

Flávia Lopes Dionizio

**QUALIDADE DO LEITE E IMPACTO ECONÔMICO DE
DIFERENTES TIPOS DE COLETAS E CONDIÇÕES DE
TRANSPORTE DA FAZENDA À INDÚSTRIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Área de Concentração: Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal.

Orientador (a): Prof. Mônica M. O. P. Cerqueira

**Belo Horizonte
Escola de Veterinária – UFMG
2013**

Dionízio, Flávia Lopes, 1979-
D592q Qualidade do leite e impacto econômico de diferentes tipos de coletas e condições de transporte da fazenda à indústria / Flávia Lopes Dionízio. – 2013.
63 p. : il.

Orientadora: Mônica M. O. P. Cerqueira
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.
Inclui bibliografia

1. Leite – Qualidade – Teses. 2. Leite – Transporte – Teses. 3. Leite – Custos – Teses.
I. Cerqueira, Mônica Maria Oliveira Pinho. II. Universidade Federal de Minas Gerais.
Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 637

Assinatura da Banca

Agradecimentos

Agradeço ao meu eterno Deus e a Nossa Senhora Aparecida, por todas as graças que têm colocado em minha vida.

Aos meus pais, Joaquim e em especial minha mãezinha Geralda, que não está aqui mais entre nós para compartilhar dessa vitória, mas sei que ela está lá no céu, cheia de alegria da sua filha caçula, por mais essa conquista. Amo vocês de todo o meu coração.

Ao meu esposo Alisson, não tenho palavras para agradecê-lo. Sei que tudo o que eu disser é pouco para tamanha dedicação e apoio.

Ao meu filho Pedro Augusto, minha grande riqueza que por muitos momentos faltei em atenção, mas que soube, com tamanha grandeza de coração, compreender sua mãezinha. Mamãe te ama.

Às minhas irmãs Giâne, Elis Cristina, Gilmara e Giovanna e aos meus queridos sobrinhos e cunhados. Vocês fazem parte deste sonho.

Ao meu sogro Zé Geraldo, minha sogra Dona Gersina e à minha cunhada Janaína pela compreensão e auxílio sempre que precisei. Devo a vocês essa conquista.

À minha prima Arlete e ao seu esposo Moreira por sempre me receberem em sua casa quando precisei ficar em BH. Às minhas primas Winnie, Winna e Ísis, meu eterno agradecimento.

À minha orientadora Professora Mônica pela oportunidade que me concedeu de voltar à vida acadêmica. Obrigada pela paciência e dedicação. Nunca esquecerei.

À Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais (Itambé) pela oportunidade de realização deste trabalho, em especial Fernando Pinheiro, Ricardo Tosi e todos os funcionários da Unidade de Pará de Minas, desde os transportadores de leite até os técnicos do laboratório de Qualidade. Muito Obrigada.

Aos Professores da EV-UFMG, em especial ao Professor Marcelo Rezende, pela gentileza de sempre me atender quando precisei e ao Professor Marcos Xavier pelo pronto auxílio nas análises estatísticas.

Aos meus amigos Fernando e Soraia que sempre estiveram em meu auxílio em todo o processo de elaboração da dissertação. Muito obrigada.

Aos meus amigos de Pós-Graduação: Marcelle, Sabrina, Dalila, Denise e Franciane. Obrigada pelo apoio.

Ao CNPq por me conceder bolsa de estudos e possibilitar a realização do mestrado durante esses dois anos.

“Quanto a mim, desde hoje, faço de ti uma fortaleza, coluna de ferro e muro de bronze, (erguido) diante de toda a nação, diante dos reis de Judá e de seus chefes, diante de seus sacerdotes e de todo o povo da nação. Eles te combaterão, mas não conseguirão vencer-te, porque estou contigo, para livrar-te – oráculo do Senhor.”

(Jeremias cap. 1; v-18, 19).

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | 11 |
| ABSTRACT | 12 |
| 1.INTRODUÇÃO | 13 |
| 2.REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 2.1 Histórico sobre a coleta e transporte de leite | 14 |
| 2.2 Coleta de leite a granel | 16 |
| 2.2.1 Instalações | 16 |
| 2.2.2 Equipamentos de Refrigeração | 16 |
| 2.2.3 Tanques Comunitários | 17 |
| 2.2.4 Carro com tanque isotérmico para coleta de leite a granel | 17 |
| 2.2.5 Sistemas de coleta de leite utilizada nos caminhões | 17 |
| 2.2.6 Coleta | 18 |
| 2.3 Logística | 19 |
| 2.3.1 Logística no transporte de leite a granel | 19 |
| 2.4 Influência do transporte na qualidade do leite cru refrigerado | 22 |
| 2.5 Sistema de Pagamento por qualidade do leite aos produtores | 25 |
| 3.OBJETIVOS | 26 |
| 3.1 Geral..... | 26 |
| 3.1Específicos..... | 26 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 27 |
| 4.1 Coleta de amostras | 27 |
| 4.2 Definição das rotas e dos caminhões..... | 27 |
| 4.3 Etapas de coleta..... | 27 |
| 4.4 Análises realizadas | 28 |
| 4.5 Simulação de pagamento por qualidade | 28 |
| 4.6 Análises Estatísticas | 29 |
| 4.6.1 Análise de Variância | 29 |
| 4.6.2 Análise de Componentes Principais | 29 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 30 |
| 5.1 Qualidade do Leite dos tanques de expansão de acordo com a IN 62/2011 | 30 |
| 5.2 Qualidade do leite do tanque dos produtores em relação ao tipo de coleta | 33 |
| 5.3 Características das rotas de transporte de leite..... | 35 |
| 5.4 Qualidade do leite do caminhão (leite de conjunto) de acordo com o tipo de coleta | 36 |
| 5.5 Análises de componentes principais | 38 |
| 5.6 Contagem Bacteriana Total e Contagem de Células Somáticas: Valores esperados e reais .. | 51 |
| 5.7 Simulação de Pagamento por qualidade..... | 53 |
| 6. CONCLUSÕES | 56 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 56 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Valores médios de volume de leite captado por caminhão com bomba a rotor e bomba a vácuo e contagem bacteriana total (CBT) de acordo com os padrões legais da IN 62/ 2011 | 30 |
| Tabela 2. Valores médios de volume de leite captado por caminhão com rotor e bomba a vácuo e contagem de células somáticas (CCS) em conformidade com os padrões legais da IN 62/ 2011..... | 31 |
| Tabela 3. Valores médios de volume de leite captado por caminhão com rotor e bomba a vácuo e Teor de Gordura (%) em conformidade com os padrões legais da IN 62/ 2011..... | 32 |
| Tabela 4. Valores médios de volume de leite captado por caminhão com rotor e bomba a vácuo e teor de Proteína (%) em conformidade com os padrões legais da IN 62/ 2011..... | 33 |
| Tabela 5. Valores médios do volume de leite captado por produtor (VOL), da contagem bacteriana total (CBT), da contagem de células somáticas (CCS), da proteína (PTN) e da gordura (GOR) do leite dos produtores em relação ao tipo de coleta e em temperaturas menores que 4,0° C e entre 4,0 e 7,0°C..... | 34 |
| Tabela 6. Número de produtores, volume de leite total captado e valores médios de produtores por rota, volume de leite captado, distância percorrida e tempo gasto nas rotas dos caminhões a rotor e a vácuo (valores mínimos e máximos) | 35 |
| Tabela 7. Valores médios de contagem bacteriana total (CBT), contagem de células somáticas (CCS), contagem de mesófilos aeróbios, contagem de psicrotróficos, gordura, proteína, lactose, extrato seco desengordurado e sólidos totais do leite coletado nos dois tipos de caminhão (a rotor e a vácuo) em dois momentos (fazenda e indústria) e de acordo com a distância percorrida na rota..... | 37 |
| Tabela 8. Valores de inércia para cada eixo e inércia acumulada nos três primeiros eixos para as variáveis TEMP F, TEMP I, DIST, CBT F, CBT I, CCS F e CCS I relacionadas ao leite coletado nos dois tipos de caminhões. | 38 |
| Tabela 9. Variáveis analisadas (TEMP F, TEMP I, DIST, TEMPO, CBT F, CBT I, CCS F e CCS I) relacionadas ao leite coletado e suas correspondentes componentes principais para os caminhões a rotor e a vácuo | 39 |
| Tabela 10. Valores de inércia para cada eixo e inércia acumulada nos três primeiros eixos para as variáveis DIST, TEMPO, CBT F, CBT I, MES F, MES I, PSI F e PSI I relacionadas ao leite coletado nos dois tipos de caminhões | 43 |

| | |
|--|----|
| Tabela 11. Variáveis analisadas (DIST, TEMPO, CBT F, CBT I, MES F, MES I, PSI F e PSI I) relacionadas ao leite coletado e suas correspondentes componentes principais para os caminhões a rotor e a vácuo..... | 44 |
| Tabela 12. Valores médios da contagem de mesófilos aeróbios, de coliformes totais e número de amostras aprovadas, em atenção ou reprovadas no monitoramento por teste rápido através de <i>swabs</i> do tanque e do mangote para os caminhões a rotor e a vácuo..... | 47 |
| Tabela 13. Valores de inércia para cada eixo e inércia acumulada nos três primeiros eixos para as variáveis GORD F, GORD I, PTN F, PTN I, LACT F, LACT I, ESD F, ESD I, ST F, ST I, CBT F e CBT I avaliadas no leite coletado nos dois tipos de caminhões | 48 |
| Tabela 14. Variáveis analisadas (GORD F, GORD I, PTN F, PTN I, LACT F, LACT I, ESD F, ESD I, ST F, ST I, CBT F e CBT I) e suas correspondentes componentes principais para os caminhões a rotor e a vácuo. | 49 |
| Tabela 15. Valores médios da Contagem Bacteriana Total (esperada, fazenda e indústria) e da Contagem de Células Somáticas (esperada, fazenda e indústria), do leite coletado pelos caminhões a rotor e a vácuo..... | 52 |
| Tabela 16. Valores médios e totais (em R\$) da bonificação/desconto em relação à contagem bacteriana total (CBT) do leite do caminhão a rotor | 53 |
| Tabela 17. Valores médios e totais (em R\$) da bonificação/desconto em relação à contagem bacteriana total (CBT) do leite do caminhão a vácuo | 54 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Projeções das variáveis TEMP F, TEMP I, DIST, TEMPO, CBT F, CBT I, CCS F e CCS I do leite coletado pelo caminhão a rotor nos planos traçados pelos eixos F1 x F2 | 40 |
| Figura 2. Projeções das variáveis TEMP F, TEMP I, DIST, TEMPO, CBT F, CBT I, CCS F e CCS I do leite coletado pelo caminhão a vácuo, nos planos traçados pelos eixos F1 x F2 | 42 |
| Figura 3. Projeções das variáveis DIST, TEMPO, MES F, MES I, PSI F, PSI I, CBT F e CBT I do leite coletado pelo caminhão a rotor, nos planos traçados pelos eixos F1 x F2 | 45 |
| Figura 4. Projeções das variáveis DIST, TEMPO, MES F, MES I, PSI F, PSI I, CBT F e CBT I do leite coletado pelo caminhão a vácuo, nos planos traçados pelos eixos F1 x F2 | 46 |

| | |
|--|----|
| Figura 5. Projeções das variáveis GORD F, GORD I, PTN F, PTN I, LACT F, LACT I, ESD F, ESD I, ST F, ST I, CBT F e CBT I do leite coletado pelo caminhão a rotor, nos planos traçados pelos eixos F1 x F2 | 50 |
| Figura 6. Projeções das variáveis GORD F, GORD I, PTN F, PTN I, LACT F, LACT I, ESD F, ESD I, ST F, ST I, CBT F e CBT I do leite coletado pelo caminhão a vácuo nos planos traçados pelos eixos F1 x F2 | 51 |
| Figura 7. Valores médios pagos por rota e média da bonificação nos dois tipos de coleta de leite, em relação as CBT esperada, na fazenda e na Indústria | 55 |
| Figura 8. Valores percentuais de perdas econômicas da Indústria, em relação ao leite recebido de acordo com o tipo de coleta | 56 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1. Projeção de produção, consumo, importação e exportação de leite (em milhões de litros) no Brasil, no período de 2011 a 2022. | 13 |
| Quadro 2. Custos, distância percorrida e volume transportado na captação mensal de leite, segundo os veículos..... | 21 |
| Quadro 3. Parâmetros de qualidade do leite cru refrigerado segundo a IN 51/2002 para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. | 23 |
| Quadro 4. Novos Parâmetros de qualidade estabelecidos para o leite cru refrigerado segundo a IN 62/2011 para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste | 23 |

ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Quadro demonstrativo de bonificação/ desconto pago por litro de leite aos produtores de acordo com a qualidade. | 63 |
|---|----|

RESUMO

A cadeia de leite no Brasil é considerada hoje uma das mais importantes. Um dos passos para sua modernização nos últimos anos foi a granelização da coleta do leite e a implementação da IN N° 51/2002 e IN N° 62/2011. Foi criado também um sistema de pagamento por qualidade ao produtor, como forma de incentivo na busca pela qualidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do leite submetido a diferentes tipos de coletas e condições de transporte da fazenda até a Indústria. Foram analisadas 254 amostras de leite dos tanques dos produtores (leite individual) e amostras de leite foram coletadas de 35 rotas de transporte (leite de conjunto), sendo 15 rotas no caminhão que utiliza o método tradicional de sucção, chamado de bomba a rotor e 20 rotas com o método modificado a vácuo. Foram observadas diferenças significativas quanto ao número de produtores por rota, distância percorrida pelas rotas e tempo gasto para o percurso ($P \leq 0,05$), sendo maiores no caminhão a vácuo, mas não se observou diferenças estatisticamente significativas quanto à qualidade do leite coletado na fazenda e ao chegar à indústria, nos dois tipos de coleta ($P \leq 0,05$). Na análise multivariada de componentes principais, observou-se que a distância percorrida pelas rotas e tempo gasto para o percurso foram as variáveis que mais influenciaram o comportamento das outras, na diferenciação dos tipos de coleta, associando-se de forma direta com os caminhões a vácuo. Comparou-se a qualidade do leite dos produtores (leite individual) com o leite coletado nos caminhões (leite de conjunto) na fazenda e na indústria, para CCS e CBT, apresentando diferenças estatisticamente significativas somente para CBT ($P \leq 0,05$) nos dois tipos de coleta. Foi feita uma simulação de pagamento por qualidade para CBT, a fim de avaliarmos os valores que a indústria paga aos produtores e o que realmente ela está captando de fato em termos de qualidade. Os resultados mostraram perdas econômicas de 61,95% para o caminhão a rotor e 56,29% no caminhão a vácuo. Mudanças no setor logístico da cadeia produtiva de leite são necessárias para que a indústria minimize cada vez mais as perdas na qualidade do leite, durante o transporte da fazenda até à indústria.

Palavras-chave: leite, transporte, caminhão, qualidade.

ABSTRACT

The milk chain has a great importance in the Brazilian agribusiness. One step that markedly contributed to its improvement is the standardization of bulk milk tank collection by IN N° 51/2002 and IN N° 62/2011 and establishment of milk quality payment incentive programs by dairy industry. Thus, the present study aimed to evaluate the milk quality parameters submitted to different types of bulk milk tank collection and transport conditions from the farm to dairy industry. Here, 254 bulk milk tank samples and 35 raw milk samples from different transportation routes (15 milk samples from trucks that use traditional rotor collection with suction pump and 20 milk samples from trucks that use the modified vacuum method) were analyzed. The number of producers by route, distance traveled and time spent per route were significantly higher in the vacuum truck ($P \leq 0.05$), although no significant difference in the milk quality parameters in both milk samples collected at dairy farms and dairy industry were found ($P > 0.05$). The multivariate principal component analysis showed that the time spent and distance traveled from dairy farm to dairy industry were the most important variables that influence the behavior of others quality parameters. The total bacteria count (TBC) of raw milk at dairy farm was lower than those milk samples collected at dairy industry, although no significant difference in TBC was encountered between transport conditions ($P \leq 0.05$). Furthermore, when we estimated the bonus payment by TBC applied by dairy industry, it was found that economic losses due TBC was 61.95% and 56.95% for rotor truck and vacuum trucks, respectively. Regarding, milk transportation changes are needed in supply chain logistic management in attempt to minimize losses to dairy industry.

Keywords: milk, transport, truck, quality

1. INTRODUÇÃO

Sob o ponto de vista econômico e social, a cadeia produtiva de leite no Brasil é considerada hoje uma das mais importantes. Trata-se de um segmento amplo e diversificado, constituído desde pequenas fábricas que recebem reduzido volume da matéria prima, até multinacionais e cooperativas, que processam centenas de milhares de litros por dia.

Um trabalho desenvolvido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) denominado de Projeções do Agronegócio – Brasil 2011/12 a 2021/22 traz para o mercado produtor de leite uma

visão prospectiva do setor. Elaborado com base em consultas a trabalhos de organizações brasileiras e internacionais, alguns deles baseados em modelos de projeções, projeta para o ano de 2012/2013 (Quadro 1), uma produção no Brasil estimada em 33,2 bilhões de litros de leite, com uma taxa de crescimento anual de 1,9%. Isso corresponde a uma estimativa de produção de 39,2 bilhões de litros de leite cru em 2021/2022, destacando-se no cenário internacional como o quinto país de maior produção de leite (Brasil, 2012).

Quadro 1. Projeção de produção, consumo, importação e exportação de leite (em milhões de litros) no Brasil, no período de 2011 a 2022

| Ano | Produção | Consumo | Importação | Exportação |
|-----------|----------|---------|------------|------------|
| 2011/2012 | 32.539 | 33.413 | 1.231 | 124 |
| 2012/2013 | 33.261 | 34.149 | 1.246 | 125 |
| 2013/2014 | 33.950 | 34.833 | 1.260 | 125 |
| 2014/2015 | 34.620 | 35.510 | 1.274 | 125 |
| 2015/2016 | 35.285 | 36.183 | 1.288 | 126 |
| 2016/2017 | 35.947 | 36.855 | 1.303 | 126 |
| 2017/2018 | 36.608 | 37.526 | 1.317 | 126 |
| 2018/2019 | 37.268 | 38.197 | 1.331 | 127 |
| 2019/2020 | 37.929 | 38.867 | 1.346 | 127 |
| 2020/2021 | 38.589 | 39.538 | 1.360 | 127 |
| 2021/2022 | 39.250 | 40.208 | 1.374 | 128 |

Fonte: Elaboração da AGE/MAPA e SGE/Embrapa com dados da Embrapa Gado de Leite e LSPA/IBGE (Brasil, 2012)

Minas Gerais continua sendo o maior produtor de leite no Brasil com mais de 8,3 bilhões de litros de leite, o que representa aproximadamente 27,3% da produção nacional. Entre os Estados com maior crescimento na produção de leite de 2010 para 2011, destacam-se o Amazonas com 21,5 % e o Amapá, com 11,3% (Zoccal, 2012).

A partir dos anos 90, observaram-se importantes mudanças no panorama econômico do País, e, conseqüentemente, no

agronegócio do leite, com o desenvolvimento de um ambiente competitivo completamente novo, resultante do fim do tabelamento de preços em 1992, da abertura comercial ao exterior e ao MERCOSUL e do processo de estabilização da economia, abrindo um mercado significativo e o crescimento da demanda por lácteos (Jank e Galan, 1998 citados por Martins et al., 2004).

Para isto, foi necessária a modernização do setor leiteiro, tornando-o competitivo e apto

para atingir metas tidas como primordiais para o bom desempenho de toda a cadeia produtiva, priorizando uma redução dos custos operacionais e melhoria da qualidade da matéria-prima. Estas transformações implicaram em intenso processo de aquisições, significativa reestruturação produtiva e reorganização dos canais de comercialização. Muitos laticínios, com atuação em mercados regionais, foram adquiridos por grandes empresas nacionais e principalmente multinacionais. Novas plantas industriais foram estruturadas, com maior capacidade de processamento. Viabilizaram a racionalização na distribuição do leite, através da reorganização dos canais em nível da produção, embalagem e logística e de inovações no setor (Martins et al., 1999).

A coleta de leite a granel foi uma das melhorias introduzidas no setor lácteo com a implementação da Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002 do Ministério da Agricultura (MAPA) (Brasil, 2002) e posteriormente com a Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011 do mesmo órgão (Brasil, 2011), ambas com o objetivo de redução dos custos de matéria prima, eliminação dos postos de resfriamento e aumento da qualidade do leite que chega para processamento nas indústrias.

