 9 e 10**). E as menores médias para ambas variáveis no mês de dezembro. Novamente as maiores médias apresentam-se em meses característicos de maiores precipitações em toda a região Nordeste. Considerando o aspecto higiênico-sanitário, períodos de maiores precipitações comprometem muitas vezes as aplicações das boas práticas agropecuárias para produção de leite. De acordo com Cunha et al. (2016) em épocas de alta temperatura e umidade, os animais apresentam menor capacidade de resposta a doenças devido ao estresse, os microrganismos apresentam maior proliferação e há maior acúmulo de matéria orgânica no ambiente dos animais, dificultando a higiene durante a ordenha.

Essas falhas dentro do processo produtivo favorecem um incremento nos níveis da CCS e da CBT, o que não é desejado. Para tanto são necessárias estratégias nos processos produtivos nesses períodos críticos, uma vez que essa é uma condição conhecida e que se

repete ao longo de todos os anos. Um outro ponto que seria interessante ressaltar é a atuação da indústria junto a seus fornecedores de leite, no desenvolvimento de ações que os incentivem ainda mais nesses períodos mais adversos.

Figura 9. Análise da variância para os escores da contagem de células somáticas em leite cru refrigerado produzido na região nordeste do Brasil entre o período de janeiro de 2013 a dezembro 2015

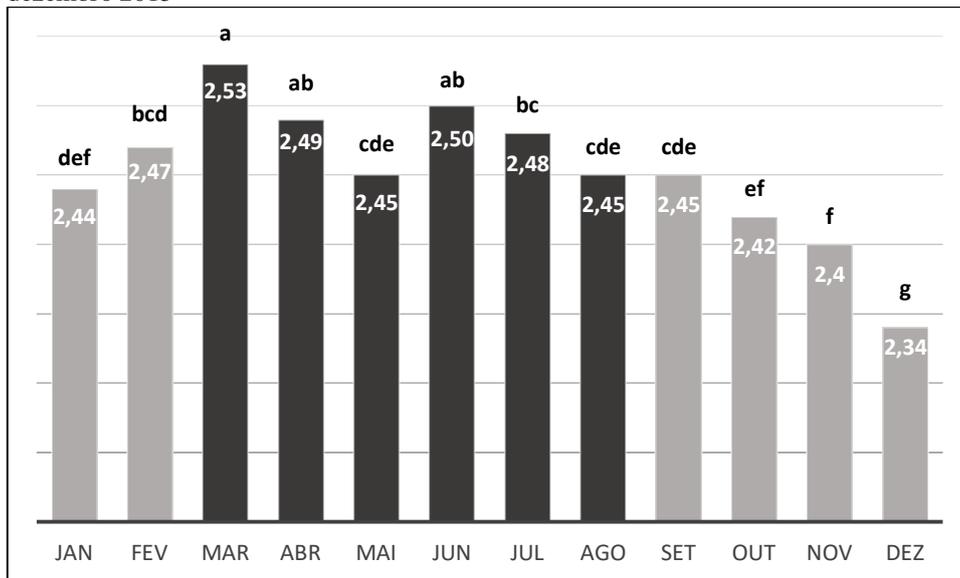


De acordo com Silva et al. (2010) e Ribeiro Neto et al. (2012), a elevada CCS (acima de 500 mil céls./mL) no tanque de expansão pode sinalizar perdas de produção de leite na ordem de 6%, e nesse caso, envolve prejuízos ao produtor, a indústria e também ao consumidor final.

Em trabalho desenvolvido por Quintão et al. (2017), a maior precipitação e o aumento das temperaturas causados pela sazonalidade proporcionaram maiores níveis da CCS no leite de tanques. A ordenha mecânica, menor produção de leite, produtividade, procedimentos inadequados de ordenha, higiene dos equipamentos e qualidade da água são fatores citados pelos autores que influenciaram nesse processo. E destacaram que a capacitação dos ordenhadores é necessária para produção de leite com baixa CCS.

Procedimento básico, mas de fundamental importância que também está relacionado às boas práticas agropecuárias para produção de leite com menores níveis de CBT.

Figura 10. Análise da variância para os escores da contagem bacteriana total em leite cru refrigerado produzido na região nordeste do Brasil entre o período de janeiro de 2013 a dezembro 2015



Produtores de leite da região Nordeste do Brasil têm encontrado dificuldades em adequações a legislação (IN-62) no tocante a aspectos higiênico-sanitário. Quando comparadas às médias para dois períodos de vigência da legislação com diferentes limites preconizados, houve diminuição para todas as variáveis no Período 2 (**Tabela 5**). No entanto, não tão expressivas para os resultados entrarem em conformidade aos limites da IN-62 para as variáveis CCS e CBT, como essas são críticas dentro do processo produtivo, estratificaram-se os percentuais de amostras não conforme para os dois períodos (**Figura 11**).

A CCS no período 1 preconizava o limite de 600 mil céls./mL, e num total de 63.638 amostras analisadas, 14.679 (23,05%) encontrava-se acima desse padrão. E quando esse

limite de 500 mil céls./mL torna-se mais rigoroso no período 2, as 9.816 amostras analisadas apresentaram 3.178 (32,38%) acima desse limite (**Figura 11**).

Tabela 5 – Comparação de médias para os indicadores de composição química, contagem de células somáticas e contagem bacteriana total em leite cru produzido na região nordeste do Brasil considerando dois períodos de vigência da Instrução Normativa nº62

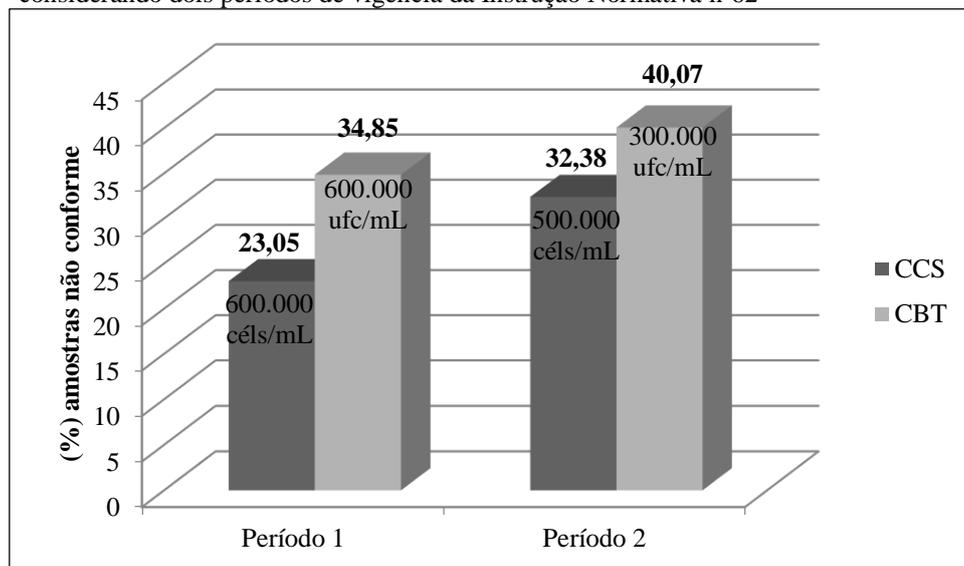
Componente	Período 1*			Período 2**			Valor-p***
	n	Média	DP	n	Média	DP	
Gordura (%)	64557	3,61	0,48	11673	3,53	0,50	<0,001
Proteína (%)	64557	3,13	0,20	11673	3,10	0,19	<0,001
ESD (%)	64557	8,58	0,29	11673	8,53	0,29	<0,001
ECCS	63638	4,76	1,27	9816	4,70	1,39	<0,001
ECBT	57779	2,47	0,68	8888	2,33	0,67	<0,001

ECCS (Escore de células somáticas); tCBT (Escore da contagem bacteriana total). *A partir de 01.01.2013 até 30.6.2015; ** A partir de 01.7.2015 a 31.12.2015 (**BRASIL, 2011**); ***Teste *t* de student ao nível de significância de 5%.