Conjuntamente à implementação da coleta de leite a granel, observou-se a necessidade de aperfeiçoar o processo de logística, inicialmente realizado de forma empírica pelas empresas captadoras de leite, por meio de ferramentas que reduziriam o custo de captação desta matéria-prima, otimizariam as linhas, os veículos e postos de resfriamentos, como, por exemplo, a utilização de bombas de sucção à vácuo nos caminhões, que reduzem o tempo de coleta na fazenda em relação às bombas a rotor utilizadas. Aliada à realização de uma coleta de leite a granel eficiente, Brito et al. (2004) citado por Folmer e Souto (2010) ressaltam a importância da estruturação de um

programa de treinamento para a produção de leite seguro e da utilização de metodologias como Boas Práticas Agropecuárias (BPA) ainda na propriedade rural para a melhoria da qualidade do leite.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico sobre a coleta e transporte de leite

Nos estágios iniciais de desenvolvimento industrial, inexistia o problema de transporte de leite. As distâncias entre as áreas de produção e consumo eram curtas, e os próprios produtores entregavam diretamente sua produção nas instalações industriais, que eram pequenas e trabalhavam praticamente na forma artesanal. Com o crescimento do consumo de leite e de seus derivados, devido à intensificação da urbanização, ao aumento da população, e conseqüentemente ao crescimento das indústrias, ocorreu um aumento da demanda da matéria prima e da escala de produção, alargando a área de abrangência da captação de leite. Assim, o procedimento de entrega do leite pelo produtor tornou-se impraticável. Surgiu então, o transportador de leite autônomo, que através de seus veículos, coletava o leite nas fontes produtoras e entregava o produto nas plataformas de recepção e resfriamento das indústrias de laticínios e/ou das cooperativas (Soares, 1988; Sobrinho et al., 1995).

Este transportador coletava o leite em pontos de coleta onde eram deixados os latões. Estes pontos estavam localizados em estradas, muitas vezes, distantes das propriedades. Era transportado juntamente com pessoas e outros tipos de cargas, e sem nenhuma proteção ao sol, levando a uma rápida proliferação de microorganismos, aumentando a acidez e comprometendo a qualidade do produto (Pinheiro, 1978). Outro agravante era o tempo de transporte

da propriedade à indústria, que, em muitos casos, superava duas horas tidas como o tempo ideal, além de exposição à poeira e às intempéries climáticas (Krug, 1992).

O início da coleta do leite resfriado a granel ocorreu em 1939 em grandes fazendas ao redor de Los Angeles, na Califórnia (EUA), sendo que a grande mudança do sistema ocorreu no final da década de 50, quando todo o leite dos Estados Unidos passou a ser coletado sob este sistema (Brandão, 1998; Sant'Anna, 2000).

A coleta de leite a granel, na década de 60, já era bastante difundida na Europa e nos Estados Unidos, sendo uma solução eficiente para a substituição do sistema convencional utilizado nas propriedades rurais. Ao invés de recolher o leite em tarros (latões), o sistema de coleta a granel passa a utilizar tanques de resfriamento nas propriedades e o transporte é feito em tanques isotérmicos de aço inox, instalados em caminhões, o que significa um produto de melhor qualidade disponível para as indústrias de laticínios (Bird, 1993; Azevedo, 1996).

Em países como a Inglaterra esta tendência concretizou-se na década de 70, quando, por força de lei, foi abolido o uso de latões e o produtor precisou resfriar o leite logo após a ordenha, para que este atingisse temperatura abaixo dos 8°C no ato da coleta. Este procedimento garantia vida útil de até 10 dias para o leite pasteurizado e resfriado. Ao longo dos anos, a forma com que o leite era transportado entre a fazenda e a indústria mudou rapidamente, passando do animal de tração ao caminhão isotérmico de alta capacidade volumétrica, em função da pressão para racionalização do processo (Santos e Bergmann, 2003a).

O primeiro passo do Brasil num sistema mais moderno de transporte, igual ao que já existia nas nações mais evoluídas, ocorreu em 1976 na Cooperativa de Laticínios de

São José dos Campos, no Vale do Paraíba. Pela primeira vez, o leite de um grupo de produtores era enviado das fazendas para a usina da cidade em caminhão equipado com tanque refrigerado. Finalmente, o leite ganhava condições de se manter numa cadeia de frio desde a fazenda até os pontos de vendas nas cidades (Rubez, 2003).

De acordo com Martins et al. (2004), até a primeira metade dos anos noventa, parte do leite ainda era obtido nas propriedades e levado diretamente até as usinas de beneficiamento em caminhões comuns, acondicionado em latões. Mas essa realidade começou a mudar a partir da segunda metade da década quando foi introduzida a coleta a granel no Brasil com transporte feito por caminhões com tanques isotérmicos.

A maior competição entre as indústrias demandou a procura por melhorias na qualidade da matéria-prima e redução nos custos. Nessa busca por uma otimização do processo de coleta de leite, os pequenos produtores eram, normalmente, o primeiro alvo, sofrendo um processo de seleção através do pagamento por qualidade e volume recebido e também da otimização da logística na coleta do leite, fazendo-se a substituição dos latões pela coleta a granel (Resende e Júnior, 1998).

A implantação do sistema de coleta de leite a granel no Brasil transcorreu de forma rápida a ponto de ser considerada como uma das mais aceleradas do mundo, indo de encontro ao Programa Nacional de Qualidade do Leite (PNQL), instituído pelo MAPA (Brasil, 2002). Os objetivos principais incluem a melhoria da qualidade do leite e seus derivados, a garantia da saúde da população e do aumento da competitividade dos produtos lácteos em novos mercados.

2.2 Coleta de leite a granel

De acordo com Brasil (2002), o processo de coleta de Leite Cru Refrigerado a Granel consiste em recolher o produto em caminhões com tanques isotérmicos fabricados em aço inoxidável, através de mangote flexível e bomba sanitária, que pode ser acionada pela energia elétrica da propriedade rural, pelo sistema de transmissão ou caixa de câmbio do próprio caminhão, diretamente do tanque de refrigeração ou dos latões contidos nos refrigeradores de imersão.

Trata-se de coletar o leite produzido em uma ou mais propriedades de um tanque com paredes duplas para efeito de isolamento de temperatura (isotérmico). Esse tanque é subdividido internamente e instalado em um veículo dotado de uma bomba de sucção que transfere o leite do tanque de resfriamento (tanque de expansão) para o tanque de transporte, com dispositivo de descarga para a plataforma de recepção (Teixeira e Ribeiro, 2006).

Os tanques rodoviários utilizados para o transporte de leite possuem capacidade de armazenamento de 8 a 20 mil litros, em média, com um, dois ou três compartimentos, dependendo do volume de leite a ser coletado e das condições de estradas das linhas de leite. Os caminhões com capacidade menor (8 mil litros) possuem só um eixo, o que facilita o acesso às propriedades rurais. Mas, além deles, existem os caminhões reboque, mais conhecidos por "Romeu e Julieta", com capacidade para transportar 20 mil litros. A capacidade do veículo de um só eixo, o "Romeu" é, em média, de 8 mil litros e é ele que pode transitar sem maiores problemas pelas estradas vicinais, de terra, para coletar o leite dos cooperados e transportá-lo até o reboque, conhecido por "Julieta". O "Romeu" faz viagens em trechos mais curtos, coletando leite nas fazendas e transbordando para a "Julieta". Terminada a

operação, engata-se o reboque e o conjunto vai até a plataforma de recepção, para descarregamento (_____, 2009).

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) instituiu, dentro da IN 51 (Brasil, 2002), o Anexo VI que estabelece condições para coleta de leite cru refrigerado e seu transporte. Alguns pontos em relação à coleta de leite dentro desta Instrução merecem destaque:

2.2.1 Instalações

A legislação cita a obrigatoriedade de existir local próprio e específico para a instalação do tanque de refrigeração e armazenagem do leite, mantido sob condições adequadas de limpeza e higiene, sendo coberto, arejado, pavimentado e de fácil acesso ao veículo coletor, recomendando-se isolamento por paredes, ter iluminação natural e artificial adequadas; um ponto de água corrente de boa qualidade (tratada) para lavagem de latões e de utensílios de coleta (Brasil, 2002).

2.2.2 Equipamentos de Refrigeração

De acordo com a IN 51 (Brasil, 2002), os tanques devem ter capacidade mínima de armazenar a produção de acordo com a estratégia de coleta e, no caso de tanque de refrigeração por expansão direta, ser dimensionado de modo tal que permita refrigerar o leite até temperatura igual ou inferior a 4°C (quatro graus Celsius) no tempo máximo de 3h (três horas) após o término da ordenha, independentemente de sua capacidade.

O tanque de expansão é constituído de aço inoxidável, possuindo tampa com pequena abertura circular, agitador com pás acionadas por pequeno motor para homogeneização do leite, saída com válvula, conjunto de refrigeração (motor,

compressor) e acessórios elétricos. Os tanques cilíndricos são os mais comuns e mais utilizados por produtores individuais ou em grupo, sendo lavados / higienizados manualmente. Sua capacidade varia de 250 a 6.000 litros. A escolha com relação ao tamanho do tanque deve ser em função da produção máxima diária de leite, multiplicada por dois (coleta dia sim, dia não) e mais uma margem de segurança, devido a possíveis aumentos futuros de produção (Silvestre e Bastos, 2000).

Em se tratando de tanque de refrigeração por imersão, este deve ser dimensionado de tal modo que permita refrigerar o leite até temperatura igual ou inferior a 7°C (sete graus Celsius) no tempo máximo de 3h (três horas) após o término da ordenha, independentemente de sua capacidade (Brasil, 2002).

Os latões foram substituídos pelos tanques de resfriamento a granel, pois o transporte de leite em latões compromete a qualidade do produto. Além disso, os novos tanques de resfriamento ficam nas fazendas e o leite é coletado de dois em dois dias, feito o resfriamento logo após a ordenha e eliminando um dia de frete pelos caminhões equipados com tanques isotérmicos. A mudança evita desperdícios, melhora a qualidade do leite e reduz custos de captação do primeiro percurso (Caixeta-Filho et al., 2001; Corrêa et al., 2010).

2.2.3 Tanques Comunitários

É permitida a utilização de “tanques comunitários” para produtores de leite. A localização deve ser estratégica, facilitando a entrega do leite de cada ordenha no local onde o mesmo estiver instalado; mas não se permite acumular a produção de mais de uma ordenha e também não é permitido tanques de refrigeração comunitários que operem pelo sistema de imersão de latões (Brasil, 2002).

A utilização do tanque comunitário é a alternativa mais utilizada pelos grupos de pequenos produtores para atender aos requisitos previstos na legislação. Juntamente com o apoio de sindicatos, prefeituras e principalmente, a assistência técnica e gerencial ao grupo são de extrema importância para o desenvolvimento dessa atividade associativa (Silvestre e Bastos, 2000).

2.2.4 Carro com tanque isotérmico para coleta de leite a granel

A Instrução Normativa determina cuidados a serem tomados em relação ao material constituinte da mangueira coletora devendo ser de material atóxico e apto para entrar em contato com alimentos, internamente lisa e fazer parte dos equipamentos do carro-tanque (Brasil, 2002). Segundo Sant’Anna (2000), os caminhões-tanques isotérmicos são equipados com válvulas, bomba a prova de poeira, isolamento isotérmico, sistema medidor, limpeza CIP (*Cleaning in Place*) e caixa isotérmica de fácil higienização para transporte de amostras.

Além da caixa isotérmica para transporte de amostras, deve possuir local para guarda dos utensílios e aparelhos utilizados na coleta e de dispositivo para guarda e proteção da ponteira, da conexão e da régua de medição do volume de leite. Deve ser ainda submetido à limpeza e sanitização após cada descarregamento, juntamente com os seus componentes e acessórios (Brasil, 2002).

2.2.5 Sistemas de coleta de leite utilizada nos caminhões

O tipo de sistema de coleta de leite utilizado vai influenciar diretamente no dimensionamento das paredes internas e externas do tanque isotérmico instalado no caminhão de coleta de leite. A Instrução

Normativa nº 75 (MAPA) prevê dois tipos de sistemas de coleta de leite (Brasil, 2003):

“2.8.1. Bomba auto-escorvante positiva sanitária:

Trata-se de uma bomba com acionamento elétrico externo, mecânico por transmissão cardânica ou hidráulica a partir da tomada de força da caixa de câmbio do veículo automotor ou possibilidade de sistemas mistos (acionamento elétrico e mecânico) complementados por sistema de embreagem quando exigidos. Os tanques equipados com bomba auto-escorvante são caracterizados como tanques atmosféricos.

2.8.1.1. O sistema de condução do produto até a bomba autoescorvante sanitária será formado por mangueira sanitária com tubo coletor desmontável em uma das extremidades e a outra ligada à bomba.

2.8.2. Sistema de coleta a vácuo:

2.8.2.1. O vácuo pode ser obtido por diversos meios e apresenta como característica reforços especiais no tanque e acessórios para permitir a sucção do leite para um reservatório intermediário e deste para o tanque ou diretamente para o tanque.

2.8.2.2. Quando o vácuo atuar diretamente sobre o tanque de produto, este deverá ser fabricado levando em consideração os preceitos das técnicas de engenharia aceitas. Todos os acessórios serão dimensionados para atendimento das condições de operação sob vácuo.”

O sistema a vácuo gera pressão negativa dentro do compartimento do tanque, sendo necessário que as paredes desse tanque sejam mais reforçadas do que o caminhão que utiliza de bombas sanitárias.

2.2.6 Coleta

Pode ser feita pelo próprio motorista do carro-tanque que deve estar devidamente uniformizado durante a coleta. A ele cabe rejeitar o leite que não atender às exigências, o qual deve permanecer na propriedade. O transportador deve ainda estar alerta e não coletar o leite que estiver estocado em temperatura muito elevada no tanque, que apresentar odores estranhos ou que apresentar alguma alteração visível, como por exemplo, acidificação, relatando as não conformidades observadas para a Coordenação de captação de leite das indústrias visando o estabelecimento e

implantação de ações corretivas (Cerqueira et al., 2010).

A operação de coleta é feita pelo transportador, que é uma pessoa treinada, que realiza além dessa tarefa, a observação da temperatura do leite no termômetro do tanque, a homogeneização (agitação) do leite no tanque; a análise de alizarol para determinar a acidez do leite, a retirada de amostra do leite para outros tipos de análises em laboratórios (gordura, redutase), e a medição do leite com uma régua graduada em milímetros, que permite, por meio de uma tabela, converter a leitura em volume (litros) (Silvestre e Bastos, 2000).

A transferência do leite do tanque de expansão para o carro-tanque deve ser em circuito fechado. São permitidas coletas simultâneas de diferentes tipos de leite, desde que sejam depositadas em compartimentos diferenciados e

devidamente identificados. O tempo transcorrido entre a ordenha inicial e seu recebimento no estabelecimento que vai beneficiá-lo (pasteurização, esterilização) deve ser no máximo de 48h (quarenta e oito horas), recomendando-se como ideal um período de tempo não superior a 24h (vinte e quatro horas) (Brasil, 2002).

As amostras de leite a serem submetidas às análises laboratoriais devem ser transportadas em caixas térmicas de fácil higienização, em temperatura e demais condições recomendadas pelo laboratório que procederá às análises. O leite que apresentar qualquer anormalidade ou não estiver refrigerado até a temperatura máxima admitida pela legislação em vigor não deve ser coletado a granel (Brasil, 2002).

2.3 Logística

A logística é responsável pela movimentação geral dos produtos, que pode acontecer em três áreas distintas: suprimento, apoio à produção e distribuição física e transporte de materiais e produtos. Os conhecimentos inseridos na logística podem ser resumidos em: serviço ao cliente, controle de estoques, armazenagem, localização, distribuição, transportes, uso de tecnologias e Sistemas de Informação (Ribeiro et. al., 2003).

O conceito de logística de transporte no agronegócio do leite viabiliza a tomada de decisão com fortes efeitos na otimização do suprimento de laticínios, que pode ser facilmente observado através da centralização de postos de resfriamento, a redução de rotas de coleta e o aumento da quantidade de carga transportada por veículo, resultando em significativas economias nos custos de transporte (Martins et al., 1999) e em ganhos em qualidade (Sobrinho et al., 1995).

A gestão logística da cadeia agroindustrial leiteira, devido ao papel social e econômico que representa, precisa se manter em harmonia econômica para garantir a sobrevivência do produtor e da indústria, e assim, promover a melhoria da qualidade dos produtos e respaldo às exportações brasileiras (Magalhães et al., 2009).

2.3.1 Logística no transporte de leite a granel

A logística na indústria de laticínios apresenta características específicas, devido às características dos insumos utilizados, principalmente o leite, devido ao seu alto nível de perecibilidade (Ribeiro et. al., 2003).

O modal utilizado para o transporte do leite *in natura* é o rodoviário. Este modal no Brasil fatura mais de R\$ 40 bilhões e é responsável por movimentar dois terços do total de cargas do país (Lima, 2011). Além disso, o transporte rodoviário possui as vantagens de ser um serviço relativamente rápido e de razoável confiança comparado a outros modais de transporte.

O transporte pode ser realizado de várias formas e com diferentes veículos, caracterizando-se por frota própria ou contratada, de acordo com cada indústria. Os veículos mais utilizados atualmente são *toco* (capacidade de 8.500 L), *truck* (capacidade de 12.300-13.500 L) e *carreta* (capacidade de 19.000-26.500 L) (Lobo et al., 2004).

O transporte é um setor fundamental dentro da logística e segundo Ballou (2001), o custo varia de 33 a 66% dos custos logísticos totais, fazendo com que as empresas tentem reduzir ao máximo os custos relacionados a essa atividade. Nesta cadeia existem obstáculos relacionados à infraestrutura, tais como as condições precárias de algumas rodovias e vias de acesso, provocando aumento dos custos,

como também a perda de credibilidade dos clientes. De acordo com Martins e Martins (2006), os custos de transporte não podem ser vistos como um elemento isolado, e sim, como parte integrante do processo produtivo.

Uma das principais barreiras à melhoria da eficiência do processo produtivo é o elevado custo do transporte entre os produtores e a fábrica. O leite, dentro da sua cadeia produtiva, passa por três percursos: a) primeiro percurso: da fazenda para os postos de refrigeração, cujo transporte se dá de forma tradicional (em latões) ou a granel; b) segundo percurso: dos postos às usinas processadoras; c) terceiro percurso: local de acesso ao centro consumidor (Ribeiro et al., 2003).

De acordo com Sobrinho et al. (1995), o custo de transporte do primeiro percurso representa de 4 a 25% do preço final do leite, podendo chegar a 40% em algumas regiões. Essa diferença é atribuída à densidade de produção, ou seja, expressa a razão entre a quantidade produzida e a quantidade de quilômetros percorridos pelo veículo.

Os custos são distribuídos entre itens fixos e variáveis. Custos fixos são os itens que têm desgaste ou desembolsos independentes da quantidade produzida ou no caso de transportes, da quilometragem rodada no período. Dentre estes podemos citar: depreciação do veículo e do tanque, custo de

oportunidade, IPVA/licenciamento, seguro de veículos e mão-de-obra direta. Os custos variáveis são aqueles que podem ser apropriados diretamente pelos produtos ou serviços. Eles variam de acordo com o volume de atividade. No caso de transportes, esta medida de consumo é o quilômetro (km) rodado dos veículos. Dentre os itens componentes dos custos variáveis, têm-se combustível, pneus, câmaras e protetoras, lonas de freio, óleo de motor, caixa e diferencial e manutenção (Martins e Martins, 2006).

Lobo et al. (2004) realizaram um levantamento de custo na prestação dos serviços de transporte de leite em uma cooperativa do Estado do Paraná. Para fins de apuração de custos, foram orçados os custos-padrão dos seguintes veículos para coleta de leite: VW 23.210 *truck* (12.700 kg) e VW 15.180 *toco* (8.500 kg) e para carretas, veículo Mercedes-Benz, com respectivos desempenhos e necessidades de manutenção obtidos nos manuais dos veículos e no mercado. O Quadro 2 mostra o custo de captação de leite (em R\$/t, em R\$/L e em R\$/km), segundo diferentes tipos de veículo. Conforme se observa, o volume transportado e a quilometragem rodada exercem influência significativa na redução dos custos de transporte, no tocante à contribuição ao rateio dos custos fixos da atividade.