Esses percentuais são ainda maiores para a variável CBT, dada sua importância na higiene do processo produtivo. No período 1 era preconizado o limite de 600 mil ufc/mL, num total de 57.779 amostras 20.136 (34,85%) encontrava-se acima desse padrão. No período 2 esse limite diminuiu para 300 mil ufc/mL, as 8.888 amostras analisadas apresentam 3.561 (40,07%) acima dessa especificação (**Figura 11**).

Limites mais rigorosos serão empregados a partir de 01.07.2019 para a região nordeste brasileira. A CCS terá limite máximo de 400 mil céls./mL e a CBT de 100 mil ufc/mL. Tais limites já deveriam estar sendo praticados se não fosse a prorrogação por mais dois anos a partir de 01.07.2017. Contudo, fica evidente que as condições higiênico-sanitárias são ponto crítico dentro do processo produtivo de leite bovino.

Figura 11. Percentual de amostras não conforme para contagem de células somáticas e contagem de bacteriana total do leite cru produzido na região do nordeste do Brasil considerando dois períodos de vigência da Instrução Normativa nº62

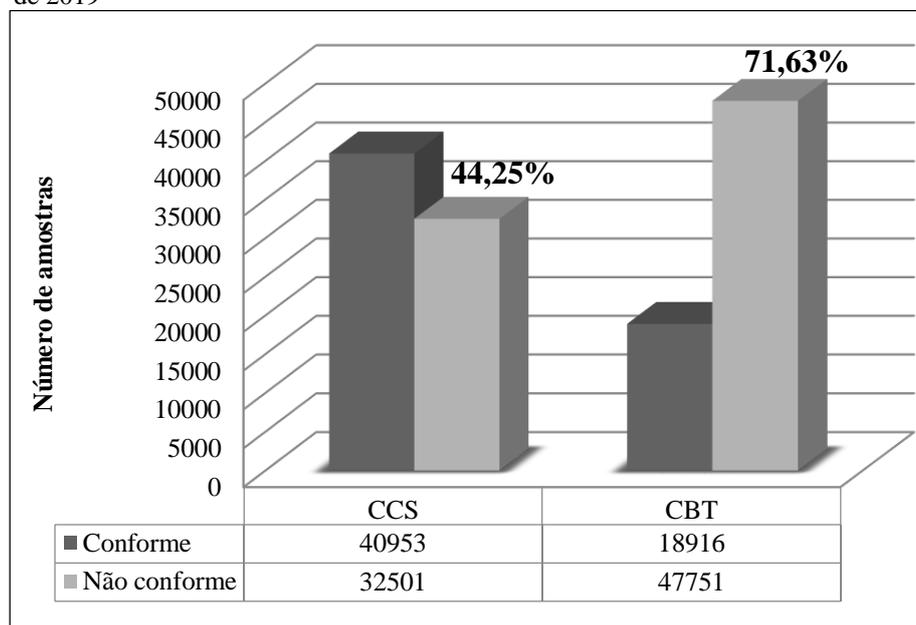


O percentual de amostras analisadas que estão acima dos limites ainda é bastante elevado (**Figura 12**). Essa não é uma situação isolada recorrente apenas na região Nordeste. A situação se estende para todo território brasileiro. Percentuais de não conformidade nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, aos limites preconizados pela legislação brasileira, vem sendo reportados na literatura (MACHADO; CASSOLI, 2016a; RODRIGUES et al., 2017).

Uma das soluções apontadas que causa impacto na redução desses indicadores (CCS e CBT) é o estímulo por meio de bonificações aos produtores e o foco das ações governamentais que assegurem treinamentos para que eles possam alcançar os níveis determinados pela IN-62 (MARCONDES et al., 2014).

Ao estratificar as variáveis de composição química, CCS e CBT por Estado (**Tabela 6**), novamente o resultado é semelhante, para composição as médias apresentam-se dentro dos padrões e a CCS e CBT apresentam-se com problemas de não conformidades.

Figura 12. Projeção de amostras não conforme para contagem de células somáticas e contagem de bacteriana total do leite cru produzido na região do nordeste do Brasil considerando o requisito máximo da Instrução Normativa nº62 a partir de 01 de julho de 2019



A gordura, a proteína e o extrato seco desengordurado apresentam médias que variam de 3,48 a 3,73%; 3,05 a 3,31% e 8,49 a 8,89%, respectivamente (**Tabela 6**). Essas variações são esperadas, pois mesmo pertencentes a uma mesma região, os estados apresentam suas peculiaridades dentre os sistemas de produção, genética dos animais, oferta de alimentos, bem como a própria localização dentre as sub-regiões do Nordeste, a citar zona da mata, agreste, sertão e meio norte.

A CCS varia de 430 a 664 mil céls./mL, sendo a maior média atribuída ao estado do Piauí, em seguida pelo Rio Grande do Norte e os demais com médias abaixo de 500 mil céls./mL (**Tabela 6**). De acordo com Paula et al. (2004), efeitos de microrregião, ano e mês de análise são significativos sobre a CCS.

Com exceção dos estados do Piauí e Rio Grande do Norte, os demais atendem em média aos requisitos da legislação nacional. No entanto, para requisitos de qualidade da matéria-prima esforços ainda devem ser feitos no intuito de aproximar para patamares de

200 mil céls./mL. Porém, isso já demonstra uma evolução no controle da mastite nos rebanhos nordestinos. Em trabalho realizado por Ribeiro Neto et al. (2012) todos os estados do Nordeste apresentavam médias superiores a 500 mil céls./mL, com exceção do estado do Maranhão que apresentou média de 472 mil céls./mL. Os autores também relataram a maior média para o estado do Piauí (837 mil céls./mL).

Para CBT nenhum dos estados apresentou média abaixo do limite de 300 mil ufc/mL, que variou de 493 a 1294 milhões ufc/mL (**Tabela 6**). São resultados preocupantes considerando que a CBT é um indicador direto da qualidade higiênica em que a matéria prima está sendo obtida. E desde a implantação da legislação no nordeste, em 01/07/2007, já se passaram dez anos, o que mostra uma evolução muito pequena na produção do leite de melhor qualidade, muito embora, os procedimentos pareçam simples para redução da CBT. Fato este, comprovado em trabalho realizado por Guerra et al., (2013), em que os efeitos da gestão da ordenha e da limpeza dos tanques de resfriamento contribuiu para a redução significativa da CBT no leite cru. E quanto maior o número de procedimentos adequados, maior a eficácia nessa redução.

Numa escala de prioridades, a CBT é um indicador que merece ações mais enérgicas nas medidas corretivas, pois as médias apresentadas para leite de tanques de resfriamento nos estados da região Nordeste do Brasil estão muito aquém do preconizado para um leite considerado de qualidade.

Separando as médias das variáveis CCS (**Tabela 7**) e CBT (**Tabela 8**) por estados e considerando os dois períodos de vigência da legislação, tem-se mais uma vez acréscimos de amostras não conforme no período 2.

Tabela 6 – Valores médios e desvios padrão (DP) para os indicadores de composição química, contagem de células somáticas e contagem bacteriana total em leite cru produzido por Estado na região nordeste do Brasil entre o período de janeiro de 2013 a dezembro 2015

Estado	Gordura (%)	Proteína (%)	ESD* (%)	CCS**	CBT***
	Média (DP) n	Média (DP) n	Média (DP) n	Média (DP) n	Média (DP) N
AL	3,56 (0,42) 4698	3,10 (0,18) 4698	8,50 (0,28) 4698	473 (421) 4513	1050 (1377) 4197
BA	3,64 (0,47) 2331	3,20 (0,20) 2331	8,70 (0,29) 2331	467 (451) 2292	809 (1052) 2054
CE	3,48 (0,49) 13391	3,08 (0,19) 13391	8,49 (0,30) 13391	478 (571) 12905	1294 (1630) 11550
MA	3,73 (0,57) 2092	3,31 (0,25) 2092	8,89 (0,32) 2092	436 (540) 2083	1144 (1745) 1917
PB	3,54 (0,55) 4306	3,05 (0,23) 4306	8,51 (0,32) 4306	430 (502) 4236	493 (915) 3777
PE	3,59 (0,47) 31201	3,11 (0,18) 31201	8,56 (0,26) 31201	497 (491) 29669	721 (1221) 27927
PI	3,67 (0,59) 3215	3,15 (0,22) 3215	8,63 (0,32) 3215	664 (731) 3115	606 (1009) 2696
RN	3,70 (0,62) 1171	3,19 (0,25) 1171	8,63 (0,33) 1171	594 (560) 1166	1023 (1376) 1115
SE	3,70 (0,40) 13825	3,17 (0,18) 13825	8,65 (0,26) 13825	433 (433) 13475	652 (992) 11434

*Extrato Seco Desengordurado; **CCS – x mil céls. por mL de leite;

***CBT – x mil UFC por mL de leite.

Tabela 7 – Percentual de amostras não conforme para contagem de células somáticas em leite cru produzido na região nordeste do Brasil considerando dois períodos de vigência da Instrução Normativa nº62

Estado	Total de amostras (período 1)*	Total de amostras fora do padrão (600 mil cél./mL)	%	Total de amostras (período 2)**	Total de amostras fora do padrão (500 mil cél./mL)	%
AL	3865	823	21,29	648	219	33,80
BA	1748	374	21,40	544	166	30,51
CE	11209	2332	20,80	1696	502	29,60
MA	2066	370	17,91	17	01	5,88
PB	3748	755	20,14	488	46	9,43
PE	25436	6497	25,54	4233	1368	32,32
PI	2568	983	38,28	547	255	46,62
RN	1082	368	34,01	84	59	70,24
SE	11916	2168	18,19	1559	562	36,05

*A partir de 01.01.2013 até 30.6.2015; ** A partir de 01.7.2015 a 30.6.2019 (BRASIL, 2011).

O estado do Maranhão não teve o percentual bem representado no período 2 para CCS (**Tabela 7**). Isso ocorreu pela limitação no número de amostras analisadas, pois as

indústrias nem sempre mantêm essa regularidade de envio ao laboratório para análise. Sabe-se que para qualquer tipo de monitoramento mais eficaz, os dados e a informação são primordiais, e os resultados das análises do leite são fundamentais para qualquer gerenciamento da qualidade. A exceção aos resultados para CCS no período 2 foi o estado da Paraíba que decresceu o percentual de não conformidade, mesmo esse limite sendo mais rigoroso (**Tabela 7**).

Tabela 8 – Percentual de amostras não conforme para contagem bacteriana total em leite cru produzido na região nordeste do Brasil considerando dois períodos de vigência da Instrução Normativa nº62

Estado	Total de amostras (período 1)*	Total de amostras fora do padrão (600.000ufc/mL)	%	Total de amostras (período 2)**	Total de amostras fora do padrão (300.000ufc/mL)	%
AL	3605	1640	45,49	592	339	57,26
BA	1642	681	41,47	412	222	53,88
CE	10108	5014	49,60	1442	813	56,38
MA	1900	759	39,95	17	07	41,18
PB	3381	751	22,21	396	111	28,03
PE	23761	7161	30,14	4166	1306	31,35
PI	2199	536	24,37	497	209	42,05
RN	1035	444	42,90	80	54	67,50
SE	10148	3150	31,04	1286	500	38,88

*A partir de 01.01.2013 até 30.6.2015; ** A partir de 01.7.2015 a 30.6.2019 (BRASIL, 2011).

A CBT é um indicador que as indústrias e conseqüentemente seus fornecedores de leite tem dificuldades no controle. Para todos os estados é evidente que, na maioria dos casos, a metade das amostras analisadas tem apresentado não conformidade (**Tabela 8**).

Existe necessidade de melhoria nas condições higiênico-sanitárias dos processos produtivos do leite bovino. A CCS e a CBT são excelentes indicadores para o controle e o monitoramento da qualidade.

Conforme Souza (2006), a formação de uma associação organizada com constante integração entre os produtores, indústria, centros de pesquisa e órgãos fiscalizadores

possa contribuir para a padronização de procedimentos que permitam a obtenção de matéria-prima de reconhecida qualidade.

2.4. Conclusão

As médias de gordura, proteína, extrato seco desengordurado, contagem de células somáticas e contagem bacteriana total são influenciadas pelos meses do ano e tiveram um decréscimo para períodos de vigência mais rígidos da legislação brasileira, no entanto, para CCS e CBT as médias ainda são elevadas, considerando o limite máximo estabelecido por lei para produção do leite cru refrigerado.

2.5. Referências Bibliográficas

ANDRADE K. D.; RANGEL, A.H.N.; ARAÚJO, V.M.; MEDEIROS, H.R.; BEZERRA, K.C.; BEZERRIL, R.F.; LIMA JÚNIOR, D.M. Qualidade do leite bovino nas diferentes estações do ano no estado do Rio Grande do Norte, **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 21, n. 3, p. 213-216, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18/09/2002a. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 set. 2002a. Seção I, p. 13-22.

_____. Instrução Normativa nº 37, de 18/04/2002b. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 abr. 2002b. Seção I, p. 3.

_____. Instrução Normativa nº 62, de 29/12/2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 dez. 2011. Seção I, p. 6.

CUNHA. A.F.; COSTA, H.Z.F.; SANTOS, T.F.M.; SILVA, S.Q.; SOUZA, F.N.; CERQUEIRA, M.M.O.P. Evolução anual da qualidade do leite cru de tanques individuais e comunitários do vale do rio doce (MG). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 34, n. 1, p. 27-36, 2016.

DEPARTAMENTO DE INSPEÇÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL (DIPOA). Competências do SIF. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animais/sif/competencias-do-sif>>. Acesso em 20 de maio de 2017.