Quadro 2. Custos, distância percorrida e volume transportado na captação mensal de leite, segundo os veículos

| Custos/veículo | R\$/mês | Km/mês | R\$/km | t/mês | R\$/t | R\$/L |
|----------------|-----------|--------|----------|-------|----------|--------|
| Toco | | 13.250 | | 356 | 28,08985 | 0,0281 |
| Fixos | 5.945,00 | | 0,044037 | | | |
| Variáveis | 4.043,00 | | 0,30022 | | | |
| Total | 9.998,03 | | 0,74059 | | | |
| Truck | | 11.250 | | 478 | 19,92912 | 0,0199 |
| Fixos | 4.799,93 | | 0,42666 | | | |
| Variáveis | 4.726,19 | | 0,42011 | | | |
| Total | 9.526,12 | | 0,84677 | | | |
| Carreta | | 11.250 | | 990 | 15,41870 | 0,015 |
| Fixos | 6.242,83 | | 0,55492 | | | |
| Variáveis | 9.031,68 | | 0,80193 | | | |
| Total | 15.264,51 | | 1,35685 | | | |

Fonte: Lobo et al. (2004)

Observa-se no Quadro 2 uma economia da coleta do leite com carretas. O princípio da escala da coleta por veículo mostrou-se bastante significativo, uma vez que a destinação do veículo *truck* representa um ganho de 29% em relação ao *toco*. O uso de carretas implica em uma redução de custos de 25% em relação ao *truck* e quase 50% em relação ao *toco*. No entanto, a realidade inviabiliza a aplicação desta lógica econômica em função de fatores adicionais, como a qualidade das vias de tráfego nos meios rurais e de acesso e os pátios das propriedades (Lobo et al., 2004).

Em outra pesquisa feita por Magalhães et al. (2009), realizou-se uma quantificação dos custos do transporte de leite, com base numa indústria localizada na Zona Mata Mineira. Foram levados em conta para cálculo os custos fixos e variáveis da empresa em relação à coleta de leite. A pesquisa chegou a um valor de R\$0,0345/L de leite transportado, o que significou para a mesma empresa um aumento de 36,29% no valor de custo em 10 anos.

De acordo com Soares (1997), as possibilidades de redução de custos de transporte podem ser responsivas às

estratégias para alocação de fornecedores, da coleta em dias alternados, de um aumento da capacidade de transporte (t/caminhão) com aumento da capacidade de armazenamento na fazenda. Isso deve possibilitar redução de custo unitário do transporte da matéria-prima (R\$/L), pela maior agilidade das operações carga/descarga, distribuição geográfica das fazendas e da roteirização.

Entre os parâmetros avaliados para o transporte, estão relacionadas a definição de roteiros, manutenção da frota, definição do tipo de veículo, entre outros. Muitos deles podem ser resolvidos utilizando-se técnicas matemáticas e *softwares* comerciais. Estes *softwares* baseiam-se em duas funções principais do transporte: movimentação e armazenagem de produtos, sendo seus princípios norteadores a economia de escala e a economia de distância (Ribeiro et al., 2003).

A utilização de *softwares* de roteirização de veículos busca reduzir os custos através de rotas mais econômicas, podendo até diminuir o número de veículos envolvidos na coleta. No Brasil, somente as maiores empresas do setor, estão implantando procedimentos de otimização das mesmas. A

inexistência de ferramentas nacionais levou as empresas ao uso de *softwares* importados customizados e alguns até destinados originalmente à captação de lixo urbano ou à distribuição de gás de cozinha (Lobo et al.; 2004).

Por outro lado, pode-se ainda deparar com outra realidade. O transporte de leite em latões, através de veículos *pick-ups* até as plataformas dos laticínios, ainda subsiste na região Sul do Pará, por ser uma forma do leite do pequeno agricultor familiar chegar até os laticínios. Eles trafegam por estradas vicinais mal cuidadas, fato que eleva e muito os custos dessa atividade, coletando o leite em latões nas porteiras para entregar nas plataformas (Menezes et al., 2007).

Em um estudo de caso realizado em uma empresa cooperativa, foram aplicados questionários com perguntas associadas ao sistema logístico. Observou-se nessa empresa uma tendência à terceirização do transporte de leite, o que para ela significou grandes melhorias no serviço logístico. Em relação à infraestrutura do transporte (estradas), esta se encontra em péssimo estado de conservação, devendo haver, portanto, uma contrapartida do governo em relação à manutenção das vias de acesso, o que diminuiria os custos de manutenção da frota (Ribeiro et al., 2003).

2.4 Influência do transporte na qualidade do leite cru refrigerado

O leite produzido no Brasil apresenta, de maneira geral, altas contagens de microorganismos, demonstrando com isto que há deficiências na higiene de produção (Cerqueira et al., 1994). A disponibilidade de nutrientes no leite, sua alta atividade de água e seu pH próximo da neutralidade

torna-o extremamente favorável ao crescimento de microorganismos (Arcuri et al., 2006).

O resfriamento do leite nas propriedades, entretanto, pode ter um efeito positivo rápido sobre a manutenção da sua qualidade, e, principalmente quando associado ao transporte a granel, pode mostrar resultados, tanto na melhoria da qualidade do leite, quanto na redução do custo de transporte, com ganhos apropriados a todos os segmentos da cadeia alimentar láctea.

A refrigeração do leite cru durante o armazenamento, utilizando-se tanque de expansão, proporciona melhor qualidade microbiológica. A manutenção da temperatura durante a etapa de transporte do leite cru também proporciona um produto com menor carga microbiana, pois evita, principalmente a proliferação de microorganismos mesófilos (Bueno et al., 2004).

Buscando melhorar a qualidade do leite produzido no Brasil, mudanças no setor lácteo foram implantadas, dando-se ênfase à refrigeração do leite na propriedade e ao transporte a granel. A criação da IN 51 (Brasil, 2002) foi crucial para esta melhoria, atuando juntamente a produtores e indústrias (Quadro 3). Esta Instrução Normativa, no entanto, passou por recente processo de modernização para acompanhar as mudanças no mercado mundial de leite, publicando em 30 de dezembro de 2011, a Instrução Normativa N° 62 (IN 62) (Brasil, 2011), onde trata de mudanças com novos parâmetros técnicos para produção, identidade e qualidade para os diferentes tipos de leite. As exigências da IN 62 variam conforme as diferentes regiões brasileiras, conforme Quadro 4.

Quadro 3. Parâmetros de qualidade do leite cru refrigerado segundo a IN 51/2002 para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste

| Período | 01/07/2008 a 01/07/2011 | A partir de 01/07/2011 |
|---------------|-------------------------|---|
| CBT (UFC/mL) | 750.000 | 300.000 (Leite de conjunto) 100.000 (Leite Individual) |
| CCS (cels/mL) | 750.000 | 400.000 |

Fonte: Adaptado de Brasil (2002)

Quadro 4. Novos Parâmetros de qualidade estabelecidos para o leite cru refrigerado segundo a IN 62/2011 para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste

| Período | 01/07/2008 a 31/12/2011 | 01/01/2012 a 30/06/2014 | 01/07/2014 a 30/06/2016 | A partir de 01/07/2016 |
|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| CBT (UFC/mL) | 750.000 | 600.000 | 300.000 | 100.000 |
| CCS (cels./mL) | 750.000 | 600.000 | 500.000 | 400.000 |

Fonte: Adaptado de Brasil (2011)

De acordo com Cerqueira et al. (2010), os esforços das indústrias normalmente têm se pautado em promover ações de melhoria da qualidade do leite nas fazendas. As etapas de coleta e transporte não têm sido priorizadas e muitas vezes, os procedimentos relacionados a estas operações tem sido falhas. Com isto, ocorrem diferenças entre a qualidade da amostra de leite coletada individualmente no tanque e a do leite que a indústria recebe, proveniente do caminhão.

Para se obter um produto com qualidade assegurada é necessário o emprego de alguns métodos, dentre eles podem-se destacar as Boas Práticas de Fabricação – BPF e os Procedimentos Padrões de Higiene Operacional – PPHO's. Estas ferramentas de gestão constituem pré-requisitos para a implantação do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC (Cruz et al., 2006), que, em conjunto, formam um programa voltado à segurança e qualidade do produto.

Folmer e Souto (2010) avaliaram as condições de Boas Práticas na coleta e transporte do leite cru a granel em um posto de resfriamento no Estado de Santa Catarina. Foram avaliadas condições de higiene em oito rotas de coleta e foram considerados quatro itens de condições higiênicas dos equipamentos e cinco itens das condições higiênicas pessoais. Dos 32 itens de condições higiênicas dos equipamentos e 40 das condições higiênicas pessoais, 19 (59,6%) e 28 (70%) estavam de acordo com os requisitos legais especificados na Instrução Normativa nº 51/2002. No entanto, parâmetros como higiene dos equipamentos após a coleta e higiene das mãos apresentaram índices abaixo de 30%, levando a uma necessidade de adequação dos mesmos.

De acordo com Pinto et al. (2006), o investimento contínuo em Boas Práticas, visando prevenir a contaminação e o crescimento microbiano do leite, pode reduzir, conseqüentemente, problemas

tecnológicos e econômicos na indústria de laticínios.

A IN 62 (Brasil, 2011) estabeleceu quanto à composição centesimal do leite, valores mínimos de 3,0 g/100 g para teor de gordura, 2,9 g/100 g para proteína total e de 8,4 g/100 g para Extrato Seco desengordurado (ESD). A estocagem por tempo prolongado do leite nas propriedades e os atrasos e demoras no transporte do leite cru nos caminhões até a indústria podem levar ao aumento da temperatura do leite e à sua deterioração por microorganismos, causando degradação desses componentes por enzimas bacterianas e alteração percentual dos mesmos (Brasil, 2011).

A contagem de células somáticas (CCS) é indicativa de mastite subclínica, enquanto a contagem bacteriana total (CBT) relaciona-se à higiene da ordenha, limpeza de equipamentos e à temperatura de conservação do leite. A alta CCS do leite afeta, por exemplo, todo o processo de fabricação de queijos, devido às alterações nas características sensoriais e à sua redução no rendimento industrial (Silva et al., 2009). A contagem Bacteriana total (CBT) no leite reflete diretamente a presença de bactérias patogênicas, o que seria resolvido com a pasteurização do leite, porém, também indica a presença de bactérias psicotróficas que constituem um grupo de microorganismos que, quando presentes, produzem enzimas termorresistentes que causam alteração de sabor e odor no leite, perda da consistência na formação do coágulo para fabricação de queijo e gelatinização do leite UAT (Nörnberg et al., 2009).

Silva et al. (2009) analisaram a influência do transporte sobre a composição centesimal e contagem de células somáticas (CCS) do leite cru. Foram coletadas amostras de leite armazenadas nos tanques de expansão das propriedades rurais e nos tanques isotérmicos após a chegada do leite na

indústria. Neste trabalho não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na composição centesimal do leite e na CCS, ou seja, o transporte a granel não influenciou na qualidade do leite em relação a esses parâmetros. Neste mesmo trabalho, foi avaliada a CBT de amostras de leite de tanques de expansão e tanques isotérmicos obtendo-se como resultados médios s valores de $5,2 \times 10^6$ UFC/mL e $8,4 \times 10^6$ UFC/mL, respectivamente. Esses valores estão acima do valor legal (Brasil, 2002) para o recebimento de leite cru refrigerado pelas indústrias de laticínios e indicaram que houve um aumento na contagem de microrganismos de 61,54% (UFC/mL) após a retirada do leite dos tanques de expansão até a chegada no laticínio.

Dentre os fatores relacionados ao aumento da CBT durante a transferência do leite dos tanques de expansão para os tanques isotérmicos dos caminhões e seu transporte até a indústria, destacam-se o acúmulo de sujidades no registro de saída do tanque de expansão, e a má higienização dos mangotes flexíveis que possibilitam o transporte do leite do tanque de expansão ao tanque isotérmico (Silva, 2008).

O principal parâmetro utilizado para se verificar a qualidade do leite é o seu perfil microbiológico, e este é determinado principalmente pela forma de obtenção, armazenamento e transporte do leite. Grupos específicos de microorganismos são pesquisados para esse fim, como os mesófilos aeróbios, coliformes e psicotróficos (Chambers, 2002; Guimarães, 2002). A presença de altos níveis de contaminação microbiana em leite e em seus derivados compromete a durabilidade desses produtos, já que promovem a deterioração de seus componentes, como proteínas, gordura e açúcares. Consequentemente, ocorre o desenvolvimento de sabores indesejáveis no leite e uma diminuição no rendimento industrial (Fonseca, 1998 citado por Santos e Bergmann, 2003c).

Segundo o ICMSF (1980), os mesófilos são os microorganismos capazes de se multiplicar em temperaturas ótimas na faixa de 30°C a 45°C e os psicotróficos de 25 a 30°C. São considerados dentre os mais críticos em relação à qualidade do leite refrigerado, e por consequência, dos produtos lácteos.

Na Índia, Reddy et al. (1989) citado por Santos e Bergmann (2003a) estudaram o efeito do tempo e da estocagem em temperatura ambiente (25-30°C) sobre a qualidade microbiológica do leite e encontraram os valores de $1,3 \times 10^5$ UFC/mL para hora zero, $1,1 \times 10^6$ UFC/mL após 3 horas de estocagem e $7,4 \times 10^6$ UFC/mL após 6 horas de estocagem. Estes resultados demonstraram que o leite mesmo com contagens baixas de coliformes logo após a ordenha, se for estocado em temperaturas inadequadas, pode apresentar aumento destes microorganismos e comprometimento de sua vida de prateleira do produto.

Os microorganismos do grupo dos psicotróficos representam o maior problema na cadeia produtiva de leite. Eles crescem em baixas temperaturas, são amplamente difundidos na natureza e estão diretamente relacionados à estocagem do leite por longos períodos em temperatura de refrigeração. Na microbiota inicial, eles representam menos de 10% em condições sanitárias adequadas, mas a população de microorganismos psicotróficos pode alcançar elevadas contagens em condições precárias de higiene, produzindo enzimas lipolíticas e proteolíticas termorresistentes, que mantém sua atividade após a pasteurização e tratamento UAT (Ultra Alta Temperatura) (Chen et al., 2003).

Espécies do gênero *Pseudomonas* são as principais bactérias psicotróficas predominantes do leite cru refrigerado. As enzimas proteolíticas dos psicotróficos, quando em contagens acima de 10^5 UFC/mL podem decompor a caseína e provocar perda

de proteína, reduzindo, por exemplo, a produção de queijos (Berg et al., 1998).

Santos e Bergmann (2003c) analisaram a influência da temperatura de transporte sobre o crescimento de microorganismos psicotróficos no leite, comparando o crescimento deste grupo de microorganismo em latões e durante a coleta a granel. As amostras transportadas em temperatura ambiente apresentaram contagem média de $6,34 \log_{10}$ UFC/ mL e nas amostras transportadas sob refrigeração valores de $5,74 \log_{10}$ UFC/ mL. As duas contagens apresentaram diferenças estatisticamente significativas pela análise de variância, indicando que mesmo ocorrendo uma pequena diferença entre elas, qualquer redução destes microorganismos é desejada no leite, uma vez que os psicotróficos são considerados os grandes deterioradores de leite e seus derivados.

Silva (2008) avaliou a qualidade microbiológica do leite cru refrigerado em dois laticínios do Sudoeste goiano. Durante as 72 horas de estocagem, houve um aumento significativo do crescimento de psicotróficos, alcançando resultados de $7,8 \times 10^6$ UFC/mL e $11,7 \times 10^7$ UFC/mL para o leite dos laticínios A e B, respectivamente. O autor atribuiu estes números à manutenção do leite cru refrigerado em temperaturas baixas, favorecendo o crescimento deste microorganismo.

2.5 Sistema de Pagamento por qualidade do leite aos produtores

A indústria cada vez mais tem exigido do produtor um leite de melhor qualidade, na tentativa de tornar-se mais competitiva, devido à globalização de mercados e em função da grande e variada oferta de produtos lácteos importados, induzindo o consumidor brasileiro a tornar-se mais exigente em relação à qualidade dos produtos oferecidos dentro do país (Ribeiro et al., 2000).

Pinheiro (2009) ressalta que a busca por produtos de melhor qualidade começa pela matéria-prima, visto que a qualidade dos produtos que as indústrias vão comercializar depende necessariamente da qualidade do leite que será fornecido pelos produtores. Além de influenciar na qualidade do produto final, a matéria-prima leite influencia também no rendimento das plantas industriais.

Os principais elementos que definem a qualidade do leite são os sólidos totais (gordura, proteína e lactose); as células somáticas (macrófagos, linfócitos, neutrófilos e células epiteliais); a contagem bacteriana; a adulteração por água e os resíduos de antibióticos (Monardes, 1998).

As indústrias geralmente trabalham mais com os requisitos gordura, proteína, CCS e CBT para repassarem as bonificações ao produtor. Os valores estabelecidos em centavos/litro de leite captado variam de acordo com tabela estabelecida por cada empresa, onde os valores variam de descontos, caso o leite esteja com qualidade insatisfatória, porém ainda aceitável; neutro, quando apresenta qualidade de acordo com os parâmetros e bonificações quando os valores dos índices de qualidade superam em relação às normas estabelecidas pela legislação.

Quanto maior for a concentração de sólidos no leite, maior será o rendimento dos derivados lácteos (com exceção dos leite fluidos). Leite com alta contagem de células somáticas (CCS) afeta negativamente a produção de leite em pó, manteiga e leite UHT, reduzindo a vida de prateleira, e produzindo sabores indesejáveis (Souza et al., 2004).

Paiva et al. (2012) analisaram a evolução anual da qualidade de leite cru refrigerado através de um levantamento do banco de dados das análises individuais de leite dos tanques refrigeradores, feitas mensalmente entre 2002 e 2008 em uma indústria de Minas

Gerais. Considerando a IN 51/2002 (Brasil, 2002) para o período analisado, a contagem bacteriana total aumentou de 74,3% em 2002 para 85,8% em 2008. Considerando-se a IN 51 para o ano de 2011, esses valores seriam de 30,5% e 46,6%, respectivamente. O volume de leite em conformidade com a IN 51 para contagem de células somáticas reduziu-se de 93,5% em 2002 para 90,1% em 2008. Para o ano de 2011, esses valores seriam de 64,9 e 60,5%, respectivamente. Em relação à composição sólida do leite, o volume de leite em conformidade com a IN 51 para os teores de gordura, de proteína e de extrato seco desengordurado foi de 95,2%, 98,2% e 89,6%, respectivamente. Os autores ressaltaram que em vista dos padrões legais para 2011, deveriam ser revistos os componentes do sistema de pagamento por qualidade para a CBT, além de ações de extensão para aumentar o nível de conhecimento e conscientização do produtor de leite.

Desta forma, o pagamento pela qualidade é importante para que o produtor busque informações e orientação técnica para melhorar a qualidade do leite produzido em sua propriedade. Além disso, é uma forma justa de bonificar àqueles que se preocupam com a qualidade e investem em melhorias. (Pinheiro, 2009).

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar a qualidade do leite submetido a diferentes tipos de coletas e condições de transporte da fazenda até a indústria.

3.1 Específicos

Avaliar o impacto econômico da qualidade, da logística e de diferentes tipos de coleta (caminhão) de leite cru sobre a qualidade do

leite coletado em propriedades rurais e recebido pela indústria.

Avaliar o efeito da mistura de leite com qualidade variável sobre o leite dos caminhões de coleta a granel (tradicional e modificado) e correlacionar o valor pago pela indústria com o que ela está captando de fato.

Correlacionar o impacto do tipo de caminhão utilizado na coleta sobre a qualidade do leite recebido pela indústria de laticínio.

Monitorar as condições de higiene dos caminhões utilizados no transporte de leite em ambos os tipos de coleta.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta de amostras

No período de Março a Maio de 2012, amostras de leite cru foram coletadas de propriedades que fornecem para uma indústria de Minas Gerais. Duzentas e cinquenta e quatro amostras de leite do tanque dos produtores e 35 dos caminhões isotérmicos foram coletadas seguindo a rotina normal da indústria e da empresa de logística responsável pela coleta e transporte do leite.

4.2 Definição das rotas e dos caminhões

Para coleta das amostras, primeiramente foram estabelecidas rotas nas quais seriam feitas as coletas do leite dos caminhões. Estas foram escolhidas ao acaso, constituindo-se de 15 rotas que utilizam caminhões com o sistema tradicional de coleta (**bombas a rotor**) e 20 rotas com sistema modificado (**bombas a vácuo**). Não foi possível estabelecer um número fixo de produtores por rota de coleta, uma vez que

foram utilizadas, no experimento, as mesmas rotas estabelecidas pela empresa de logística para coletar o leite da indústria.