DÜRR, J.W. Programa nacional de melhoria da qualidade do leite: uma oportunidade única. In: DÜRR, J. W.; CARVALHO, M. P.; SANTOS, M. V. (Ed.). **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 2004. p. 38-55.

GUERRA, M.G.; RANGEL, A. H.N.; SPYRIDES, M.H.C.; LARA, I. R.; ARAÚJO, V.M.; AGUIAR, E.M. Factors Influencing Total Bacterial Count in Tanks: An Application of Linear Mixed-Effect Models. **Italian Journal of Animal Science**, v. 12:e75, p. 468-471, 2013.

HALASA, T.; HUIJPS, K.; ØSTERAS, O.; HOGVEEN, H. Economic effects of bovine mastitis management: a review. **Veterinary Quarterly**, v.29, p. 18-31, 2007.

MACHADO, P.F.; CASSOLI, L.D. **Contagem Bacteriana Total (CBT) – 2016**. Piracicaba. 2016a. 42p. (Mapa da Qualidade do leite, v. 2).

_____. **Contagem de Células Somáticas (CCS) – 2016**. Piracicaba. 2016b. 36p. (Mapa da Qualidade do leite, v. 1).

MARCONDES, M.I.; JÁCOME, D.C.; SILVA, A. L.; RENNÓ, L. N.; PIRES, A. C. S. Evaluation of raw milk quality in different production systems and periods of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.12, p. 670-676, 2014.

NAKAMURA, A. Y.; ALBERTON, L. R.; OTUTUMI, L. K.; DONADEL, D.; TURCI, R. C.; AGOSTINIS, R. O.; CAETANO, I. C. S. Correlação entre as variáveis climáticas e a qualidade do leite de amostras obtidas em três regiões do estado do Paraná. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**, v.15, n.2, p. 103-108, 2012.

PAULA, M. C.; RIBAS, N. P.; MONARDES, H. G.; ARCE, J. E.; ANDRADE, U. V. C. Contagem de células somáticas em amostras de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1303-1308, 2004.

PEREZ, J.R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; DÜRR, J.W.; FONTANELI, R.S. (ed.). **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, p. 30-45, 2001.

QUINTÃO, L.C.; CUNHA, A.F.; BRAGANÇA, L.J.; COELHO, S.C.; NUNES, M.F.; SARAIVA, L.H.G. Evolution and factors influencing somatic cell count in raw milk from farms in Viçosa, state of Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, n.4, p. 393-399, 2017.

RIBEIRO NETO, A.C.; BARBOSA, S.B.P.; JATOBÁ, R.B.; SILVA, A.M.; SILVA, C.X.; SILVA, M.J.A.; SANTORO, K.R. Qualidade do leite cru refrigerado sob inspeção federal na região Nordeste. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n.5, p. 1343-1351, 2012.

RODRIGUES, L.G.; AQUINO, M.H.C.; SILVA, M.R.; MENDONÇA, L.C.; MENDONÇA, J.F.M.; SOUZA, G.N. A time series analysis of bulk tank somatic cell counts of dairy herds located in Brazil and the United States. **Ciência Rural**, v.47, n.04, p. 1-6, 2017.

SILVA, M.A.P.; SANTOS, P.A.; SILVA, J.W.; LEÃO, K.M.; OLIVEIRA, A.N.; NICOLAU, E.S. Variação da qualidade do leite cru refrigerado em função do período do ano e do tipo de ordenha. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v. 69, n. 1, p. 112-118, 2010.

SOUZA, V. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS, CELULARES E DETECÇÃO DE RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICOS EM AMOSTRAS DE LEITE DE TANQUE COMUNITÁRIO. **Dissertação** (mestrado em medicina veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual de São Paulo. Jaboticabal, p. 57. 2006.

TAKAHASHI, F.H.; CASSOLI, L.D.; ZAMPAR, A.; MACHADO, P.F. Variação e monitoramento da qualidade do leite através do controle estatístico de processos. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.1, p. 99-107, 2012.

CAPÍTULO 3

3. Ferramentas de gestão para monitoramento da qualidade do leite em indústrias de laticínios

Resumo

Objetivou-se avaliar o índice de capacidade (Cpk) e os gráficos de controle estatístico de processos como ferramentas de gestão da qualidade para os indicadores de contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT) do leite cru refrigerado. Os dados foram obtidos de amostras de leite de tanques coletadas mensalmente por cinco indústrias com cadastro no serviço de inspeção federal. Calcularam-se os índices Cpk e foram gerados gráficos de controle para escore de células somáticas (ECS) e contagem bacteriana transformada (tCBT). Os limites considerados foram de 500 e 400 mil céls/mL e 300 e 100 mil ufc/mL para CCS e CBT, respectivamente. Apenas uma indústria apresentou um processo aceitável ou capaz de atender às especificações estabelecidas para ECS e tCBT ($1 \leq Cpk \leq 1,33$). Os gráficos de controle para as cinco indústrias indicaram a presença de causas especiais (intermitente) na variação dos processos para as duas variáveis. Os resultados demonstraram o quanto as indústrias precisam melhorar os processos para que seus fornecedores de leite atendam os padrões de qualidade. Portanto, o índice CpK e os gráficos de controle são ferramentas viáveis para o monitoramento da qualidade da CCS e da CBT do leite cru refrigerado fornecido em indústrias.

Palavras-chave: capacidade do processo; cartas de controle; contagem bacteriana total; contagem de células somáticas

Abstract

The objective of this study was to evaluate the capability index (Cpk) and the statistical process control charts as quality management tools for somatic cell counts (SCC) and total bacterial counts (TBC) of bulk tank milk. Data were obtained from milk samples from tanks collected monthly by five industries with a registry in the federal inspection service. The Cpk index were calculated and control charts were generated for somatic cell score (SCS) and transformed bacterial count (tTBC). The limits considered were 500 and 400 thousand cells/mL and 300 and 100 thousand cfu/mL for SCC and TBC, respectively. Only one industry presented a process acceptable or able to meet the established specifications for SCS and tTBC ($1 \leq Cpk \leq 1,33$). The control charts for the five industries indicated the presence of special causes (intermittent) in the process variation for the two variables. The results showed how industries need to improve processes for their milk suppliers to meet quality standards. Therefore, the CpK index and control charts are viable tools for SCC and TBC quality monitoring of bulk tank milk supplied in industries.

Keywords: process capability; control chart; total bacterial count; somatic cells count

3.1. Introdução

Produtores de leite no Brasil vêm enfrentando dificuldades no cumprimento aos limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 62 (BRASIL, 2011). O ponto crítico tem sido as variáveis de contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT) para o leite cru refrigerado (RIBEIRO NETO et al., 2012; MACHADO; CASSOLI, 2016a; MACHADO; CASSOLI, 2016b). A CCS é um indicador da presença da mastite subclínica nos rebanhos, doença ocasionada principalmente por patógenos bacterianos (SANTOS; LARANJA, 2007), e a CBT um indicador da multiplicação dos microrganismos bacterianos pela ineficiência dos procedimentos de higiene na produção, acondicionamento e resfriamento do leite nas propriedades rurais (CUNHA et al., 2016).

O Ministério da Agricultura (MAPA) tem fiscalizado os produtores de leite por meio das indústrias que possuem cadastro junto ao MAPA; as indústrias, por sua vez, realizam análises do leite em laboratórios credenciados pela Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL), os quais são habilitados para emissão de laudos oficiais. No entanto, o que se tem observado ao longo desses anos de implantação da IN-62 são alterações nos limites e prazos, pois grande parcela dos produtores de leite não consegue atender a demanda estabelecida pela legislação.

Produtores e indústria de leite são responsáveis pelo contínuo monitoramento da qualidade do leite. Produtos industrializados fora dos padrões estabelecidos apresentam indicativos de falhas no processo produtivo industrial ou, ainda, problemas com a matéria prima de qualidade inferior (CERQUEIRA et al., 2012).

Em face da ineficiência no cumprimento da IN-62, para as indústrias conseguirem junto aos seus fornecedores resultados positivos na obtenção do leite cru, com qualidade superior aos limites estabelecidos pela legislação, é necessário que se trabalhe esforços

adicionais, que podem ser citados como exemplo os programas de valorização do leite pela qualidade (CARDOSO; SOUZA, 2013) ou, ainda, a adoção de um bom sistema de gestão da qualidade.

Abordagem interessante foi denominada por Garvin (1988) como as quatro “eras da qualidade”, que contempla as etapas de inspeção, controle estatístico de processos, garantia da qualidade e gestão estratégica da qualidade. E para o mesmo autor, “Se a qualidade deve ser gerenciada, primeiro deve ser entendida”.

Em muitos casos, o gerenciamento da qualidade não passa da etapa de inspeção. Devido à disponibilidade de dados gerados pelas análises de leite realizadas, laboratórios e indústrias são passíveis de trabalhar facilmente a etapa de controle estatístico de processos. De acordo com De Vries e Colin (2003), o controle estatístico de processos (CEP) é um conjunto de ferramentas de monitoramento que compara continuamente os resultados de um processo com um padrão, identificando, a partir de análises estatísticas, as tendências para variações significativas, eliminando ou controlando estas variações.

Os processos dentro da perspectiva do CEP são influenciados por dois tipos de variação, conhecidos como comum (inerente ao processo) e especial (intermitente ao processo). Separar essas causas de variação é objetivo do CEP e o principal método usado é o gráfico de controle, o qual monitora uma variável de qualidade como, por exemplo, a CCS e a CBT, por meio de seu valor médio e de sua variação. O gráfico é aplicado na identificação de mudanças no processo ao longo do tempo (De VRIES; RENEAU, 2010).

Outra ferramenta para gestão da qualidade é o índice de capacidade do processo ou capacidade do processo (CP_k), que mede o quanto o processo em questão é capaz de atender às especificações estabelecidas (PEINADO; GRAEML, 2007). Quanto maior for

o valor do índice, mais o processo é capaz de satisfazer as especificações (COSTA et al., 2005).

Considerando a disponibilidade dessas ferramentas e a ineficácia nos sistemas de gestão da qualidade pelos produtores de leite e indústrias, objetivou-se avaliar o índice de capacidade e os gráficos de controle estatístico de processos como ferramentas de gestão da qualidade para os indicadores CCS e CBT do leite cru refrigerado em indústrias.

3.2. Material e Métodos

Os dados são provenientes de amostras de leite de tanques coletadas de indústrias com cadastro no serviço de inspeção federal (SIF), as quais foram coletadas e analisadas mensalmente, seguindo os padrões recomendados pelo laboratório do Programa de Gerenciamento de Rabanhos Leiteiros no Nordeste (PROGENE), vinculado ao Departamento de Zootecnia da UFRPE e integrante da Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL).

Foram levantados laudos de análises, no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2015, para contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT) de nove indústrias, designadas pelas letras (A, B, C, D, E, F, G, H, I) para confidencialidade das informações. Do banco de dados, apenas cinco foram selecionadas e avaliadas devido à regularidade nas coletas e análises laboratoriais no período estudado.

Para a integridade das amostras são usados conservantes do momento da coleta até análise no laboratório. O bronopol (2-bromo-2nitropropano-1,3diol) para amostras destinadas às análises da CCS e azidiol (azida sódica 0,1% e cloranfenicol) para amostras destinadas à análise de CBT. Às análises da CCS e CBT foram realizadas pelos

equipamentos Somacount 300 e Bactocount IBC, Bentley™, respectivamente. Ambos têm como princípio de funcionamento a citometria de fluxo (BENTLEY INSTRUMENTS, INC., 2007).

De acordo com metodologia empregada por Takahashi et al. (2012), foi realizado o teste de normalidade do dados (Shapiro-Wilk) para as variáveis CCS e CBT, portanto, foram realizadas as transformações dos dados para escala logarítmica conforme as equações CCS (10^3 células/mL), em que $ECS = \log_2 (CCS/100)+3$. E para os dados de CBT (10^3 unidade formadoras de colônia/mL) a transformação usada foi $tCBT = \log_{10} (CBT+0,5)$.

Parâmetros para as análises foram definidos segundo a Instrução Normativa N°. 62 (BRASIL, 2011), sendo adotados os limites de 500 e 400 mil céls./mL para CCS e de 300 e 100 mil ufc/mL para CBT.

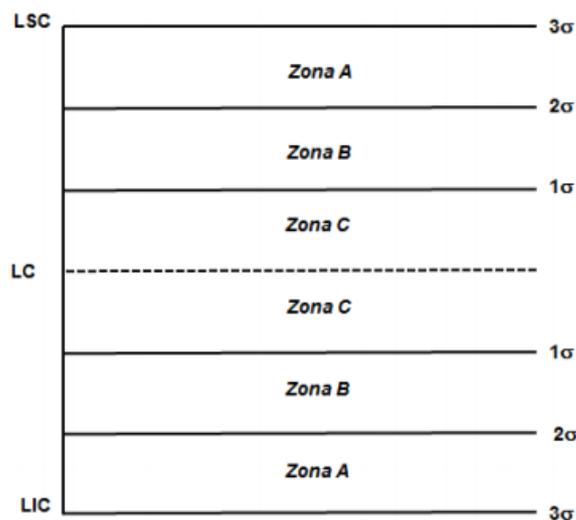
Para realização das análises utilizou-se o software MINITAB 16. As análises estatísticas descritivas foram realizadas para conhecimento de algumas medidas de posição e dispersão dos dados. Para verificar a conformidade das amostras de leite cru em relação aos limites estabelecidos pela IN-62, foram realizadas as análises de frequência absoluta (f_i), frequência relativa ($f_{ri} = f_i/n$) e frequência relativa percentual ($f_{ri}\% = f_{ri} * 100$) para cada variável (CCS e CBT).

De acordo com Montgomery (2004), o índice de capacidade foi obtido pela equação $Cpk = \text{MIN} (LSE - \mu / 3\sigma ; \mu - LIE / 3\sigma)$, em que LSE é o limite superior de especificação; LIE é o limite inferior de especificação; μ é a média do processo e σ é o desvio-padrão do processo. No entanto, apenas o limite superior de especificação foi calculado. Para interpretação dos resultados são definidas três classes. Classe 1: $Cpk < 1$

(processo incapaz); Classe 2: $1 \leq Cpk \leq 1,33$ (processo aceitável); Classe 3: $Cpk \geq 1,33$ (processo potencialmente capaz).