Após a definição das rotas, foi feito um contato prévio com os transportadores responsáveis pelas rotas escolhidas e também um treinamento sobre a coleta e o acondicionamento das amostras para o experimento. Os frascos previamente identificados com a numeração correspondente à rota eram entregues ao transportador no ato da saída para realização da rota. Os mesmos eram recolhidos após a chegada do transportador na indústria.

4.3 Etapas de coleta

As amostras foram coletadas em duas etapas. A primeira etapa, denominada como “F” (fazenda), consistiu na coleta da amostra de leite a partir do tanque refrigerador, na fazenda. O transportador procedia a coleta da amostra, primeiramente fazendo a homogeneização no tanque do caminhão e retirando três alíquotas deste leite. As alíquotas eram destinadas da seguinte forma: a primeira para análises de composição química e contagem de células somáticas (frasco de tampa branca), adicionadas de conservante bronopol e mantidas sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) por um período máximo de três dias; o segundo destinado a para contagem bacteriana total, adicionados de conservante azidiol e também mantidos sob refrigeração por um período máximo de três dias (frasco de tampa azul); e o terceiro tubo estéril e sem conservante, destinado para as análises microbiológicas (mesófilos e psicrotóxicos) feitas no mesmo dia, na própria indústria.

Todas as amostras coletadas foram transportadas em caixas isotérmicas com gelo reciclável e levadas até a indústria, onde foi realizada a segunda etapa de coleta. Nesta etapa, o leite era coletado na plataforma de recepção, após nova

homogeneização e armazenamento nos mesmos tipos de frascos da primeira etapa, denominando-a de “T” (indústria). Os frascos com conservante eram armazenados em geladeiras, previamente identificados e encaminhados para o Laboratório de Análise da Qualidade do Leite da Escola de Veterinária da UFMG (LabUFMG). As amostras sem conservante eram levadas imediatamente para o Laboratório de Qualidade da Indústria, onde eram prontamente submetidas às análises microbiológicas.

4.4 Análises realizadas

As análises eletrônicas foram feitas no Laboratório de Análise da Qualidade do Leite da Escola de Veterinária da UFMG (LabUFMG). Como dito anteriormente, de cada amostra foi retirada uma alíquota para análise de contagem bacteriana total (CBT) pelo princípio de citometria de fluxo em equipamento eletrônico BactoCount IBC da Bentley Instruments Incorporated®, Chaska, EUA (Bentley..., 2002) e outra para análise de composição (teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado) segundo IDF (1995) e para a contagem de células somáticas (CCS) pelo princípio de citometria de fluxo (IDF, 2000) em equipamento eletrônico CombiScope FTIR 400® (Delta Instruments, Drachten, Holanda, 2008).

Dentre as análises microbiológicas, foram feitas contagens de microorganismos psicrotróficos e de mesófilos aeróbios, utilizando-se o meio 3M™ Petrifilm. As amostras de leite foram homogeneizadas e submetidas a diluições decimais seriadas de 10^{-1} a 10^{-5} , semeadas em meio 3M™ Petrifilm e incubadas posteriormente a 32°C/48 horas para mesófilos (Marshall, 1992) e a 7°C/10 dias para psicrotróficos aeróbios, seguindo-se rigorosamente os procedimentos analíticos descritos nas

Normas da Associação Americana de Saúde Pública (APHA, 1992).

Foi feito também o monitoramento da higiene dos caminhões através de *swabs* de superfície. Após a chegada dos caminhões na indústria e feito o descarregamento, estes eram encaminhados para limpeza pelo método CIP (“*clean in place*”). Após a limpeza, foram coletadas amostras da parte interna do tanque isotérmico e da saída do mangote através de 3M™ – *swab sampler* de 50 cm² com caldo de água peptonada tamponada. Os *swabs* foram submetidos a análises microbiológicas por métodos como 3M™ Petrifilm™ para contagem total de mesófilos aeróbios, submetidos a diluições decimais seriadas e incubadas posteriormente a 32°C/48 horas. Foram utilizados também meios 3M™ Petrifilm™ para enumeração de coliformes totais, sendo submetidos também a diluições e incubados a 30°C/48 horas, conforme recomendações do fabricante (Marshall, 1992).

Além do método convencional feito através de *swabs*, o monitoramento da higiene dos caminhões também foi realizado através de métodos rápidos. A eficiência do processo de higienização foi avaliada utilizando-se *swabs* 3M™ Clean-Trace™ Surface-ATP UXL100 pela detecção de moléculas de ATP (trifosfato de adenosina) na superfície interna do tanque isotérmico e no encaixe do mangote. Os resultados deste teste foram medidos pelo 3M Clean-Trace NG Luminômetro e apresentados em unidades relativas de luz (RLU) que fornecem uma estimativa da quantidade de material biológico presente na amostra.

4.5 Simulação de pagamento por qualidade

Os resultados da Contagem Bacteriana Total (CBT), das amostras do leite individual (produtores) e do leite de conjunto (caminhões) foram utilizados para compor a simulação de custos de pagamento por

qualidade, utilizando os valores de bonificação e desconto praticados pela indústria, nos meses de março e abril de 2012. O modelo matemático utilizado contemplou o efeito ponderado da qualidade do leite individual com a qualidade encontrada no leite de conjunto (caminhão) nos dois tipos de bombas utilizados, tradicional (rotor) e modificado (vácuo). Esses dados de qualidade foram transformados em valores pagos pela indústria para avaliação econômica do que a indústria está captando de fato, em termos de qualidade do leite.

4.6 Análises Estatísticas

4.7.1 Análise de Variância

Para avaliação da qualidade do leite dos produtores (leite individual), foram feitas comparações entre as médias obtidas de todos os produtores para os valores de contagem bacteriana total, contagem de células somáticas, gordura e proteína entre os dois tipos de coleta (a rotor e a vácuo). Variáveis que não apresentaram distribuição normal, como as contagens bacterianas e contagem de células somáticas, foram transformadas em $\log(\text{UFC/mL} + 1)$. Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva e à análise pelo Teste de Fisher e ao Teste U de Mann-Whitney ($P \leq 0,05$), segundo Sampaio (2007).

Para os resultados obtidos do leite proveniente do caminhão (leite de conjunto) foram feitas comparações entre médias dos resultados das amostras obtidas na fazenda (F) e coletadas na chegada do leite na indústria (I), para cada variável e em cada tipo de caminhão (a rotor e a vácuo). Os testes utilizados para comparação entre as médias foram os Teste de Fisher e de Wilcoxon ($P \leq 0,05$), segundo Sampaio (2007).

Foram feitas comparações entre a qualidade do leite individual (fazenda) e a qualidade do leite de conjunto (fazenda e indústria) em relação à contagem bacteriana total (CBT) e contagem de células somáticas (CCS). Para a análise, primeiramente foi feito cálculo matemático da média ponderada, em cada rota, dos valores de CCS e de CBT individuais dos produtores pelo volume captado pelo mesmo e esta calculada em relação ao volume total da rota, obtendo-se um valor denominado de CBT esperada na fazenda e CCS esperada na fazenda. Os valores obtidos pelo cálculo foram comparados aos valores de CBT e CCS na fazenda (F) e indústria (I) nos dois tipos de coleta. Os testes utilizados para comparação entre as médias foi o Teste de Fisher ($P \leq 0,05$).

Todas as análises foram feitas através do programa estatístico Biostat 5.0 (AnalystSoft, 2009).

4.7.2 Análise de Componentes Principais

Todas as 25 variáveis observadas no experimento foram analisadas de forma conjunta através do método denominado de análise multivariada de componentes principais. Este tipo de análise foi escolhido, pois de acordo com Sampaio (1993), ela é utilizada quando os agentes causativos (sob controle ou não) e suas consequentes respostas são medidos de forma quantitativa, tendo aplicabilidade mais efetiva quando mais afastado for o plano experimental de um balanceamento fatorial (quando não houver critérios definidos e completos em relação ao delineamento experimental) e quanto maior o número de respostas medidas e observações realizadas.

São utilizadas como ferramentas de interpretação imagens gráficas que permitem a partir da posição de cada variável e a distância euclidiana (distância entre os pontos no gráfico) entre as variáveis, notar o

comportamento delas em relação às demais avaliadas, preferencialmente em um ponto de inércia de 70% (Sampaio, 1993; Varella, 2008). Este ponto de inércia é calculado pelo programa estatístico e corresponde à variância acumulada pelos eixos formados através das variáveis analisadas.

As 25 variáveis foram agrupadas em três tipos de correlações, de acordo com as suas características e analisadas separadamente, a fim de se comparar o comportamento das mesmas em cada tipo de caminhão.

O gráfico das observações foi feito a partir da utilização dos eixos, dois a dois. Pode ser utilizado $F_1 \times F_2$ ou $F_1 \times F_3$. Para este estudo utilizaram-se os eixos F_1 e F_2 . As coordenadas das variáveis com os eixos formam os coeficientes de correlação. O programa estatístico utilizado para execução das análises foi o STATA 12.0 (StataCorp., CollegeStation, Texas, USA).

Para interpretação do gráfico, foi feita a observação da localização de cada variável em estudo dentro dos quadrantes e a distância euclidiana entre duas variáveis tomadas duas a duas. Em cada eixo, as correlações mais próximas do valor 1 são identificadas como

as variáveis mais importantes daquele eixo analisado. Variáveis situadas em quadrantes opostos pela origem são inversamente proporcionais e com associação negativa, quanto maior for a distância entre elas. Variáveis situadas em um mesmo quadrante são diretamente proporcionais e com associação positiva, quanto menor a distância entre elas. Variáveis situadas em quadrantes diferentes, porém do mesmo lado, são diretamente proporcionais, embora a associação seja considerada fraca neste caso, e quanto mais distante, mais fraca é a associação (Sampaio, 1993).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Qualidade do Leite dos tanques de expansão de acordo com a IN 62/2011

Os resultados obtidos foram comparados com os padrões estabelecidos pela IN 62 (Brasil, 2011). A Tabela 1 mostra o padrão de qualidade do leite captado pelos diferentes tipos de coleta em relação à contagem bacteriana total.

Tabela 1. Valores médios de volume de leite captado por caminhão com rotor e bomba a vácuo e contagem bacteriana total (CBT) de acordo com os padrões legais da IN 62/2011

| Bomba | Volume captado (L) | Contagem Bacteriana Total (CBT) | | | | | | | |
|--------------|--------------------|---------------------------------|---------------|--------------|--------------------|--------------------------|---------------|-------------|------------------|
| | | ≤ 600.000 UFC/mL | | | | > 600.000 UFC/mL | | | |
| | | Média CBT (log UFC+1/mL) | Nº Produtores | (%) | Volume captado (L) | Média CBT (log UFC+1/mL) | Nº Produtores | (%) | Total produtores |
| Rotor | 101.547 | 4,26 ^a | 61 | 95,32 | 1.118 | 6,68 ^a | 3 | 4,69 | 64 |
| Vácuo | 143.951 | 4,43 ^a | 170 | 89,47 | 10.310 | 6,32 ^a | 20 | 10,5 | 190 |
| Total | 245.598 | | 231 | 90,95 | 11.428 | | 23 | 9,05 | 254 |

^a Valores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa ($P \leq 0,05$), segundo o Teste U de Mann-Whitney

Verifica-se que, proporcionalmente, um percentual maior de produtores (10,5%) apresentou CBT em níveis acima do

permitido nos caminhões com bomba á vácuo, comparados aos produtores do sistema tradicional a rotor (4,69%). No

entanto, os valores médios da CBT do leite de todos os produtores que compõe cada tipo de caminhão não diferiram significativamente ($P \leq 0,05$). Do total de produtores 90, 95% do leite encontra-se dentro dos parâmetros da IN 62 (Brasil, 2011).

Um número menor de amostras em conformidade foram encontradas por Alfonzo et al. (2012), que avaliaram a qualidade do leite cru de 24 propriedades localizadas na região oeste do Paraná. Realizaram-se três coletas para análise de mesófilos aeróbios, coliformes totais e coliformes termo-tolerantes. Das amostras analisadas, 83,33% atenderam a contagem bacteriana estabelecida pela IN 62 (Brasil, 2011).

Brito et al. (2004) avaliaram a amostras de leite de 22 tanques coletivos pertencentes a 14 Associações de produtores de sete municípios da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais durante o período de 16 meses. De acordo com os padrões vigentes da IN 51 (Brasil, 2002), apenas 20% das amostras apresentaram-se conformes com a legislação, sendo que 80% apresentaram valores acima de 1.000.000 UFC/mL.

Behmer (1999) cita a carga microbiana do leite como uma variável dependente de

carga inicial e da taxa de multiplicação dos microorganismos. A carga bacteriana inicial é definida pelo autor como a concentração de microorganismos existentes no leite armazenado no tanque resfriador, imediatamente após o término da ordenha, e dependente basicamente dos seguintes fatores: a contaminação microbiana do leite proveniente da própria glândula mamária, a higiene da ordenha, como a limpeza e a desinfecção da superfície dos tetos e as condições de limpeza dos utensílios e equipamentos de ordenha além da qualidade da água utilizada na lavagem dos tetos durante a ordenha, além também da higienização e desinfecção do sistema de ordenha.

Em relação aos produtores que estão de acordo com a IN 62 (Brasil, 2011), a contagem de células somáticas apresentou diferença significativa entre os dois caminhões (Tabela 2). O leite dos produtores que compuseram as rotas do caminhão a rotor apresentaram contagens maiores ($P \leq 0,05$). Em relação às contagens fora do padrão estabelecido, não houve diferenças significativas entre eles ($P > 0,05$). Observa-se na totalidade das amostras dos produtores que 66,9% estão dentro dos padrões da IN 62.

Tabela 2. Valores médios de volume de leite captado por caminhão com rotor e bomba à vácuo e contagem de células somáticas (CCS) em conformidade com os padrões legais da IN 62/ 2011

| Bomba | Contagem de Células Somáticas (CCS) | | | | | | | | Total produtores |
|--------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------|-------------|---------------------|---------------------------|---------------|-------------|------------------|
| | ≤ 600.000 cels/mL | | | | > 600.000 cels/mL | | | | |
| | Volume captado (L) | Média CCS (log cels+1/mL) | Nº Produtores | (%) | Volume captado (L) | Média CCS (log cels+1/mL) | Nº Produtores | (%) | |
| Rotor | 77.657 | 5,44 ^a | 41 | 64,06 | 25,008 | 6,04 ^a | 23 | 35,94 | 64 |
| Vácuo | 96.983 | 5,37 ^b | 129 | 67,9 | 57,728 | 6,02 ^a | 61 | 32,1 | 190 |
| Total | 174.640 | | 170 | 66,9 | 82,736 | | 84 | 33,1 | 254 |

^a Valores seguidos de letras minúsculas distintas na coluna indicam diferença estatisticamente significativa ($P \leq 0,05$), segundo o Teste U de Mann-Whitney

Um maior número de amostras dentro do padrão estabelecido foi encontrado por Ferreira et al. (2012). Eles verificaram a qualidade do leite de propriedades do município de São Jorge D' Oeste, o qual está adotando um sistema de pagamento por qualidade. Das amostras analisadas para CCS, 83% estavam dentro dos padrões estabelecidos pela IN 62 (Brasil, 2011) e a média das amostras analisadas foi de 492.620 céls/mL.

Em outro trabalho, foram analisadas 163 amostras de leite cru refrigerado do município de Saporerna (Norte do Paraná) para contagem de células somáticas e contagem bacteriana total. Para CCS, nove (5,52%) apresentaram contagens maiores que 750.000 céls/mL, limite máximo estabelecido pela IN 51 (Brasil, 2002) até o ano de 2010, sendo que a média das outras 154 amostras que estavam de acordo com a legislação foi de 255.494 céls /mL, inferior ao máximo permitido a partir de 2011, que é 400.000 céls/mL (Beloti et al., 2011).

Uma das causas do aumento da CCS no leite é a alta incidência de mastite no rebanho. A CCS é considerada um dos principais parâmetros utilizados para avaliação da qualidade do leite, devido à diminuição das concentrações dos seus componentes e alteração nas características sensoriais dos derivados lácteos (Santos, 2010). De acordo com Santos et al. (2006), o leite com alta CCS apresenta maior taxa de proteólise

durante o período de armazenamento que o leite de baixa CCS.

Altas contagens de células somáticas em leite cru podem influenciar de forma negativa a vida de prateleira de produtos lácteos. Barbano et al. (2006) realizaram um estudo sobre a influência da qualidade do leite cru com elevada contagem de células somáticas sobre a vida de prateleira do leite pasteurizado e concluíram que quando se têm uma contagem bacteriana total do tanque menor que 25.000 UFC/mL, a contagem de células somáticas era considerada o principal fator determinante na vida de prateleira do produto pelo aparecimento de sabores indesejáveis proveniente do aumento dos níveis de proteases e lipases termoestáveis no leite.

No leite de vacas com mastite, onde se observa maiores contagens de células somáticas, há um aumento de enzimas proteolíticas, especialmente, a plasmina e seu precursor inativo, o plasminogênio. Além dessas, outras enzimas originadas das células somáticas e dos leucócitos contribuem para a atividade proteolítica no leite (Coelho et al., 2012).

Quanto ao teor de gordura do leite, as amostras dos tanques dos produtores mostraram resultados satisfatórios, com um percentual baixo de amostras não conformes (Tabela 3). O teor médio de gordura foi igual no leite captado pelo caminhão com rotor e bomba a vácuo ($P > 0,05$).

Tabela 3. Valores médios de volume de leite captado por caminhão com rotor e bomba à vácuo e Teor de Gordura (%) em conformidade com os padrões legais da IN N° 62/ 2011

| | Gordura | | | | | | | | |
|--------------|--------------------|-------------------|---------------|-------------|--------------------|-------------------|---------------|--------------|------------------|
| | ≤ 3,00% | | | | >3,00% | | | | Total produtores |
| Bomba | Volume captado (L) | Média Gordura (%) | Nº Produtores | (%) | Volume captado (L) | Média Gordura (%) | Nº Produtores | (%) | |
| Rotor | 3.319 | 2,75 ^a | 2 | 3,1 | 99.346 | 3,72 ^a | 62 | 96,9 | 64 |
| Vácuo | 4.931 | 2,57 ^a | 12 | 6,32 | 149.330 | 3,61 ^a | 178 | 93,68 | 190 |
| Total | 8.250 | | 14 | 5,51 | 248.676 | | 240 | 94,49 | 254 |

^aValores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa ($P \leq 0,05$), segundo o Teste F

As médias observadas nas amostras foram semelhantes às citadas por outros autores. Santos (2010) analisou o leite de 22 tanques de expansão e todas as amostras encontravam-se de acordo com a legislação. Os valores médios de gordura foram de 3,92% para tanques individuais e de 3,96% para os coletivos. Brasil et al. (2012) analisaram 45 amostras de leite estocado em tanques isotérmicos e observaram teores de gordura de 3,53% e 3,45%, respectivamente.

Martins et al. (2006) constataram média de teor de gordura variando de 3,22 a 3,45% em leite coletado de tanques.

Os valores de proteína encontrados nas amostras de leite dos produtores também apresentaram quase todas as amostras dentro dos padrões da legislação (99,21%). Apenas duas amostras do caminhão a vácuo apresentaram valores menores do que 2,9% (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de volume de leite captado por caminhão com rotor e bomba à vácuo e teor de Proteína (%) em conformidade com os padrões legais da IN 62/ 2011

| Bomba | Proteína | | | | | | | | |
|--------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------|--------------|------------------|
| | ≤ 2,90% | | | | >2,90% | | | | Total produtores |
| | Volume captado (L) | Média Proteína (%) | Nº Produtores | (%) | Volume captado (L) | Média Proteína (%) | Nº Produtores | (%) | |
| Rotor | 0 | - | 0 | 0 | 102.665 | 3,24 ^a | 64 | 100 | 64 |
| Vácuo | 980 | 2,86 | 2 | 1,06 | 153.281 | 3,28 ^a | 188 | 98,94 | 190 |
| Total | 980 | | 2 | 0,79 | 255.946 | | 252 | 99,21 | 254 |

^aValores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa (P ≤ 0,05), segundo o Teste F

Brasil et al. (2012) encontraram valores um pouco maiores, sendo 3,34% para o leite coletado nos tanques e 3,35% para os silos industriais. Já Silva et al. (2009) observaram 3,27% de proteína em leite de tanque e 3,20% em silos industriais do sudoeste goiano, valores semelhantes aos encontrados no experimento. Ribeiro Neto et al. (2012) analisaram 116.989 amostras de leite de tanques coletados por indústrias com cadastro no Serviço de Inspeção Federal na Região Nordeste e observaram média de 3,2% de proteína entre as amostras.