De acordo com metodologia adaptada do Instituto Adolfo Lutz (2013) para investigar o potencial dos gráficos de controle como ferramenta de detecção das causas especiais de variação no monitoramento da CCS e da CBT calculou-se a linha média central (LC) e os limites superior (LSC) e inferior (LIC) de controle, ambos distantes a três desvios padrão 3σ da linha média central (**Figura 13**), a partir dos dados das variáveis de cada indústria ao longo do tempo.

Figura 13. Gráfico de controle com os limites superior (LSC), inferior (LIC) e central (LC) e linhas correspondentes aos desvios (σ)



Fonte: Instituto Adolfo Lutz (2013)

A norma ISO 8258 – Shewhart Control Charts estabelece os seguintes critérios de detecção das causas especiais: *regra 1*) 1 ou mais pontos acima do LSC ou abaixo do LIC; *regra 2*) 9 pontos consecutivos na zona C ou no mesmo lado do LC; *regra 3*) 6 pontos consecutivos, todos aumentando ou todos diminuindo; *regra 4*) 14 pontos

consecutivos alternando para cima e para baixo; *regra 5*) 2 de 3 pontos consecutivos na zona A ou além dela; *regra 6*) 4 de 5 pontos consecutivos na zona B ou além dela; *regra 7*) 15 pontos consecutivos na zona C (tanto acima quanto abaixo do LC); *regra 8*) 8 pontos consecutivos na zona B.

3.3. Resultados e Discussão

Das nove indústrias avaliadas quatro apresentaram a contagem de células somáticas (CCS) abaixo do limite estabelecido pela Instrução Normativa N°. 62 (IN-62). As médias variaram de 250 a 941 mil céls./mL (**Tabela 9**). Para a contagem bacteriana total (CBT), apenas uma indústria apresenta-se em conformidade com a legislação, as médias variaram de 216 a 1777 milhões ufc/mL (**Tabela 10**).

Tabela 9 – Valores médios, desvio padrão, mediana e coeficiente de variação (CV) para a variável contagem de células somáticas de nove indústrias de lácteos com Selo de Inspeção Federal (S.I.F.), entre o período de janeiro de 2013 a dezembro de 2015.

Indústria	n	Média da CCS* (desvio padrão)	mediana	1º quartil	3º quartil	**CV%
A	5354	566 (372)	488	332	704	66
B	651	794 (1196)	503	328	674	151
C	1776	429 (428)	365	221	495	100
D	1405	507 (525)	382	244	587	104
E	2490	250 (309)	151	71	281	124
F	521	359 (374)	263	158	407	104
G	33	941 (497)	727	612	1132	53
H	1017	591 (633)	409	263	639	107
I	16126	512 (529)	387	248	603	103

*CCS – x mil céls. por mL de leite; **Coeficiente de variação

Esses resultados dos indicadores de qualidade preocupam dada a importância de cada um dentro dos processos produtivos, seja nas propriedades rurais ou nas indústrias. Prejuízos muitas vezes não calculados são inerentes ao processo de produção que opera com produto de baixa qualidade.

Tabela 10 – Valores médios, desvio padrão, mediana e coeficiente de variação para a variável contagem bacteriana total de nove indústrias de lácteos com Selo de Inspeção Federal (S.I.F.), entre o período de janeiro de 2013 a dezembro de 2015

Indústria	n	Média da CBT* (desvio padrão)	mediana	1° quartil	3° quartil	**CV%
A	4509	308 (745)	73	30	209	242
B	574	1293 (1451)	658	170	2243	112
C	1639	1777 (1524)	1491	367	2836	86
D	1377	878 (1393)	354	123	930	159
E	209	216 (558)	73	38	164	259
F	492	1019 (1288)	502	195	1346	126
G	33	784 (1181)	267	92	1009	151
H	856	721 (1002)	243	73	1162	139
I	16445	740 (1245)	236	79	759	168

*CBT – x mil UFC por mL de leite; **Coeficiente de variação

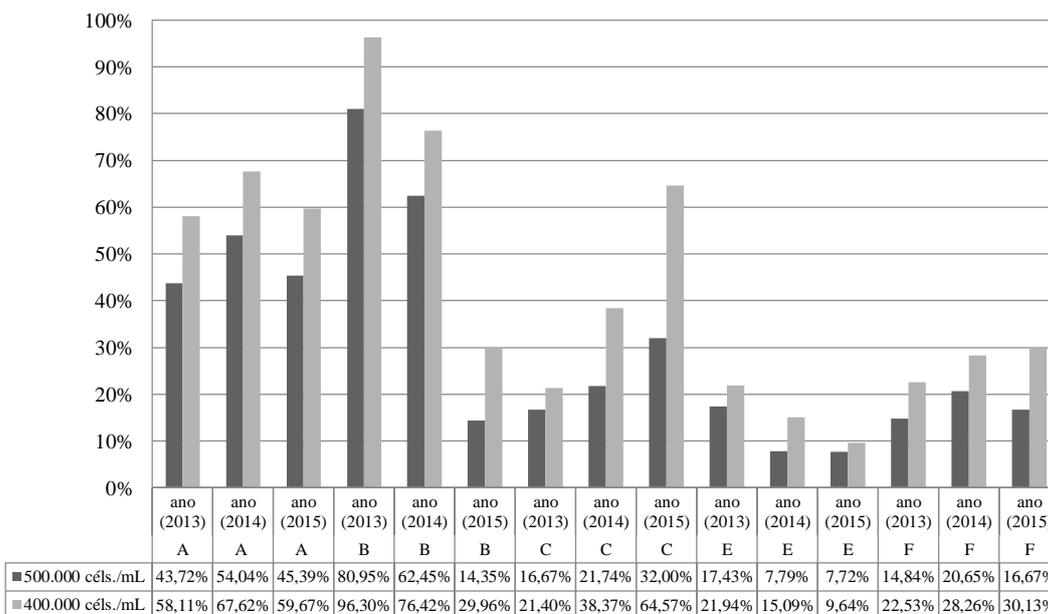
Na representação dessas médias para CCS e CBT, apenas cinco indústrias tiveram regularidade no processo de coleta e análise no período estabelecido para estudo.

As indústrias “A” e “B” apresentam os maiores percentuais de amostras de leite cru não conforme para CCS. No entanto, a indústria “B” apresenta um declínio nesse percentual bastante expressivo no ano de 2015 (**Figura 14**). A indústria “C” apresenta um percentual crescente de amostras não conforme no decorrer dos três anos, sugerindo uma piora na CCS do leite fornecido por seus produtores. As indústrias “E” e “F” apresentam os menores percentuais de não conformidade em suas amostras, com destaque para a indústria “E”, que ainda apresenta um percentual decrescente de amostras não conforme para a CCS no decorrer desses três anos (**Figura 14**). É o melhor

cenário, pois considerando o limite mais rigoroso da IN-62 de 400 mil céls/mL para CCS, essa indústria tem menos de 10% de suas amostras de leite fora do padrão no ano de 2015.

Para a variável CBT, as indústrias “A” e “E” apresentam os menores percentuais de amostras não conforme (**Figura 15**). Destacando-se a indústria “A” que apresenta um percentual decrescente de amostras não conforme para a CBT no decorrer dos três anos. Essa indústria tem menos de 10% de suas amostras de leite fora do padrão em 2015, sendo o limite vigente da IN-62 de 300 mil ufc/mL (**Figura 15**).

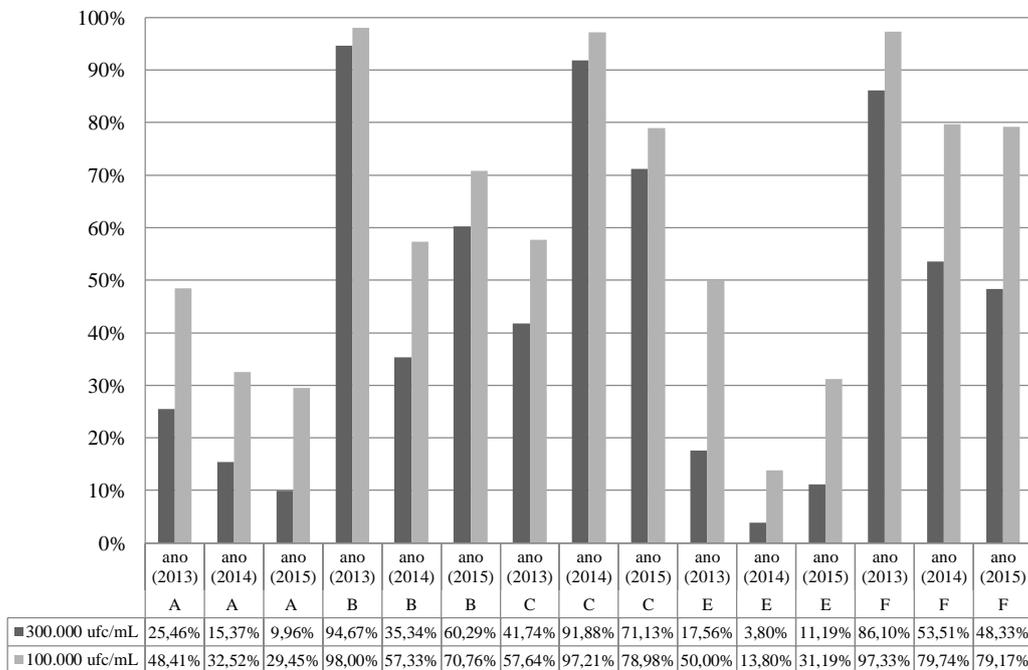
Figura 14 – Percentual de produtores não conforme com os limites da legislação IN-62 para a variável CCS de cinco indústrias de lácteos



Para as demais indústrias “B”, “C” e “F” os percentuais de amostras não conformes para CBT são superiores a 50%. O cenário não é desejado, e demonstra a fragilidade dos fornecedores de leite dessas indústrias quanto aos procedimentos de higiene no processo produtivo.

As indústrias devem buscar a qualidade na aquisição de suas matérias primas e ir além dos limites que estabelece a legislação. Prejuízos são demonstrados na literatura quando esses níveis de CCS e CBT são altos (MURPHY et al., 2016). Foram associados problemas de rendimento, sabor e textura na fabricação de queijos, entre outros produtos lácteos. Além de diminuir a vida útil de prateleira da maioria dos produtos. É interessante que indústrias monitorem esses indicadores de qualidade de forma preventiva.

Figura 15 – Percentual de produtores não conforme com os limites da legislação IN-62 para a variável CBT de cinco indústrias de lácteos



Uma maneira de assegurar ainda mais os resultados discutidos anteriormente, é por meio do índice de capacidade do processo (Cpk). Na classificação das indústrias para a variável CCS, estabelecendo dois limites máximos. Todas elas apresentaram um processo incapaz de satisfazer as especificações, com exceção da indústria “E”, que em 2014 apresentou um processo aceitável de satisfazer a especificação de 500.000

células/mL, melhorando o índice em 2015 para um processo potencialmente capaz de atender às especificações estabelecidas para os dois limites (**Tabela 11**).

Na classificação das indústrias para a variável CBT estabelecendo dois limites máximos. Todas elas apresentaram um processo incapaz de satisfazer as especificações, com exceção novamente da indústria “E”, que em 2014 apresentou um processo aceitável, melhorando o índice em 2015 para um processo potencialmente capaz de atender às especificações estabelecidas de 300.000 ufc/mL (**Tabela 12**).

Tabela 11 – Classificação de cinco indústrias de lácteos considerando o índice de capacidade de processos (CpK) para contagem de células somáticas no período de 2013 a 2015

Indústria	CpK – CCS*			CpK – CCS**		
	Ano			Ano		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
A	-0,05	-0,11	-0,05	0,07	0,02	0,12
B	-1,38	-0,12	0,36	0,07	0,02	0,56
C	0,4	0,08	-0,08	0,47	0,22	0,16
E	0,33	0,88	1,74	0,46	1,08	1,97
F	0,22	0,17	0,21	0,33	0,26	0,31

*CpK – CCS: usando limite superior de especificação de 400.000 células/mL;

**CpK – CCS: usando limite superior de especificação de 500.000 células/mL.

Tabela 12 – Classificação de cinco indústrias de lácteos considerando o índice de capacidade de processos (CpK) para contagem bacteriana total no período de 2013 a 2015

Indústria	CpK – CBT*			CpK – CBT**		
	Ano			Ano		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
A	-0,04	0,14	0,21	0,20	0,41	0,56
B	-1,76	-0,05	-0,92	-1,09	0,21	-0,29
C	-0,21	-1,26	-1,73	0,11	-0,73	-0,96
E	-0,08	0,59	0,54	0,41	1,17	1,44
F	-0,38	-0,29	-0,32	-0,38	-0,29	-0,32

*CpK – CBT: usando limite superior de especificação de 100.000 ufc/mL;