Brasil et al. (2012) ressaltam a importância da proteína no leite, pois ela é um

componente que está diretamente relacionado ao rendimento industrial dos queijos e derivados lácteos. Destaca-se ainda que este parâmetro é utilizado para o pagamento do leite por qualidade.

5.2 Qualidade do leite do tanque dos produtores em relação ao tipo de coleta

A Tabela 5 mostra os parâmetros de qualidade do leite dos produtores em relação ao tipo de coleta utilizado e as faixas de temperatura em que o leite foi captado na fazenda.

Tabela 5. Valores médios do volume de leite captado por produtor (VOL), da contagem bacteriana total (CBT), da contagem de células somáticas (CCS), da proteína (PTN) e da gordura (GOR) do leite dos produtores em relação ao tipo de coleta e em temperaturas menores que 4,0° C e entre 4,0 e 7,0°C

| Bomba | Temperatura | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| | ≤ 4,0° C | | | | | | 4,0 - 7,0 °C | | | | | |
| | VOL (L) | Nº Produtores (%) | CBT (log UFC+1/mL) | CCS (log cels+1/mL) | PTN (%) | GOR (%) | VOL (L) | Nº Produtores (%) | CBT (log UFC+1/mL) | CCS (log cels+1/mL) | PTN (%) | GOR (%) |
| Rotor | 1.356,03 | 30 (46,87) | 4,35 ^c | 5,61 ^a | 3,24 ^a | 3,73 ^a | 1.823,05 | 34 (53,13) | 4,39 ^c | 5,7 ^a | 3,26 ^a | 3,72 ^a |
| Vácuo | 770,37 | 112 (58,42) | 4,71 ^d | 5,61 ^a | 3,28 ^a | 3,61 ^a | 870,25 | 78 (41,58) | 4,52 ^c | 5,5 ^b | 3,3 ^a | 3,62 ^a |

^a Valores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa ($P \leq 0,05$), segundo o Teste F

A Tabela 5 mostra que a qualidade do leite dos produtores apresentou diferenças nas faixas de temperatura analisadas. O leite captado em temperaturas mais baixas ($< 4^{\circ}\text{C}$) apresentou contagem bacteriana total (CBT) mais elevada entre os produtores que compuseram o leite dos caminhões a vácuo ($P \leq 0,05$). Os outros parâmetros analisados como contagem de células somáticas (CCS), proteína e gordura não apresentaram diferenças significativas entre o leite dos produtores que compuseram os dois tipos de coleta ($P > 0,05$).

Na faixa de temperatura entre 4,0 e 7,0°C, não foram observadas diferenças significativas quanto à CBT do leite dos produtores dos dois tipos de coleta ($P > 0,05$). Gordura e proteína também não diferiram significativamente ($P > 0,05$). Quanto à CCS, o leite dos produtores dos caminhões a rotor apresentou contagens mais elevadas comparado aos produtores em que o leite foi coletado por bombas a vácuo.

Leite com contagem bacteriana total mais elevada já na fazenda contribui para que este, ao chegar à indústria, apresente contagens ainda mais elevadas, influenciadas pelo tempo de transporte e possíveis aumentos de temperatura do leite. Para Cerqueira et al. (1999), a manutenção da qualidade do leite depende das condições adequadas de

armazenamento na propriedade e de seu transporte até na indústria.

Conforme Arcuri et al. (2008), a temperatura e o período de armazenamento do leite determinam a intensidade de desenvolvimento das diversas espécies contaminantes. A manutenção do leite em baixas temperaturas nos tanques, associadas a boas práticas higiênicas pode reduzir ou até inibir a multiplicação da maioria das bactérias e, conseqüentemente, diminuir a atividade de enzimas de degradação. No entanto, pode também ser seletiva para espécies de psicotróficos, que constituem o grupo de maior potencial de deteriorantes para o leite e derivados estocados sob refrigeração por períodos prolongados (Oliveira et al., 2012).

Santos (2010) avaliou o crescimento de microrganismos psicotróficos no leite cru refrigerado proveniente de tanques da região de Curvelo, Minas Gerais, em temperaturas de 4, 7 e 10°C. O crescimento de psicotróficos no leite cru refrigerado foi mais lento a 4°C ($P \leq 0,05$) e não houve diferença significativa no crescimento deste microrganismo nas temperaturas de 7 e 10°C ($P > 0,05$).

A interação do binômio tempo-temperatura reflete-se diretamente no comportamento esperado da microbiota psicotrófica. Isidoro (2008) coletou 30 amostras de leite e cada

uma delas foi incubada em três diferentes temperaturas: 4°C, 8°C, 12°C sendo que e as análises foram executadas em diferentes momentos (0h, 12h, 24h, 48h). A contagem de microrganismos psicotróficos foi maior no leite incubado a 12°C em relação ao leite incubado a 8°C, que por sua vez, foi maior do que aquele incubado a 4°C. O tempo de estocagem favoreceu a um maior contagem de psicotróficas, obtendo-se em 48 horas de incubação um número maior de bactérias adaptadas às condições de resfriamento, do que, por exemplo, em 24 horas ou 12 horas de estocagem.

5.3 Características das rotas de transporte de leite

Foram analisadas 35 rotas de transporte de leite no total, sendo 15 pelo caminhão que utiliza o método tradicional de sucção, chamado de bomba a rotor e 20, pelo método denominado modificado, com bombas a vácuo. A Tabela 6 mostra o perfil da logística dos dois tipos caminhões (bomba a rotor e a vácuo), destacando fatores como número de produtores por rota, volume total de leite captado, distância percorrida e tempo gasto para a execução da rota.

Tabela 6. Número de produtores, volume de leite total captado e valores médios de produtores por rota, volume de leite captado, distância percorrida e tempo gasto nas rotas dos caminhões a rotor e a vácuo (valores mínimos e máximos)

| Tipo de bomba | Nº Rotas | Nº Produtores | Média produtores/Rota (Mín-Máx) | Volume total leite captado (L) | Volume médio captado/ Rota (L) (Mín-Máx) | Distância Média percorrida/ Rota (Km) (Mín-Máx) | Tempo médio gasto/ Rota (Minutos) (Mín-Máx) |
|---------------|-----------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|--|---|---|
| Rotor | 15 | 64 | 4,26 ^a (3-8) | 102.665 | 6.844,33 (4.719-8.527) | 79,34 ^a (11,0-259,10) | 204,8 ^a (60,00-491,00) |
| Vácuo | 20 | 190 | 9,5 ^b (2-31) | 154.261 | 7.713,05 (2.711-11.852) | 120,53 ^b (1,60-289,60) | 417,10 ^b (25,00-852,00) |
| TOTAL | 35 | 254 | | 256.926 | | | |

^aValores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa ($P \leq 0,05$), segundo o teste F

^cValores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa ($P \leq 0,05$), segundo o Teste U de Mann-Whitney

Os perfis das rotas analisadas no experimento apresentaram diferenças significativas quanto ao número de produtores por rota, distância percorrida pelas rotas e tempo gasto para o percurso ($P \leq 0,05$). Nos caminhões que utilizaram bombas a vácuo, as rotas eram compostas de percursos mais longos e, conseqüentemente, o tempo gasto para execução foi bem maior nestes caminhões quando comparados aos caminhões com o método tradicional de coleta de leite (rotor). Além disso, pode ser observado que o número de produtores por

rota foi, em média, bem superior no caminhão a vácuo em relação ao caminhão a rotor.

Este perfil diferenciado das rotas feitas pelos dois tipos de caminhões mostra uma preocupação da empresa de logística, juntamente com a indústria, de se utilizar os caminhões com bombas a vácuo em rotas com um número maior de propriedades para captação do leite, portanto, com distâncias maiores. As bombas a vácuo têm uma velocidade de captação do leite superior

quando comparado ao sistema tradicional feito a rotor, o que leva a indústria a utilizá-lo em rotas que possuem maior número de produtores para realização da coleta. Neste sistema, o tempo gasto em cada propriedade individualmente para a coleta de leite é menor, mas o tempo total gasto na rota torna-se maior, devido ao maior número de produtores a percorrer.

Consegue-se então atingir o objetivo da economia de escala durante o transporte, ou seja, agregam-se mais produtores em uma única rota, diminuindo custos logísticos. De acordo com Martins et al. (2004) a racionalização da coleta de leite proporciona o melhor gerenciamento das variáveis mais relevantes do custo de captação, que são o volume de leite coletado e a quilometragem percorrida na coleta, formando o indicador da densidade (litros de leite por km), e o número de veículos apropriados às condições da coleta.

Correia et al. (2012) estimaram os custos de coleta do leite cru a partir do estudo em sete indústrias de laticínios localizadas na Zona da Mata mineira e concluíram que, além da otimização das linhas de coleta e do aumento da capacidade de transporte, o armazenamento nos tanques dentro das propriedades geram reduções significativas no custo total de transporte.

Outro fator ainda a ser considerado são as condições em que se encontram as estradas. Bazet Filho et al. (2011) fizeram um estudo exploratório e descritivo, investigaram o processo de captação do leite e identificaram as possíveis deficiências e suas influências na logística de transporte do leite a granel em uma indústria. Foi verificado que as condições irregulares das rodovias e estradas vicinais comprometem a atividade de transporte, e causam prejuízos, reduzindo a eficiência e a eficácia do processo de transporte, causando prejuízos à indústria.

5.4 Qualidade do leite do caminhão (leite de conjunto) de acordo com o tipo de coleta

Para avaliar o perfil da qualidade do leite transportado, as rotas dos dois tipos de caminhões foram separadas em dois grupos, de acordo com a distância percorrida. A tabela 7 mostra o perfil microbiológico (contagem bacteriana total, contagem de mesófilos e de psicotróficos aeróbios), contagem de células somáticas, gordura, proteína, extrato seco desengordurado, sólidos totais e lactose das amostras coletadas dos caminhões na fazenda (F) e após o caminhão chegar à indústria (I).

Tabela 7. Valores médios de contagem bacteriana total (CBT), contagem de células somáticas (CCS), contagem de aeróbios mesófilos, contagem de psicotróficos, gordura, proteína, lactose, extrato seco desengordurado e sólidos totais do leite coletado nos dois tipos de caminhão (a rotor e a vácuo) em dois momentos (fazenda e indústria) e de acordo com a distância percorrida na rota

| Distância Percorrida (Km) | Tipo de coleta | Nº Rotas (%) | Contagem Bacteriana Total (logUFC+1/mL) | | Contagem de aeróbios mesófilos (log UFC+1/mL) | | Contagem de psicotróficos (logUFC+1/mL) | | Contagem Células Somáticas (log cels+1/mL) | | Gordura (%) | | Proteína (%) | | Lactose (%) | | Extrato Seco Desengordurado (%) | | Sólidos Totais (%) | |
|---------------------------|----------------|--------------|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | | F | I | F | I | F | I | F | I | F | I | F | I | F | I | F | I | F | I |
| ≤ 100 | Rotor | 13 | 4,7 ^c | 4,97 ^c | 5,36 ^c | 5,43 ^c | 4,76 ^c | 4,56 ^c | 5,77 ^a | 5,79 ^a | 3,85 ^a | 3,69 ^a | 3,25 ^a | 3,25 ^a | 4,51 ^a | 4,49 ^a | 8,59 ^a | 8,58 ^a | 12,32 ^a | 12,33 ^a |
| | Vácuo | 8 | 4,49 ^c | 4,82 ^c | 4,98 ^c | 4,7 ^c | 4,49 ^c | 4,42 ^c | 5,59 ^a | 5,61 ^a | 3,71 ^a | 3,72 ^a | 3,22 ^a | 3,24 ^a | 4,46 ^a | 4,43 ^a | 8,55 ^a | 8,55 ^a | 12,23 ^a | 12,28 ^a |
| > 100 | Rotor | 2 | 4,71 ^c | 4,57 ^c | 6,31 ^c | 6,35 ^c | 5,28 ^c | 4,48 ^c | 5,65 ^a | 5,66 ^a | 3,69 ^a | 3,67 ^a | 3,2 ^a | 3,18 ^a | 4,52 ^a | 4,48 ^a | 8,53 ^a | 8,5 ^a | 12,25 ^a | 12,27 ^a |
| | Vácuo | 12 | 5,14 ^c | 5,24 ^c | 5,41 ^c | 5,62 ^c | 5,27 ^c | 4,64 ^c | 5,67 ^a | 5,68 ^a | 3,62 ^a | 3,56 ^a | 3,24 ^a | 4,49 ^a | 4,49 ^a | 4,47 ^a | 8,58 ^a | 8,56 ^a | 12,2 ^a | 12,13 ^a |

^a Valores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma linha e em cada tipo de variável indicam diferença estatisticamente significativa ($P \leq 0,05$), segundo o Teste F

^c Valores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma linha e em cada tipo de variável indicam diferença estatisticamente significativa ($P \leq 0,05$), segundo o Teste Wilcoxon

Legenda: F: Leite coletado do caminhão na Fazenda; I: leite coletado do caminhão na Indústria

Pode-se observar que todos os parâmetros analisados para o leite coletado do caminhão não apresentaram diferenças médias significativas ($P>0,05$). Tais resultados podem ter sido influenciados por fatores experimentais que não puderam ser controlados ou padronizados experimentalmente como as distâncias percorridas pelos dois tipos de caminhões, tempo gasto para o percurso e a própria qualidade do leite coletado em ambas as rotas.

A Tabela 6 mostra que o caminhão a vácuo percorreu distâncias mais longas e obteve tempos de percurso também maiores, comparados ao caminhão a rotor. Confrontando estes resultados com a Tabela 7, pode-se dizer que o caminhão a vácuo conseguiu manter parâmetros de qualidade, mesmo percorrendo rotas mais longas e demandando tempo maior para chegar até a indústria.

Os mesmos resultados foram encontrados por Brasil et al. (2012), que analisaram a qualidade do leite em relação ao transporte e armazenamento. Observou-se que os teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco total, ESD e CCS das amostras de leite cru refrigerado da indústria de laticínios não diferiram ($p \leq 0,05$) entre si, ou seja, o transporte granelizado não alterou as características iniciais do leite cru refrigerado, estando os aspectos físico-químicos dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (Brasil, 2011).

Silva (2008) avaliou a influência do transporte granelizado sobre a composição centesimal, CCS e CBT do leite cru refrigerado de amostras coletadas no Sudoeste Goiano, nos períodos chuvoso e seco de 2008. A composição centesimal e CCS não se alteraram durante o transporte do leite da propriedade rural até o laticínio, mas a CBT aumentou nos períodos chuvosos durante o transporte, alterando também o teor de lactose do leite.

5.5 Análises de componentes principais

Em uma primeira análise foram feitas correlações entre Temperatura do leite na Fazenda (TEMP F), temperatura do leite na Indústria (TEMP I), distância percorrida na rota (DIST), tempo gasto na rota (TEMPO), contagem bacteriana total na fazenda (CBT F), contagem bacteriana na indústria (CBT I), contagem de células somáticas na fazenda (CCS F) e contagem de células somáticas na indústria (CCS I).

Essas variáveis ao serem inseridas no plano matemático apresentaram, nos três primeiros eixos, valores de inércia compatíveis com sua manutenção no plano de estudo, ou seja, acima de 70%, nos dois tipos de caminhão, conforme Tabela 8. A inércia representa, neste estudo, o grau de confiabilidade das correlações calculadas.

Tabela 8. Valores de inércia para cada eixo e inércia acumulada nos três primeiros eixos para as variáveis TEMP F, TEMP I, DIST, CBT F, CBT I, CCS F e CCS I nos dois tipos de caminhões.

| Eixo | Caminhão rotor | | Caminhão vácuo | |
|------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
| | Inércia (%) | Inércia Acumulada (%) | Inércia (%) | Inércia Acumulada (%) |
| 1 | 39,7728 | 39,7728 | 44,1356 | 44,1356 |
| 2 | 23,5938 | 63,3667 | 21,5408 | 65,6764 |
| 3 | 17,5645 | 80,9312 | 16,9496 | 82,6260 |

Portanto, as variáveis estudadas formam um espaço dimensional com até oito eixos principais e cada um deles corresponde a um componente principal que será analisado

individualmente conforme os valores obtidos na matriz de correlação para os três primeiros eixos, de acordo com a Tabela 9.

Tabela 9. Variáveis analisadas (TEMP F, TEMP I, DIST, TEMPO, CBT F, CBT I, CCS F e CCS I) e suas correspondentes componentes principais para os caminhões a rotor e a vácuo

| Variáveis* | Componentes principais | | | | | |
|------------|------------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | Caminhão rotor | | | Caminhão vácuo | | |
| | F1 | F2 | F3 | F1 | F2 | F3 |
| TEMP F | 0,140 | 0,183 | -0,643 | -0,287 | 0,063 | -0,645 |
| TEMP I | -0,175 | 0,032 | 0,563 | 0,093 | -0,267 | -0,700 |
| DIST | -0,056 | -0,675 | -0,183 | 0,396 | 0,294 | -0,034 |
| TEMPO | -0,060 | -0,697 | 0,067 | 0,391 | 0,440 | -0,100 |
| CBT F | 0,467 | -0,148 | -0,159 | 0,472 | 0,034 | -0,026 |
| CBT I | 0,512 | -0,054 | -0,051 | 0,403 | 0,229 | -0,186 |
| CCS F | 0,451 | -0,004 | 0,406 | 0,342 | -0,518 | -0,111 |
| CCS I | 0,509 | -0,003 | 0,197 | 0,312 | -0,568 | 0,186 |

Legenda: TEMP F: Temperatura do leite na Fazenda; TEMP I: temperatura do leite na Indústria; DIST: distância percorrida na rota; TEMPO: tempo gasto na rota; CBT F: contagem bacteriana total na fazenda; CBT I: contagem bacteriana na indústria; CCS F: contagem de células somáticas na fazenda; CCS I: contagem de células somáticas na indústria

Para interpretação do gráfico, foi feita a observação da localização de cada variável em estudo dentro dos quadrantes e a distância euclidiana entre duas variáveis tomadas duas a duas. Em cada eixo, as correlações mais próximas do valor 1 são identificadas como as variáveis mais importantes daquele eixo analisado (Sampaio, 1993).

Sampaio (1993) relata que o primeiro eixo fatorial é o eixo mais importante a ser analisado, pois ele geralmente possui o maior valor de inércia e o que melhor representa as semelhanças e diferenças entre as variáveis. Neste caso deve-se observar que o caminhão rotor possui o eixo F1 com o maior valor de inércia (39,77%) e possui as variáveis CBT I

e CCS I como variáveis que têm o coeficiente de correlação mais próximo de 1, por isto F1 é identificada por elas. No caminhão a vácuo, F1 o valor de inércia é de 44,13% e possui as variáveis CBT F e CBT I como variáveis que têm o coeficiente de correlação mais próximo de 1.

As Figuras 1 e 2 mostram os gráficos com as projeções das variáveis nos planos traçados pelo 1º e 2º eixo fatorial (F1x F2). As coordenadas das variáveis com os eixos são os coeficientes de correlação destas com as componentes principais associadas aos referidos eixos.

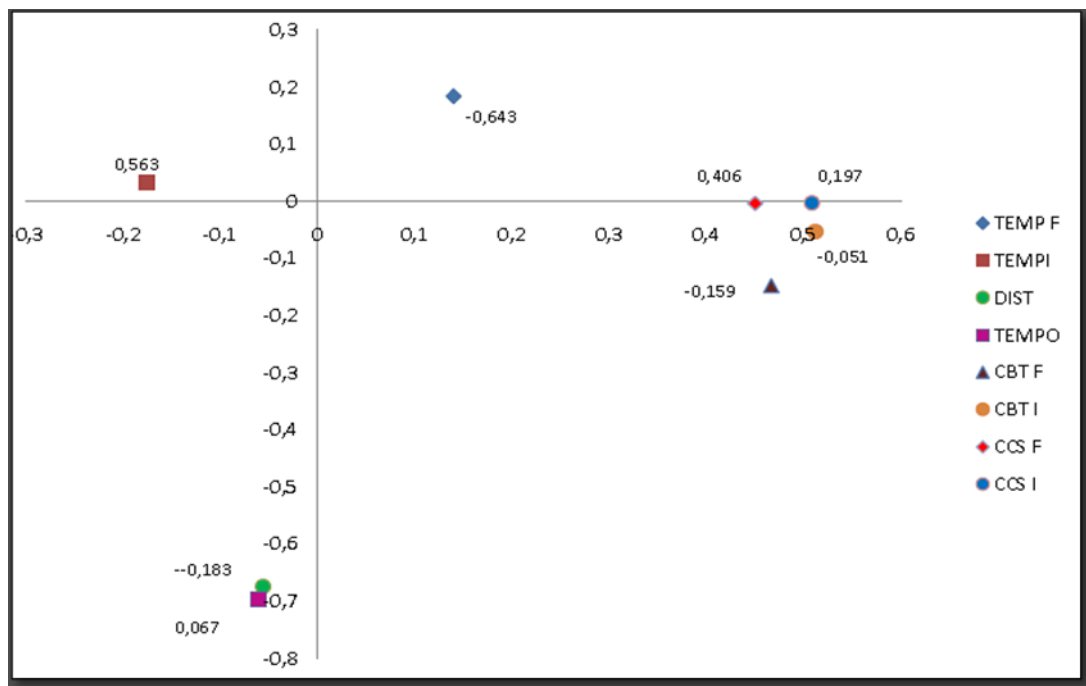


Figura 1. Projeções das variáveis TEMPF, TEMPI, DIST, TEMPO, CBT F, CBT ICCS F e CCS I do leite coletado pelo caminhão a rotor nos planos traçados pelos eixos F1 x F2

Legenda: TEMP F: Temperatura do leite na Fazenda; TEMP I: temperatura do leite na Indústria; DIST: distância percorrida na rota; TEMPO: tempo gasto na rota; CBT F: contagem bacteriana total na fazenda; CBT I: contagem bacteriana na indústria; CCS F: contagem de células somáticas na fazenda; CCS I: contagem de células somáticas na indústria

Observando-se os eixos fatoriais F1x2 da Figura 1, estes apresentaram-se associados às variáveis TEMPO x DIST, CCS F x CCS I x CBT F x CBT I. CBT F x CCS F mostraram distâncias euclidianas menores e, portanto, maior associação. TEMPO x DIST não associaram com as variáveis CCS F x CCS I x CBT F x CBT I. Já a TEMPI teve uma associação inversa com as variáveis CCS F x CCS I x CBT F x CBT I.

As associações mostradas na Figura 1 nos permitem dizer que a distância percorrida nas rotas e tempo gasto para a execução das mesmas se comportaram de modo semelhante, o que já era esperado, tendo em vista que uma rota com um percurso maior tende a se gastar mais tempo para percorrê-la. O tempo de rota e a distância percorrida não influenciaram na contagem bacteriana total do leite durante o percurso da fazenda até a

indústria. De acordo com dados apresentados na Tabela 6 os caminhões a rotor percorreram distâncias mais curtas e, conseqüentemente, os tempos de rota também foram menores.

A associação entre as variáveis CCS e CBT do leite coletado na fazenda pode indicar um leite que apresenta alta contaminação de microorganismos causadores da mastite em bovinos. Conforme Harmon (1994), vários fatores podem influenciar a variação da CCS de vacas em lactação, como idade, ordem de parto, período de lactação, mês e estação do ano, entre outros; porém, o estado de infecção é o principal fator responsável pela variação da CCS.

Santos e Fonseca (2007) citam também que durante o verão, em função do estresse calórico os animais apresentam menor consumo de alimento e, por sua vez, menor

produção de leite, o que pode acarretar à concentração de células somáticas. Muitas vezes, a época de calor coincide com a época de concentração de chuvas, ocorrendo maior proliferação dos organismos causadores da mastite. Época também em que foi realizado o experimento. Em animais saudáveis, 65% a 70% do total de células somáticas são células de origem epitelial, enquanto que em animais com mastite crônica, esse número reduz para 50% e alcança valores ainda mais baixos (10% a 45%), nos casos mais graves do processo inflamatório.

A temperatura do leite na fazenda não influenciou as contagens de CBT e CCS. O leite armazenado na fazenda já apresentava contagens microbianas expressivas, mesmo a temperaturas não favoráveis ao seu crescimento. Ao chegar à indústria, observou-se o inverso em relação à sua temperatura. Amostras de leite podem ter chegado à plataforma de recepção com altas contagens bacterianas e baixas temperaturas. Isso demonstra que o leite transportado por este tipo de caminhão pode ter chegado à indústria com temperaturas baixas, devido ao rápido percurso e curto tempo de rota, porém pode ter apresentado alta CBT e CCS, em

função da baixa qualidade do leite produzido e estocado nas fazendas. Altas contagens de células somáticas, entretanto, não têm relação alguma com temperatura de captação do leite.

Pode-se afirmar que nas amostras de leite coletado por caminhões que fazem o uso de bomba a rotor, as contagens de CBT e CCS não foram influenciadas fortemente pela temperatura do leite na fazenda, distância ou tempo gasto pelas rotas. A qualidade do leite coletado na fazenda (CBT e CCS), mesmo tendo poucas variações de temperatura, foi fator determinante da qualidade do mesmo ao chegar à indústria.

A Figura 2 analisa as mesmas variáveis da Figura 1, (TEMP F, TEMP I, DIST, TEMPO, CBT F, CBT I, CCS F e CCS I) agora no caminhão a vácuo. Ela apresenta como associações diretas as variáveis DIST x TEMPO, CBT F x CBT I e CCS F x CCS I x TEMP I, sendo que CCS F x CCS I estão mais próximas e, portanto, mais associadas. TEMP F e TEMP I não tiveram associação com CBT F e CBT I e, quanto maior a distância entre elas maior é perda de associação.

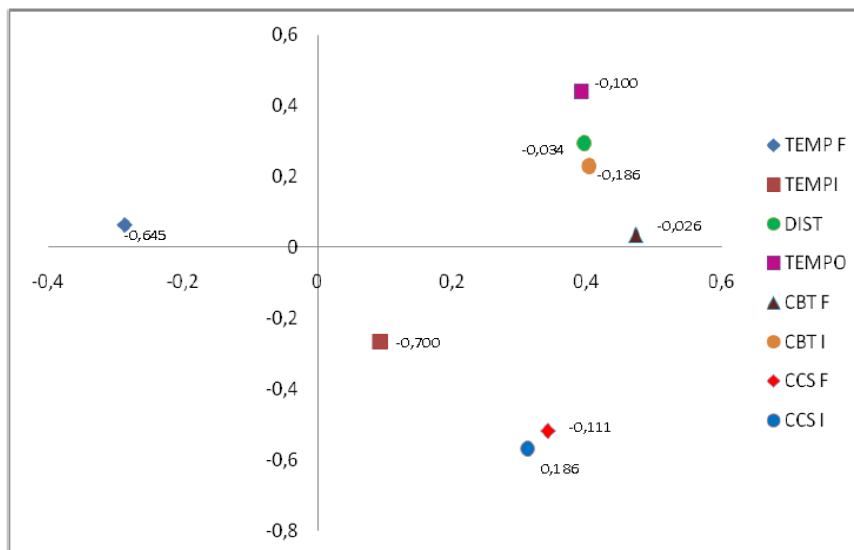


Figura 2. Projeções das variáveis TEMPF, TEMPI, DIST, TEMPO, CBT F, CBT ICCS F e CCS I do leite coletado pelo caminhão a vácuo, nos planos traçados pelos eixos F1 x F2

Legenda: TEMP F: Temperatura do leite na Fazenda; TEMP I: temperatura do leite na Indústria; DIST: distância percorrida na rota; TEMPO: tempo gasto na rota; CBT F: contagem bacteriana total na fazenda; CBT I: contagem bacteriana na indústria; CCS F: contagem de células somáticas na fazenda; CCS I: contagem de células somáticas na indústria

As temperaturas registradas do leite do caminhão a vácuo, tanto na fazenda, quanto na Indústria não foram determinantes para o aumento da contagem bacteriana total no leite. No entanto, o tempo de rota e a distância percorrida, em determinadas temperaturas, que podem não ter oscilado muito durante o trajeto percorrido pela rota, mas mantiveram em níveis ótimos para o crescimento de alguns microorganismos, foram suficientes para alterar a CBT do leite transportado.

As variáveis DIST, TEMPO, CBT I estão muito próximas umas das outras, ou seja, em relação à CBT do leite que chega à indústria, distância percorrida e tempo gasto estão intimamente ligados. Isto significa que quanto maior a distância e tempo gasto na rota, maior a contagem bacteriana total do leite. Esta associação é muito importante, visto que as rotas com caminhões que utilizam bombas a vácuo tiveram médias de

distâncias e tempo gasto bem maiores quando comparadas ao outro tipo de caminhão.

O leite que fica mais tempo estocado, seja na fazenda ou no tanque isotérmico do caminhão, demorando mais para ser processado (pasteurizado) apresenta mais risco de crescimento bacteriano e conseqüentemente, graves problemas quanto à sua vida de prateleira. A refrigeração do leite por períodos prolongados, na fonte de produção ou na indústria, compromete a qualidade, considerando a possibilidade de seleção de bactérias psicrotróficas proteolíticas (Pinto et al., 2006).

Pinto et al. (2004) utilizaram cepas de *Pseudomonas fluorescens* e com inóculo inicial de 10^4 UFC/mL em leite mantido nas temperaturas de 4°C, 7°C e 10°C obtiveram contaminações de 10^5 UFC/mL, 10^6 UFC/mL e 10^7 UFC/mL. Evidenciaram que uma contaminação da ordem de 10^4

UFC/mL pode colocar o leite *in natura* em desacordo com a legislação brasileira.

Lorenzetti (2006) analisou leite coletado de duas regiões diferentes, submetido a três períodos de estocagem de 4, 20 e 36 horas após recebimento e a três temperaturas de estocagem de 1, 3 e 6°C, para determinar a condição mais adequada que minimizasse a multiplicação de microorganismos psicrotróficos durante a sua estocagem no laticínio. Concluiu-se que embora temperaturas em torno de 1°C minimizassem o crescimento de psicrotróficos, a redução do tempo de estocagem seria a solução para

diminuir as contagens desses microrganismos.

No segundo grupo de variáveis analisadas, foram feitas associações entre distância percorrida na rota (DIST), tempo gasto na rota (TEMPO), contagem bacteriana total na fazenda (CBT F), contagem bacteriana na indústria (CBT I), contagem de mesófilos aeróbios na fazenda (MES F), contagem de mesófilos aeróbios na indústria (MES I), contagem de psicrotróficos na fazenda (PSI F) e contagem de psicrotróficos na indústria (PSI I). Os valores das variâncias nestas variáveis para os três primeiros eixos encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10. Valores de inércia para cada eixo e inércia acumulada nos três primeiros eixos para as variáveis DIST, TEMPO, CBT F, CBT I, MES F, MES I, PSI F e PSI I relacionadas ao leite coletado nos dois tipos de caminhões

| Eixo | Caminhão rotor | | Caminhão vácuo | |
|------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
| | Inércia (%) | Inércia Acumulada (%) | Inércia (%) | Inércia Acumulada (%) |
| 1 | 30,6999 | 30,6999 | 50,2796 | 50,2796 |
| 2 | 25,4599 | 56,1598 | 18,2023 | 68,4819 |
| 3 | 19,6880 | 75,8478 | 11,0643 | 79,5461 |

De acordo com a Tabela 10, em ambos os caminhões, foi observado um valor de inércia total superior a 70%, sugerindo que as correlações estudadas poderão ser explicadas através das observações contidas no gráfico por estas variáveis. O gráfico foi feito através

da matriz de correlação gerada por estas oito variáveis e os valores destas correlações para os três primeiros eixos, que já alcançam o valor de inércia sugerido para este estudo. Estes valores encontram-se na Tabela 11, para os dois tipos de caminhão.

Tabela 11. Variáveis analisadas (DIST, TEMPO, CBT F, CBT I, MES F, MES I, PSI F e PSI I) relacionadas à qualidade do leite coletado e suas correspondentes componentes principais para os caminhões a rotor e a vácuo

| Variáveis* | Componentes principais | | | | | |
|------------|------------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | Caminhão rotor | | | Caminhão vácuo | | |
| | F1 | F2 | F3 | F1 | F2 | F3 |
| DIST | 0,231 | 0,546 | 0,309 | 0,430 | -0,018 | 0,096 |
| TEMPO | 0,129 | 0,557 | 0,388 | 0,414 | -0,201 | 0,121 |
| MES F | 0,471 | 0,029 | -0,464 | 0,286 | 0,510 | 0,193 |
| MES I | 0,388 | -0,072 | -0,016 | 0,161 | 0,419 | -0,795 |
| PSI F | 0,473 | 0,028 | -0,392 | 0,312 | 0,530 | 0,407 |
| PSI I | -0,048 | -0,469 | 0,301 | 0,361 | -0,320 | 0,119 |
| CBT F | 0,447 | -0,203 | 0,320 | 0,414 | -0,091 | -0,326 |
| CBT I | 0,364 | -0,353 | 0,439 | 0,370 | -0,365 | -0,146 |

Legenda: DIST: distância percorrida na rota; TEMPO: tempo gasto na rota; CBT F: contagem bacteriana total na fazenda; CBT I: contagem bacteriana na indústria; MES F: contagem de aeróbios mesófilos na fazenda; MES I: contagem de aeróbios mesófilos na indústria; PSI F: contagem de psicrotóxicos - fazenda; PSI I: contagem de psicrotóxicos no leite recebido na indústria

Neste caso, deve-se observar que o caminhão rotor possui o eixo F1 com o maior valor de inércia (30,69%). MES F, PSI F e CBT F são as variáveis com o coeficiente de correlação mais próximo de 1, por isto, estas variáveis são as mais importantes. No caminhão a vácuo F1, o valor de inércia é de 50,27% (Tabela 10) e possui as variáveis TEMPO e

DIST como variáveis que têm o coeficiente de correlação mais próximo de 1.

Para interpretação das associações formadas por estas variáveis, os gráficos contidos nas figuras 3 e 4 mostram os planos traçados pelo 1º e 2º eixo fatorial (F1x F2) nos caminhões a rotor e a vácuo, respectivamente.

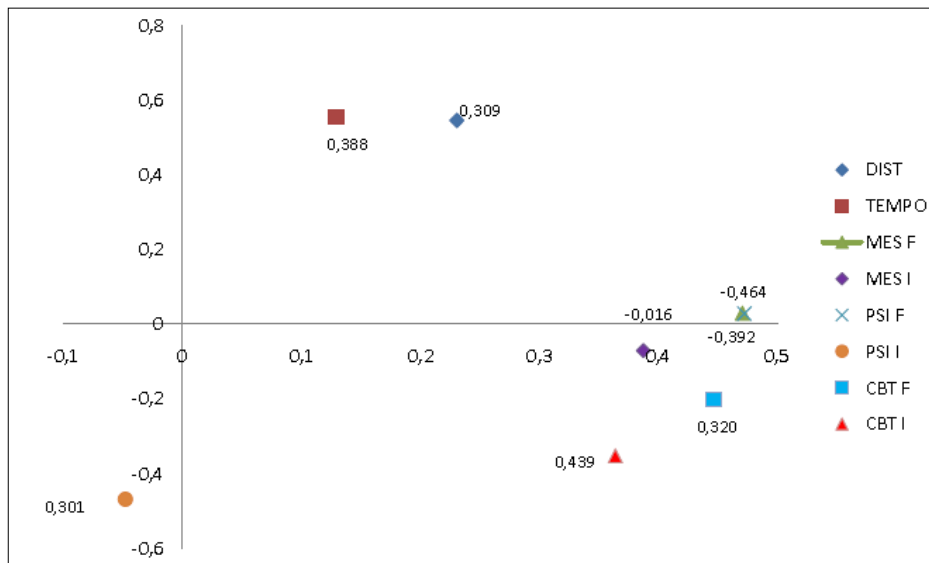


Figura 3. Projeções das variáveis DIST, TEMPO, MES F, MES I, PSI F, PSI I, CBT F e CBT I do leite coletado pelo caminhão a rotor, nos planos traçados pelos eixos F1 x F2

Legenda: DIST: distância percorrida na rota; TEMPO: tempo gasto na rota; CBT F: contagem bacteriana total na fazenda; CBT I: contagem bacteriana na indústria; MES F: contagem de aeróbios mesófilos na fazenda; MES I: contagem de aeróbios mesófilos na indústria; PSI F: contagem de psicotróficos - fazenda; PSI I: contagem de psicotróficos no leite recebido na indústria

As variáveis, TEMPO x DIST x MES F x PSI F estão associadas e as menores distâncias euclidianas encontram-se entre as variáveis MES F x PSI F; portanto, estas possuem maior associação. No outro quadrante, MES I x CBT F x CBT I também estão associados diretamente e MES I x CBT I são as variáveis mais próximas umas das outras e mais associadas. Assim como na Figura 1, as variáveis TEMPO x DIST não se associam com CBT F x CBT I, e neste caso também com MES I. As variáveis, TEMPO x DIST x MES F x PSI F possuem associação inversa com PSI I.

Há associação entre a contagem de aeróbios mesófilos e psicotróficos no leite coletado na fazenda. Isto significa que uma contagem maior de aeróbios mesófilos deste leite coletado pelo caminhão a rotor pode corresponder também a uma contagem também maior de psicotróficos, pois a temperatura e o tempo de armazenamento do

leite na fazenda podem propiciar um maior crescimento deste tipo de microorganismo.

O leite que chega à indústria com uma alta contagem bacteriana total também pode apresentar alta contagem de mesófilos aeróbios. Esta contagem maior de mesófilos no leite recebido pela indústria se deve, principalmente, a um aumento da temperatura do leite durante o transporte. Portanto, nesta situação, não tiveram como causas para o aumento da CBT e da contagem de mesófilos, a participação do tempo de rota e distância percorrida.

Se o leite coletado na fazenda apresenta uma contagem significativa de aeróbios mesófilos e psicotróficos devido aos fatores ligados à sua obtenção e também à baixa temperatura de armazenamento, à medida que a temperatura deste leite aumenta durante o transporte, a contagem de mesófilos tende a aumentar, porém a contagem de psicotróficos não aumenta na mesma

proporção ou até diminui, devido à própria competição entre esses dois grupos de microrganismos, favorecendo aos mesófilos que crescem a temperaturas mais altas.

Armesto e Sutherland (1997) caracterizaram a temperatura de crescimento de *Bacillus* mesófilos e psicrotróficos do leite. Um total de 50 isolados de *Bacillus* spp. e uma amostra de referência foram investigados em temperaturas de crescimento de 6,5°C por 10

dias, 30°C por 3 dias e 40°C por 2 dias. Foi obtida uma correlação ($r = 0,95$) entre o crescimento em temperaturas de mesófilos e contagem de psicrotróficos quando a contagem de psicrotróficos foi menor que 1 log em relação à contagem de mesófilos.

A avaliação das mesmas variáveis analisadas para o leite coletado pelo caminhão a rotor foi também realizada para o caminhão a vácuo, conforme a Figura 4.