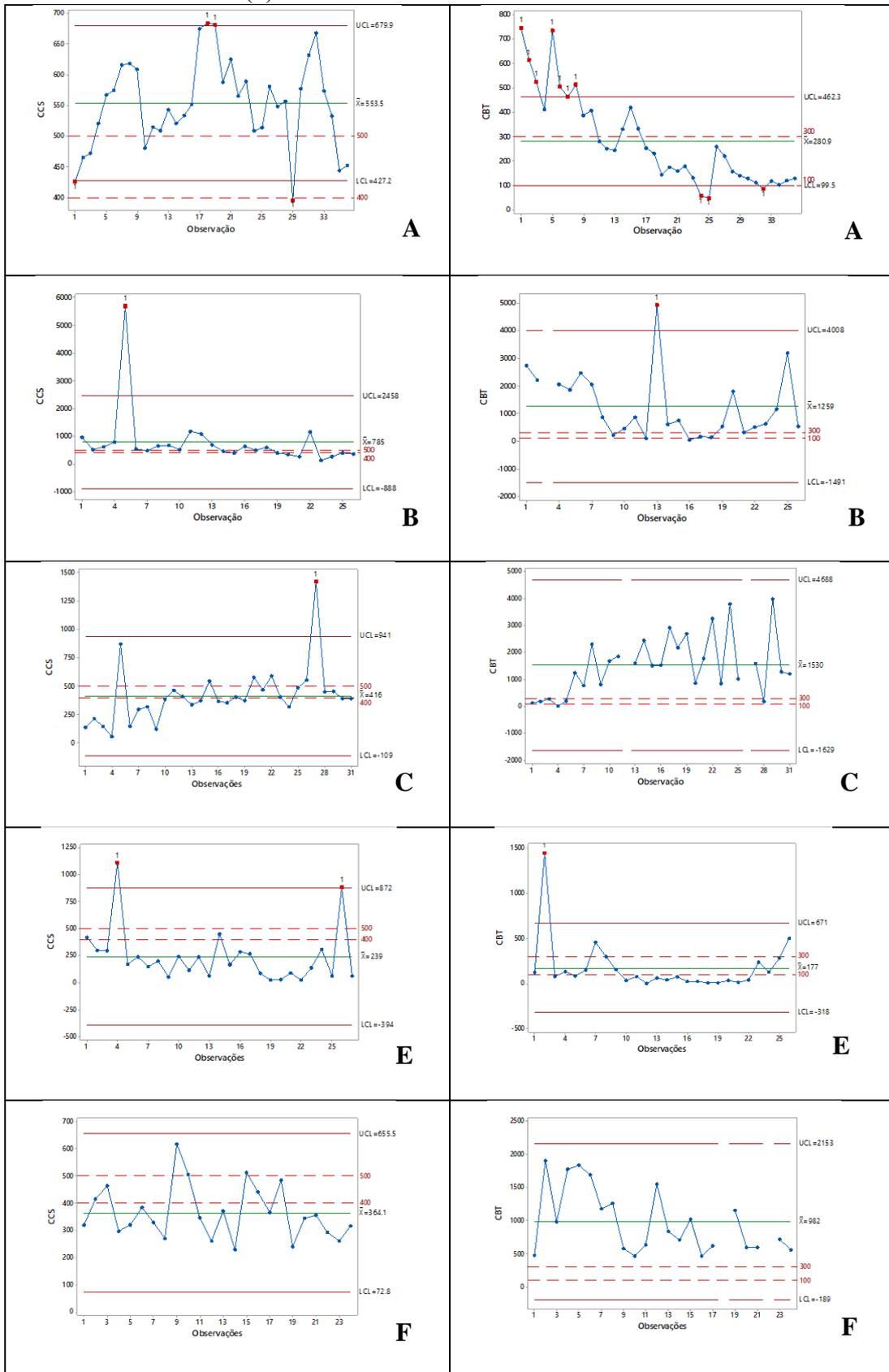
**CpK – CBT: usando limite superior de especificação de 300.000 ufc/mL.

Procedeu-se ao desenvolvimento dos gráficos de controle de média e desvio padrão (X-barra e s). As médias mensais de cada indústria foram plotadas ao longo dos três anos com o objetivo de descobrir causas especiais na variação do processo (**Figura 16**). Segundo Montgomery (2004), processos que não sofrem alterações, devido a fatores especiais de variação, são estáveis e previsíveis dentro de limites. O que não foi o caso das cinco indústrias avaliadas.

Com exceção da indústria “F” para o gráfico de controle da variável CCS (**Figura 16**), todos os gráficos estão fora de controle, ou seja, causas especiais de variação estão presentes no processo e precisam ser encontradas e eliminadas para se alcançar o controle estatístico do processo. Essas causas especiais de variação estão atreladas principalmente ao leite cru de qualidade inferior fornecido as indústrias. Essas, por sua vez, necessitam de programas que selecione ou classifique seus fornecedores, caso contrário, a consequência também será um produto lácteo industrializado de qualidade inferior.

Isso demonstra o quanto as indústrias são importantes no processo de melhoria da qualidade do leite. Com ferramentas de gestão adequadas é possível um trabalho de monitoramento eficaz de seus fornecedores, bem como identificação de falhas e busca de soluções na melhoria dos processos, por meio de treinamentos, ou até mesmo programas de valorização pela qualidade. Mas vale ressaltar que o grande balizador de toda essa cadeia produtiva é o mercado consumidor. Quanto mais exigente for a demanda por produtos lácteos de qualidade, melhor será todo o processo produtivo.

Figura 16 – Gráficos de controle de médias e desvio padrão (X-barra e s) para as variáveis CCS e CBT de cinco indústrias leiteiras na região Nordeste (NE/Brasil). Causa especial de variação (■) e média mensal da variável (●)



3.4. Conclusão

O índice de capacidade e os gráficos de controle estatístico de processos são ferramentas viáveis para o monitoramento da qualidade da CCS e da CBT do leite cru refrigerado fornecido em indústrias.

3.5. Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29/12/2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 dez. 2011. Seção I, p. 6.

CARDOSO, M.; SOUZA, G.N. Percepção das empresas de lácteos sobre programas de pagamento por qualidade do leite e evolução dos indicadores de qualidade higiênico-sanitário. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v.68, n.390, p. 76-77, 2013.

CERQUEIRA, M.M.O.P.; PAIVA, C.A.V.; LEITE, M.O.; FONSECA, L.M.; SOUZA, M.R.; PENNA, C.F.A.M. Impacto da qualidade da matéria-prima na indústria de laticínios. **Revista indústria de laticínios**, n.97, p.64-71, 2012.

COSTA, A.F.B.; EPPRECHT E.K.; CARPINETTI, L.C.R. **Controle estatístico de qualidade**. São Paulo: 2.ed. Atlas, 2005. 334p.

CUNHA, A.F.; COSTA, H.Z.F.; SANTOS, T.F.M.; SILVA, S.Q.; SOUZA, F.N.; CERQUEIRA, M.M.O.P. Evolução anual da qualidade do leite cru de tanques individuais e comunitários do vale do rio doce (MG). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 34, n. 1, p. 27-36, 2016.

DE VRIES, A.; COLIN, B.J. Design and performance of statistical process control charts applied to estrous detection efficiency. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.6, p.1970-1984, 2003.

DE VRIES, A.; RENEAU, J. K. Application of statistical process control charts to monitor changes in animal production systems. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. E11-E24, 2010.

GARVIN, D.A. **Managing Quality: The Strategic and Competitive Edge**. New York: The Free Press, 1988. 326p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Manual para elaboração de cartas de controle para monitoramento de processos de medição quantitativos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2013, 76 p.

MACHADO, P.F.; CASSOLI, L.D. **Contagem Bacteriana Total (CBT)** – 2016. Piracicaba. 2016a. 42p. (Mapa da Qualidade do leite, v. 2).

_____. **Contagem de Células Somáticas (CCS)** – 2016. Piracicaba. 2016b. 36p. (Mapa da Qualidade do leite, v. 1).

MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. São Paulo: 4.ed. LTC, 2004.

MURPHY, S.C.; MARTIN, N.H.; BARBANO, D.M.; WIEDMANN. Influence of raw milk quality on processed dairy products: how do raw milk quality test results

related to product quality and yield? **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 12, p. 10128-10149, 2016.

PEINADO, J.; GRAEML, A.R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba:UnicenP, 2007, 750 p.

RIBEIRO NETO, A.C.; BARBOSA, S.B.P.; JATOBÁ, R.B.; Silva, A.M.; SILVA, C.X.; SILVA, M.J.A.; SANTORO, K.R. Qualidade do leite cru refrigerado sob inspeção federal na região Nordeste. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n.5, p. 1343-1351, 2012.

SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite. Barueri:Manole, 2007, 314 p.

TAKAHASHI, F.H.; CASSOLI, L.D.; ZAMPAR, A.; MACHADO, P.F. Variação e monitoramento da qualidade do leite através do controle estatístico de processos. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.1, p. 99-107, 2012.