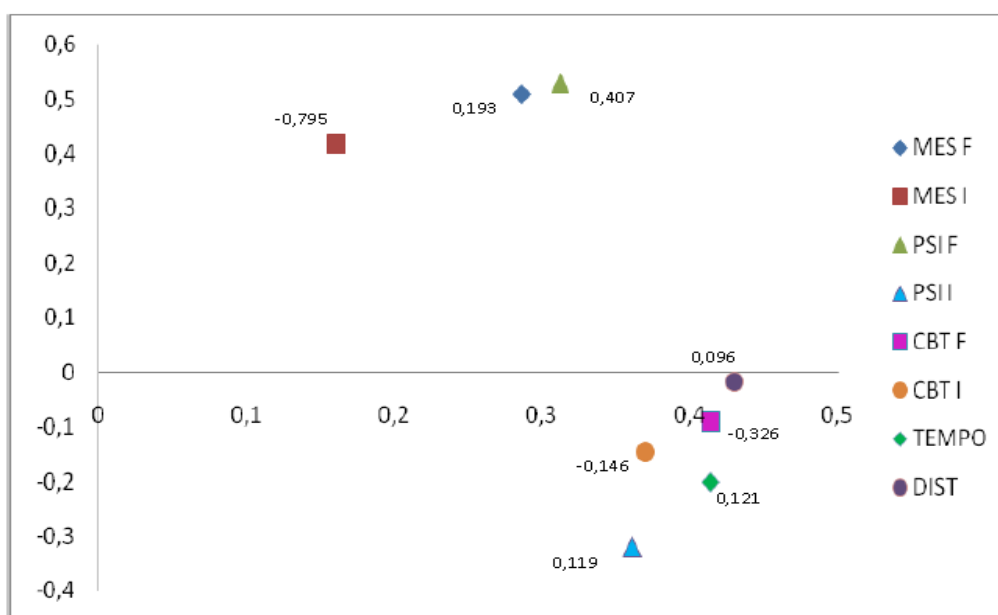


Figura 4. Projeções das variáveis DIST, TEMPO, MES F, MES I, PSI F, PSI I, CBT F e CBT I do leite coletado pelo caminhão a vácuo, nos planos traçados pelos eixos F1 x F2

Legenda: DIST: distância percorrida na rota; TEMPO: tempo gasto na rota; CBT F: contagem bacteriana total na fazenda; CBT I: contagem bacteriana na indústria; MES F: contagem de aeróbios mesófilos na fazenda; MES I: contagem de aeróbios mesófilos na indústria; PSI F: contagem de psicrotróficos na fazenda; PSI I: contagem de psicrotróficos na indústria

Na Figura 4, observa-se associação direta entre as variáveis MES I x MES F x PSI F e menores distâncias entre as variáveis MES F x PSI F. No caminhão a vácuo, as variáveis DIST x TEMPO novamente estão associadas com CBT F x CBT I x PSI I, como mostrado na Figura 2, e CBT I x PSI I possuem as menores distâncias no gráfico.

As posições no gráfico indicam que uma contagem maior de mesófilos aeróbios obtida do leite coletado na fazenda vai corresponder a uma contagem também maior de psicrotróficos, favorecido pela temperatura de armazenamento do leite neste local. Isto pode ser explicado porque muitos psicrotróficos crescem também em temperaturas de multiplicação de mesófilos.

Ao chegar à Indústria, a contagem bacteriana total do leite está associada principalmente a contagem de psicotróficos. Isto pode estar associado também à contaminação por estes microorganismos proveniente de falhas de higienização dos caminhões utilizados.

Portanto, foram monitorados os níveis de contaminação por mesófilos aeróbios e

coliformes totais, em duas localizações diferentes do tanque do caminhão, sendo elas: a saída da mangueira coletora de leite, denominado de **mangote** e a parte interna do tanque isotérmico, denominada de **tanque**. Os mesmos locais também foram analisados por Teste rápido e os resultados encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12. Valores médios da contagem de mesófilos aeróbios, de coliformes totais (valores máximos e mínimos) e número de amostras aprovadas, em atenção e reprovadas no monitoramento por teste rápido através de *swabs* do tanque e do mangote para os caminhões a rotor e a vácuo

| Bomba | N | Mesófilos aeróbios (UFC/cm ²) | | Coliformes totais (UFC/cm ²) | | Monitoramento por Teste Rápido (N) (%) | | | | | |
|-------|----|---|---------|--|---------|--|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| | | Caminhão | Mangote | Caminhão | Mangote | Caminhão | | | Mangote | | |
| | | | | | | AP* | AT | RE | AP | AT | RE |
| Rotor | 15 | 5,73 | 18,22 | 5,06 | 8,0 | 4 (26,67) | 8 (53,33) | 3 (20,0) | 4 (26,66) | 4 (26,66) | 7 (46,68) |
| Vácuo | 15 | 5,97 | 5,09 | 10,89 | 14,81 | 12 (80,0) | 0 (0,0) | 3 (20,0) | 3 (20,0) | 2 (13,34) | 10 (66,66) |

*Legenda: AP: Aprovado; AT: Atenção; RE: Reprovado

A Tabela 12 mostra que há contaminação por mesófilos aeróbios e coliformes totais nos dois locais analisados e nos dois tipos de caminhão. Os níveis de contaminação estão mais expressivos no mangote e, em relação ao tipo de microorganismo, a presença de coliformes nas amostras analisadas indica falhas graves na higienização dos caminhões. Os resultados dos testes rápidos também mostram que o mangote é um ponto crítico do caminhão a ser considerado, devendo, portanto, ter uma maior atenção com relação ao processo de higienização do caminhão.

Cerqueira et al. (2009) relatam que, além da contaminação do leite estar relacionada à

qualidade da água utilizada nas fazendas e às falhas na higienização dos equipamentos (ordenha e tanque refrigerador), a contaminação durante o transporte do leite deve ser considerada. Falhas na higienização dos caminhões de coleta a granel podem comprometer a qualidade do leite produzido e analisado nas fazendas. Por isso há a necessidade de monitorar esta qualidade e, caso não o faça, a indústria corre o risco de pagar o leite por uma qualidade e processar com outra, tendo consequências imediatas como o surgimento de defeitos tecnológicos que comprometem a qualidade sensorial e a vida de prateleira dos derivados lácteos.

Pode-se dizer que, durante o transporte do leite até a indústria, a distância percorrida e o tempo gasto na rota, associados a contaminações provenientes da má higienização do caminhão, influenciaram diretamente o aumento da CBT do leite e, especificamente o aumento de psicotróficos.

Altas contagens de psicotróficos podem comprometer significativamente a qualidade do leite e de seus derivados. Uma importante característica dos psicotróficos encontrados no leite e em seus produtos derivados é a sua capacidade de síntese, durante a fase log, de enzimas extracelulares que degradam os componentes do leite. Ainda que durante a pasteurização do leite a maioria dos psicotróficos seja destruída, este tratamento térmico tem pouco efeito sobre a atividade

das enzimas termorresistentes produzidas por estes microrganismos (Santos e Fonseca, 2007).

O último grupo de variáveis a serem correlacionadas inclui os componentes do leite como Gordura (GORD), proteína (PTN), lactose (LACT), extrato seco desengordurado (ESD), sólidos totais (ST) analisados em amostras de leite coletadas do caminhão ainda na fazenda (F) e logo na chegada à indústria (I), juntamente com a contagem bacteriana total (CBT) na fazenda e na indústria. Ficaram assim identificadas: GORD F, GORD I, PTN F, PTN I, LACT F, LACT I, ESD F, ESD I, ST F, ST I, CBT F e CBT I. Os valores de inércia acumulada para os dois tipos de caminhão podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13. Valores de inércia para cada eixo e inércia acumulada nos três primeiros eixos para as variáveis GORD F, GORD I, PTN F, PTN I, LACT F, LACT I, ESD F, ESD I, ST F, ST I, CBT F e CBT I avaliadas no leite coletado nos dois tipos de caminhões

| Eixo | Caminhão rotor | | Caminhão vácuo | |
|------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
| | Inércia (%) | Inércia Acumulada (%) | Inércia (%) | Inércia Acumulada (%) |
| 1 | 66,7351 | 66,7351 | 41,6184 | 41,6184 |
| 2 | 22,3679 | 89,1029 | 22,7046 | 64,3230 |
| 3 | 3,7009 | 92,8038 | 13,6132 | 77,9362 |

Assim como nos outros grupos de variáveis analisados, os valores de inércia acumulada para os três primeiros eixos nestas variáveis alcançaram índices favoráveis (92,8% para o caminhão rotor e 77,9% para o caminhão a

vácuo), indicando grande confiabilidade nas correlações que o gráfico irá apresentar. Os valores destas correlações para os três primeiros eixos estão dispostos na Tabela 14.

Tabela 14. Variáveis analisadas (GORD F, GORD I, PTN F, PTN I, LACT F, LACT I, ESD F, ESD I, ST F, ST I, CBT F e CBT I) e suas correspondentes componentes principais para os caminhões a rotor e a vácuo

| Variáveis* | Componentes principais | | | | | |
|------------|------------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | Caminhão rotor | | | Caminhão vácuo | | |
| | F1 | F2 | F3 | F1 | F2 | F3 |
| GORD F | 0,270 | 0,339 | 0,004 | -0,283 | 0,026 | 0,385 |
| GORD I | 0,286 | 0,151 | 0,664 | -0,213 | 0,307 | -0,239 |
| PTN F | 0,291 | -0,302 | -0,079 | -0,239 | -0,486 | 0,068 |
| PTN I | 0,298 | -0,302 | -0,092 | -0,165 | -0,425 | -0,460 |
| LACT F | 0,326 | 0,062 | 0,056 | -0,302 | 0,258 | 0,227 |
| LACT I | 0,329 | 0,121 | -0,293 | -0,342 | 0,192 | 0,013 |
| ST F | 0,330 | 0,186 | 0,001 | -0,329 | -0,129 | 0,464 |
| ST I | 0,333 | 0,129 | 0,203 | -0,336 | 0,131 | -0,360 |
| ESD F | 0,337 | -0,047 | -0,121 | -0,365 | -0,279 | 0,175 |
| ESD I | 0,337 | -0,079 | -0,347 | -0,336 | -0,232 | -0,344 |
| CBT F | 0,068 | -0,556 | -0,164 | 0,271 | -0,240 | 0,053 |
| CBT I | 0,076 | -0,541 | 0,502 | 0,206 | -0,404 | 0,177 |

*Legenda: GORD F: gordura na fazenda; GORD I: gordura na Indústria; PTN F: proteína na fazenda; PTN I: proteína na indústria; LACT F: lactose na fazenda; LACT I: lactose na indústria; ST F: sólidos totais na fazenda; ST I: sólidos totais na indústria; ESD F: Extrato Seco Desengordurado na fazenda; ESD I: Extrato Seco Desengordurado na indústria; CBT I: contagem bacteriana total na fazenda; CBT F: contagem bacteriana total na indústria

Nos eixos F1, pode-se identificar que no leite coletado pelo caminhão a rotor, as variáveis ESD F e ESD I têm os coeficientes de correlação mais próximos de 1 e no caminhão

à vácuo, as variáveis ESD F e LACT I possuem os maiores coeficientes. As Figuras 5 e 6 mostram a representação gráfica das variáveis para o grupo analisado.

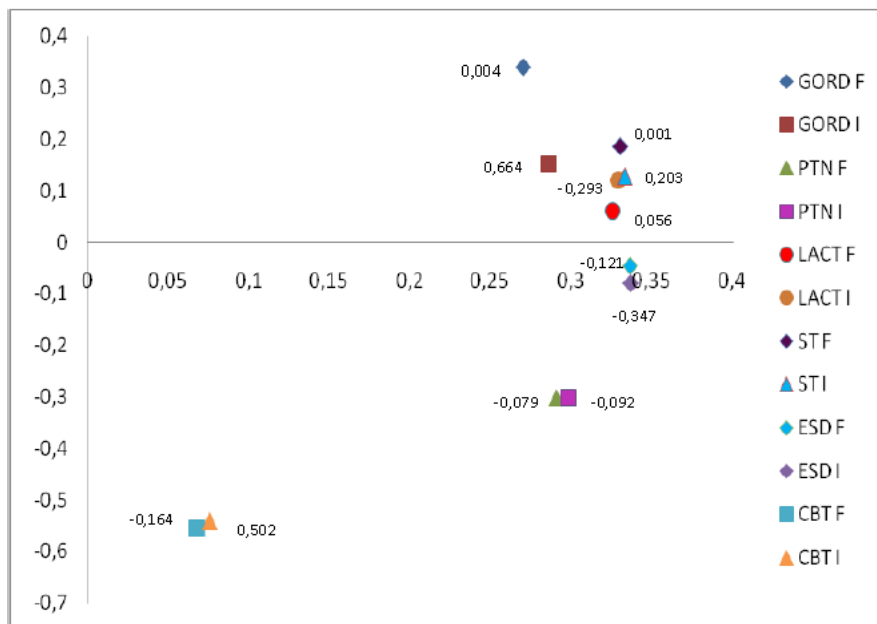


Figura 5. Projeções das variáveis GORD F, GORD I, PTN F, PTN I, LACT F, LACT I, ESD F, ESD I, ST F, ST I, CBT F e CBT I do leite coletado pelo caminhão a rotor, nos planos traçados pelos eixos F1 x F2

Legenda: GORD F: gordura na fazenda; GORD I: gordura na Indústria; PTN F: proteína na fazenda; PTN I: proteína na indústria; LACT F: lactose na fazenda; LACT I: lactose na indústria; ST F: sólidos totais na fazenda; ST I: sólidos totais na indústria; ESD F: Extrato Seco Desengordurado na fazenda; ESD I: Extrato Seco Desengordurado na indústria; CBT I: contagem bacteriana total na fazenda; CBT F: contagem bacteriana total na indústria

Na figura 5, as variáveis GORD F x GORD I x LACT F x LACT I x ST F x ST I associam-se de forma direta, situando-se no mesmo quadrante do gráfico. O mesmo pôde ser observado no outro quadrante do gráfico, onde se encontram as variáveis PTN F x PTN I, ESD F x ESD I x CBT F x CBT I.

As variáveis correspondem ao mesmo tipo de análise, porém em estágios diferentes: gordura (fazenda e indústria), lactose (fazenda e indústria) e sólidos totais (fazenda e indústria) se agruparam, ou seja, apresentaram entre si as menores distâncias euclidianas umas das outras, mostrando que

mantiveram comportamento semelhante durante o transporte do leite, seja no aumento, manutenção ou na diminuição dos níveis durante o transporte do leite. A contagem bacteriana total do leite do leite coletado na fazenda ou mesmo o seu aumento durante o transporte não foi suficiente para alterar de forma significativa esses componentes do leite.

As mesmas variáveis analisadas no caminhão à vácuo apresentam comportamento diferenciado em relação ao caminhão a rotor, como mostra a Figura 6.

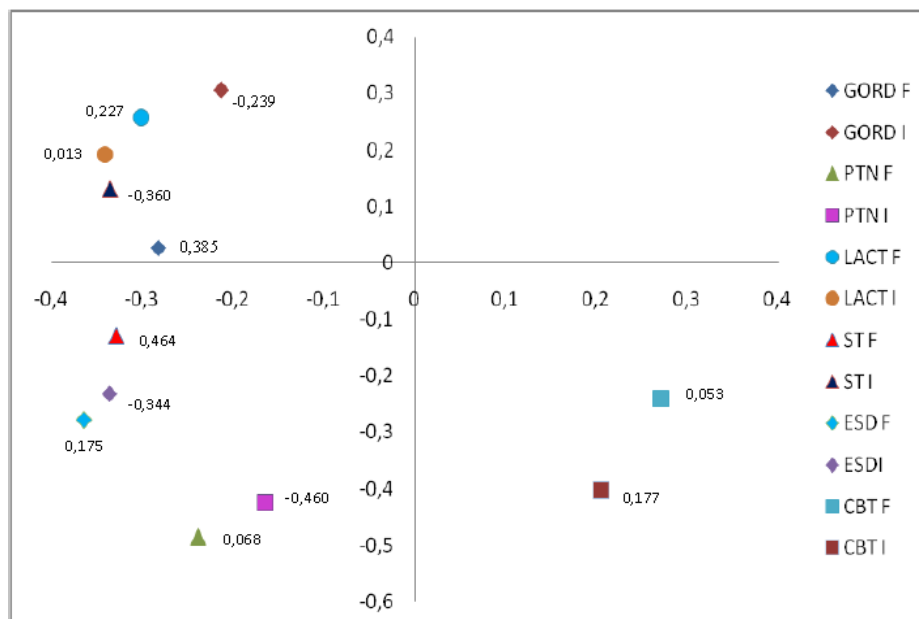


Figura 6. Projeções das variáveis GORD F, GORD I, PTN F, PTN I, LACT F, LACT I, ESD F, ESD I, ST F, ST I, CBT F e CBT I do leite coletado pelo caminhão a vácuo nos planos traçados pelos eixos F1 x F2

Legenda: GORD F: gordura na fazenda; GORD I: gordura na Indústria; PTN F: proteína na fazenda; PTN I: proteína na indústria; LACT F: lactose na fazenda; LACT I: lactose na indústria; ST F: sólidos totais na fazenda; ST I: sólidos totais na indústria; ESD F: Extrato Seco Desengordurado na fazenda; ESD I: Extrato Seco Desengordurado na indústria; CBT I: contagem bacteriana total na fazenda; CBT F: contagem bacteriana total na indústria

As variáveis GORD I x GORD F x LACT I x LACT F x ST I estão situadas no mesmo quadrante e no quadrante oposto encontram-se as variáveis CBT F x CBT I. Neste caso, as CBT F e CBT I associaram de forma inversa em relação à GORD (F e I) e à LACT (F e I), e conseqüentemente, também influenciaram o teor de sólidos totais do leite que chega a indústria.

Em outras palavras, altos índices de CBT no leite coletado na fazenda resultam em diminuição dos valores de lactose e gordura, mas não influenciam de forma significativa o teor de sólidos totais. Durante o transporte, devido às grandes distâncias percorridas e ao tempo gasto, a contagem bacteriana aumenta de tal modo, que o leite ao chegar à indústria, apresenta teores de lactose e gordura ainda menores, influenciando também na redução nos teores de sólidos totais do mesmo.

Neste caso específico a CBT influenciou outras variáveis analisadas, principalmente gordura e lactose, ao contrário do que ocorreu no caminhão com bomba a rotor. Isto pode ser explicado pelo tempo e distância das rotas, já verificado nas associações apresentadas anteriormente nas Figuras 2 e 4.

5.6 Contagem Bacteriana Total e Contagem de Células Somáticas: Valores esperados e reais

Para a comparação da contagem bacteriana total e contagem de células somáticas do leite dos produtores de cada rota e os valores analisados do leite do caminhão na fazenda e na indústria, calculou-se a média ponderada da CBT e da CCS de cada produtor, pelo volume de leite participante do volume total no caminhão (leite de conjunto). Os valores

encontrados foram denominados de CBT e CCS esperada. Calculou-se para cada rota, e em seguida as médias dos caminhões foram

analisadas estatisticamente, conforme a Tabela 15.

Tabela 15. Valores médios da Contagem Bacteriana Total (esperada, fazenda e indústria) e da Contagem de Células Somáticas (esperada, fazenda e indústria) do leite coletado pelos caminhões a rotor e a vácuo

| Tipo de bomba | N | Contagem Células Somáticas (log cels+1/mL) | | | Contagem Bacteriana Total (log UFC+1/mL) | | |
|---------------|----|--|-------------------|-------------------|--|-------------------|-------------------|
| | | Esperada | Fazenda | Indústria | Esperada | Fazenda | Indústria |
| Rotor | 15 | 5,65 ^a | 5,64 ^a | 5,66 ^a | 4,37 ^b | 4,88 ^a | 5,07 ^a |
| Vácuo | 20 | 5,62 ^a | 5,75 ^a | 5,77 ^a | 4,1 ^b | 4,7 ^a | 4,91 ^a |

^a Valores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma linha em cada tipo de variável indicam diferença estatisticamente significativa ($P \leq 0,05$), segundo Teste F

Os resultados mostram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as CCS esperada, na fazenda e na indústria ($P > 0,05$) para os dois tipos de coleta. Este resultado é esperado tendo em vista que não há alterações de CCS durante o armazenamento ou transporte de leite realizados.

Já em relação à contagem bacteriana total, a CBT esperada diferiu significativamente das outras contagens (fazenda e indústria) nos dois tipos de coleta (a rotor e a vácuo) ($P \leq 0,05$). Isto mostra que o leite fornecido pelos produtores, a partir do momento que é coletado pelo caminhão, começa a se contaminar. Estas contaminações podem vir da má higienização de mangueiras ou do tanque isotérmico do caminhão, utilização de homogeneizadores sujos e outros tipos de contaminações, além da possibilidade de mistura de leite de pior qualidade com o de melhor qualidade.

Em um trabalho realizado por Paixão (2011), objetivou-se averiguar a importância prática da IN 51 (Brasil, 2011), para a coleta de leite a granel. Foi aplicado um questionário com 54 questões destinadas à 16 motoristas que trabalham com o transporte de leite a granel em 28 cidades do Sul de Minas Gerais. Os resultados mostraram que os maiores

problemas no transporte de leite a granel se referem além de estradas mal cuidadas e ausência de água clorada nas fazendas, o não enxágue das mangueiras e utensílios após a coleta de leite, a não verificação total da limpeza dos caminhões pela empresa e o pouco uso do teste “swab” no interior dos tanques dos caminhões para verificação da higiene.

Santana et al. (2001) avaliaram cinco propriedades leiteiras da região de Londrina-PR, analisando-se diversos pontos do processo de produção e pesquisando-se microorganismos mesófilos aeróbios e psicrotróficos. Água residual dos tanques de expansão, de latões, tetos higienizados inadequadamente e a clarificadora foram os pontos com maior contagem de psicrotróficos. A quantidade de psicrotróficos encontrada em todos os segmentos do processo de produção foi superior ao considerado como tolerável (10% da contagem de mesófilos). No leite refrigerado, o número de psicrotróficos superou o de mesófilos, mostrando que a contagem de mesófilos pode subestimar a real quantidade de microorganismos presentes, sendo os psicrotróficos, os indicadores de contaminação ideais neste produto.

5.7 Simulação de Pagamento por qualidade

A simulação de pagamento por qualidade foi feita de acordo com os valores de contagem bacteriana total CBT calculados (CBT esperada) e analisados (CBT fazenda e CBT indústria). O valor médio pago pela indústria por litro de leite fornecido em relação à CBT Esperada foi calculado através da média ponderada paga pela Indústria de todos os

produtores pelo volume fornecido em cada rota. Já os valores pagos por litro de leite em relação à CBT na fazenda e da CBT na Indústria foram calculados de acordo com a Tabela de bonificações/descontos fornecida pela própria indústria (Anexo 1). Os valores médios da bonificação/desconto por litro de leite e os valores totais pagos em cada rota e totais (em R\$), para cada CBT encontram-se nas Tabelas 16 e 17.

Tabela 16. Valores médios e totais (em R\$) da bonificação/desconto em relação à contagem bacteriana total (CBT) do leite do caminhão á rotor

| Rota | Volume leite (L) | Valores de bonificação para contagem bacteriana total (CBT) | | | | | |
|--------------|------------------|---|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | | Esperada | | Fazenda | | Indústria | |
| | | Valor médio/litro de leite (R\$) | Total da bonificação paga (R\$) | Valor médio/litro de leite (R\$) | Total da bonificação paga (R\$) | Valor médio/litro de leite (R\$) | Total da bonificação paga (R\$) |
| 1 | 6399 | 0,040 | 253,83 | 0,032 | 204,77 | -0,030 | -191,97 |
| 2 | 6337 | 0,040 | 253,48 | 0,040 | 253,48 | 0,021 | 135,61 |
| 3 | 6870 | 0,033 | 226,94 | -0,030 | -206,10 | -0,010 | -68,70 |
| 4 | 7316 | 0,040 | 292,64 | 0,040 | 292,64 | 0,040 | 292,64 |
| 7 | 5608 | 0,040 | 224,32 | -0,030 | -168,24 | -0,030 | -168,24 |
| 8 | 6529 | 0,040 | 261,16 | 0,019 | 124,05 | 0,023 | 146,90 |
| 9 | 6093 | 0,040 | 243,72 | 0,039 | 237,63 | 0,039 | 237,63 |
| 10 | 6876 | 0,040 | 271,58 | 0,040 | 275,04 | 0,040 | 275,04 |
| 14 | 6944 | 0,033 | 231,81 | 0,001 | 6,94 | -0,030 | -208,32 |
| 16 | 4719 | 0,027 | 125,06 | 0,040 | 188,76 | 0,040 | 188,76 |
| 17 | 8214 | 0,040 | 328,56 | 0,037 | 303,10 | 0,034 | 279,28 |
| 23 | 6497 | 0,040 | 259,88 | -0,030 | -194,91 | -0,030 | -194,91 |
| 24 | 7715 | 0,035 | 272,88 | 0,040 | 308,60 | 0,015 | 115,73 |
| 25 | 8021 | 0,040 | 320,84 | 0,040 | 320,84 | 0,040 | 320,84 |
| 37 | 8527 | 0,039 | 334,85 | 0,0359 | 306,12 | 0,038 | 324,03 |
| Média | | 0,0378 | 260,10 | 0,0209 | 150,18 | 0,0133 | 98,95 |
| Mínimo | | 0,0265 | | -0,03 | | -0,03 | |
| Máximo | | 0,0400 | | 0,04 | | 0,04 | |
| Total | 102.665 | | 3901,55 | | 2252,72 | | 1484,31 |

Legenda: ■ Bonificação ■ Neutro ■ Desconto

Tabela 17. Valores médios e totais (em reais) da bonificação/desconto em relação à contagem bacteriana total (CBT) do leite do caminhão á vácuo

| Rota | Volume leite (L) | Valores de bonificação para contagem bacteriana total (CBT) | | | | | |
|-------|------------------|---|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | | Esperada | | Fazenda | | Indústria | |
| | | Valor médio/litro de leite (R\$) | Total da bonificação paga (R\$) | Valor médio/litro de leite (R\$) | Total da bonificação paga (R\$) | Valor médio/litro de leite (R\$) | Total da bonificação paga (R\$) |
| 5 | 9726 | 0,0400 | 389,04 | 0,036 | 350,14 | 0,04 | 389,04 |
| 6 | 8254 | 0,0354 | 292,28 | 0,00 | 0,00 | 0,0285 | 235,24 |
| 11 | 2711 | 0,0400 | 108,44 | 0,04 | 108,44 | 0,0395 | 107,08 |
| 12 | 10070 | 0,0400 | 402,80 | 0,04 | 402,80 | 0,04 | 402,80 |
| 13 | 9143 | 0,0400 | 365,72 | 0,04 | 365,72 | 0,0389 | 355,66 |
| 15 | 7811 | 0,0265 | 207,00 | -0,03 | -234,33 | -0,03 | -234,33 |
| 18 | 9401 | 0,0392 | 368,22 | 0,034 | 319,63 | 0,04 | 376,04 |
| 19 | 6415 | 0,0376 | 241,02 | 0,032 | 205,28 | 0,029 | 186,04 |
| 20 | 6392 | 0,0263 | 168,40 | 0,0012 | 7,67 | 0,00 | 0,00 |
| 21 | 7484 | 0,0348 | 260,34 | 0,031 | 232,00 | 0,028 | 209,55 |
| 22 | 5850 | 0,0400 | 234,00 | 0,032 | 187,20 | 0,034 | 198,90 |
| 27 | 8799 | 0,0400 | 351,96 | 0,04 | 351,96 | 0,039 | 343,16 |
| 28 | 6341 | 0,0393 | 249,00 | 0,039 | 247,30 | 0,04 | 253,64 |
| 29 | 9037 | 0,0324 | 293,22 | 0,007 | 63,26 | 0,0015 | 13,56 |
| 30 | 5788 | 0,0303 | 175,24 | 0,00 | 0,00 | -0,03 | -173,64 |
| 32 | 5387 | 0,0259 | 139,41 | 0,0343 | 184,77 | -0,03 | -161,61 |
| 33 | 8310 | 0,0360 | 299,16 | 0,038 | 315,78 | 0,0325 | 270,08 |
| 34 | 11852 | 0,0393 | 465,40 | 0,036 | 426,67 | -0,03 | -355,56 |
| 35 | 6895 | 0,0375 | 258,59 | 0,032 | 220,64 | 0,0296 | 204,09 |
| 36 | 8595 | 0,0158 | 136,16 | -0,03 | -257,85 | -0,03 | -257,85 |
| MÉDIA | | 0,0348 | 270,27 | 0,0226 | 174,85 | 0,0155 | 118,10 |
| MÍN | | 0,0158 | | -0,03 | | -0,03 | |
| MÁX | | 0,0400 | | 0,04 | | 0,04 | |
| TOTAL | 154.261 | | 5405,39 | | 3.497,09 | | 2361,89 |

Legenda: ■ Bonificação ■ Neutro ■ Desconto

Observam-se pelas Tabelas 15 e 16 que para CBT esperada os valores encontrados para o pagamento por qualidade são apenas valores de bonificação em ambos os tipos de coleta. Os valores de R\$3.901,55 e R\$ 5.405,39 foram o correspondente ao que a indústria pagou em qualidade pelo leite ao produtor pelo volume de leite analisado nos dois tipos de coleta. Ao se analisar a CBT do leite na

fazenda, o caminhão a rotor captou leite de duas rotas que apresentaram CBT superior ao estabelecido pela IN 62 (Brasil, 2011) e, portanto, seriam punidos com descontos no pagamento do leite. O mesmo acontece com o caminhão a vácuo, que apresentou duas rotas com propriedades que teriam punição com descontos e duas com a neutralidade, ou seja, não receberiam bonificação e nem

seriam penalizados pelo fato de o leite apresentar CBT iguais a 600.000 cels/mL. Quando se verifica a CBT do leite na indústria, os valores pagos reduziram mais ainda, pois no caminhão a rotor, cinco rotas

seriam punidas com descontos. No caminhão a vácuo, cinco seriam punidas e duas não receberiam, mas também não seriam descontadas.

A Figura 7 mostra, em cada tipo de coleta, o quanto a indústria paga em média, aos produtores, em bonificações (CBT esperada) e o quanto ela deveria pagar, em relação a

CBT do leite coletado na fazenda e quando o leite é recebido pela Indústria.

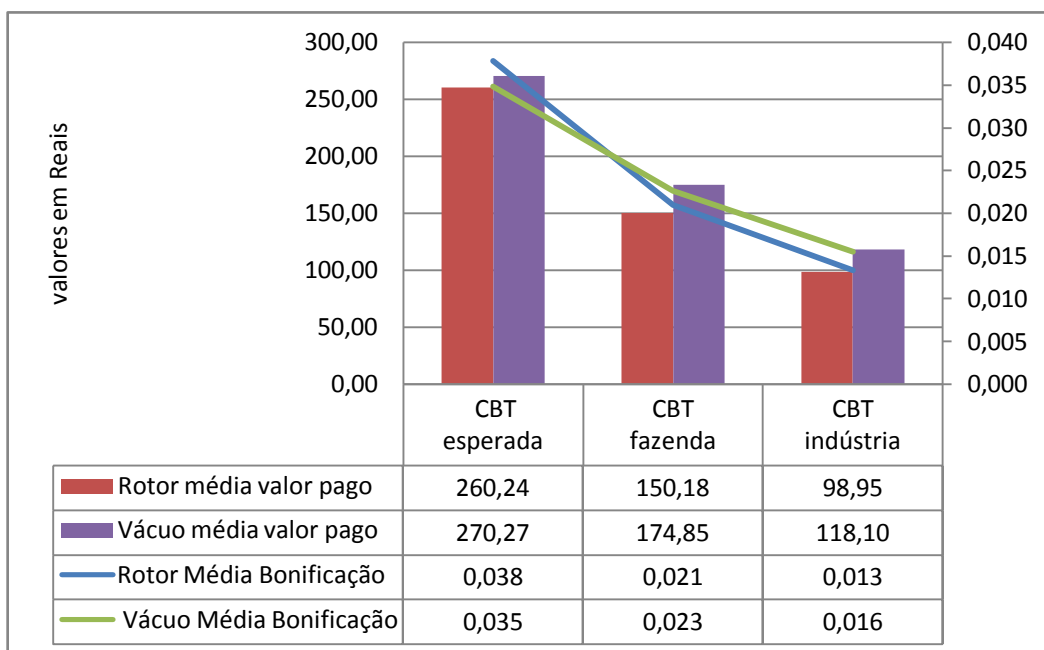


Figura 7. Valores médios pagos por rota e média da bonificação nos dois tipos de coleta de leite, em relação as CBT esperada, na fazenda e na Indústria.

Comparando-se os valores médios totais e por litro de leite, verifica-se que a indústria paga ao produtor pela CBT, valores que realmente ela esperava receber em relação a qualidade do leite. Porém este leite chega na indústria com uma qualidade bem inferior, ou seja, o que a indústria paga pela qualidade, ela não recebe.

Os dois tipos de coleta empregados apresentam perdas quanto à qualidade do leite que chega à indústria (Figura 8). Como não há um sistema de coleta seletiva considerando-se a qualidade do leite, isto era esperado.

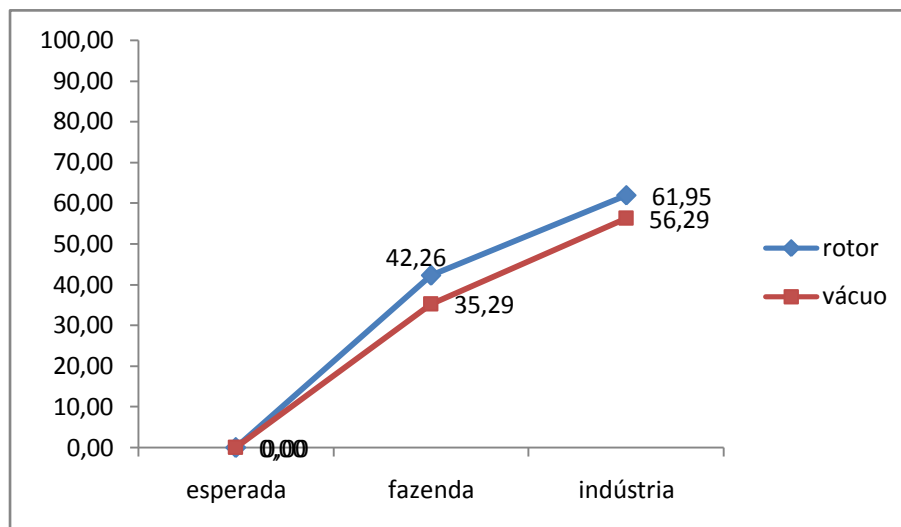


Figura 8. Valores percentuais de perdas econômicas da indústria, em relação ao leite recebido de acordo com o tipo de coleta

A Figura 8 mostra os valores percentuais das perdas econômicas decorrentes dos dois sistemas de coleta. Observam-se perdas de 42,26 e 35,29% nos caminhões a rotor e a vácuo, respectivamente, antes do leite sair da fazenda. Estes valores aumentam para 61,25% para o caminhão a rotor e 56,29% no caminhão a vácuo quando os caminhões chegam ao destino final que é a indústria. Todas as duas coletas apresentam perdas acima de 50%, mas, o sistema empregando o caminhão a vácuo apresentou perdas menores que o caminhão a rotor.

É importante ressaltar que o caminhão a vácuo, neste trabalho realizou rotas com percursos mais longos e tempo de rota também maiores (Tabela 6). Mesmo assim apresentou perdas econômicas menores quando comparado ao caminhão a rotor, demonstrando que a qualidade do leite coletado e transportado por este sistema alterou menos a sua qualidade inicial.

Tendo em vista que os resultados obtidos são de grande impacto econômico, deve-se ressaltar que análises complementares devem ser consideradas. De acordo com Pinheiro (2009), o Sistema de Pagamento pela

Qualidade começa com a coleta da amostra, sendo de suma importância que esta tarefa siga um Procedimento Operacional Padrão descrito e registrado nos documentos da indústria. Além de estar descrito, esse procedimento deve ser passado em treinamentos para os responsáveis pelas coletas. Atualmente o sistema mais utilizado é a coleta realizada pelos transportadores, portanto o treinamento contínuo e o controle da coleta são fundamentais para o sucesso do sistema.

6. CONCLUSÕES

Os diferentes tipos de coletas e condições de transporte do leite da fazenda até a indústria não interferiram na qualidade do mesmo.

Embora o modelo de logística empregado para a coleta utilizando-se os caminhões a vácuo tenha sido comprometido devido ao número de produtores, ao tempo de percurso e a distância das rotas, a qualidade do leite manteve-se inalterada.

A qualidade do leite que a indústria paga e capta de seus produtores não corresponde àquela recebida de fato pela mesma, sendo a perda econômica mais expressiva quando se utiliza o “caminhão a rotor”.

Para manutenção da qualidade inicial do leite, em condições de captação em longas distâncias, maior tempo e/ou número de produtores, recomenda-se o emprego de caminhões com sistema de bomba à vácuo pelo melhor resultado econômico.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. Ganhos para todo o sistema. *Notícias Produtor Itambé*. Setembro – 2009. Disponível em : <www.itambe.com/Cmi/Pagina.aspx?2695>, Acesso em: 05 Mai 2011.

APHA. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 3rd edition, American Public Health Association, Washington, DC. 1992.

ALFONZO, E. P. M. et al. Caracterização microbiológica da qualidade do leite coletado em tanques de expansão. *Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”*, v. 67, n. 388, p. 48-52, 2012.

ANALYSOFT, (2009). *Biostat Statistical Software: Release 5.0*.

ARCURI, E. F. et al. Qualidade microbiológica do leite cru refrigerado nas fazendas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.3, p.440-446, 2006.

ARCURI, E. F. et al. Contagem, isolamento e caracterização de bactérias psicrófilas contaminantes de leite cru refrigerado.

Ciência Rural, v.38, n.8, p. 2250-2255, 2008.

AZEVEDO, P. R. Coleta a granel diminui custos para laticínios. *Engenharia de Alimentos*. Julho-Agosto, p.27, 1996.

BALLOU, R. H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. 4ª Ed. Porto Alegre. Bookman, 2001. 532p.

BARBANO, D. M. et al. Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. *Journal of Dairy Science*, v. 89 (Suppl. 1), p15–19, 2006.

BAZET FILHO. T. A. et al. Logística de transporte na coleta do leite líquido a granel: estudo de caso em uma indústria multinacional. *Anais do XIV SIMPOI Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais*, p. 1-15, 2011.

BEHMER, Manuel Lecy Arruda. *Tecnologia do leite*, SP: 13º ed. Editora Noel, 1999, 320p.

BELOTI et al. Qualidade microbiológica e físico-química do leite cru refrigerado produzido no município de Sapopema/PR. *Revista Eletrônica de Medicina Veterinária*. Ano IX – Número 16 – Janeiro de 2011. Disponível em:<<http://www.revista.inf.br/veterinaria16/artigos/art02.pdf>>, Acesso em: 20 Jan. 2013.

BENTLEY INSTRUMENTS INC. *Bactocount 150 operator's manual*. Chaska: Bentley Instruments Inc., 2002. 49p.

BERG, G.V. et al. Consequences of coldstorage of milk. *Voed. Mid. Techn.*, v. 31, n.8, p. 101-104, 1998.

BIRD, J. Changes in the dairy industry in the last 30 years. *Journal of the Society of Dairy Microbiology*, v. 46, n.1, p. 5-9, 1993.

BRANDÃO, S. C. C. Pontos fundamentais da coleta a granel. *Leite Brasil*, 5ª Ed. p.12-21, 1998.

BRASIL, Instrução Normativa n. 51, de 18 de setembro de 2002. *Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade do Leite tipo A, Leite tipo B, do Leite tipo C, do leite Pasteurizado e do leite Cru refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu transporte a granel*. Brasília, DF. Ministério da Agricultura, Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Publicado no Diário Oficial da União de 20 de setembro de 2002, Seção 1, p. 83, 2003.

BRASIL, Instrução Normativa n. 75, de 28 de outubro de 2003. *Regulamento Técnico para Seleção, Projeto, Fabricação e Manutenção de Tanques Isotérmicos Destinados à Coleta e ao Transporte de Leite e Derivados Fluidos*. Brasília, DF. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Publicado no Diário Oficial da União de 30 de outubro de 2003, Seção 1, p. 13, 2002.

BRASIL, R. B. et al. Avaliação da qualidade do leite cru em função do tipo de ordenha e das condições de transporte e armazenamento. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 67, n. 389, p. 34-42, 2012.

BRASIL. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Diário Oficial da União*, 30 de dezembro de 2011. Seção 1, p. 6-11.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). BRASIL: projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-2012%20a%202021-2022%20\(2\)\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-2012%20a%202021-2022%20(2)(1).pdf)> Acesso em: 18 abr. 2012.

BRITO, J. R.; et al. Estruturação de um programa de Treinamento para produção de leite seguro: o exemplo do Programa Alimentos Seguros/Campo – segmento de leite. In: DÜRR, J. R.; SANTOS, M. V. *O compromisso com a qualidade do leite no Brasil*. Passo Fundo: UPF; 2004. p.178-182.

BUENO, V. F. et al. Influência da Temperatura de armazenamento e do sistema de utilização do tanque de expansão sobre a qualidade microbiológica do leite cru. *Higiene Alimentar*, v. 18, p. 62-67, 2004.

CAIXETA-FILHO, J. V. et al. Movimentação rodoviária de produtos agrícolas selecionados. In: CAIXETA-FILHO, J. V.; GAMEIRO, A.H. *Transporte e logística em sistemas agroindustriais*. São Paulo: Atlas, 2001.

CERQUEIRA, M. M. O. P. et al. Características microbiológicas de leite cru e beneficiado em Belo Horizonte (MG). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.46, n.6, p.713-721, 1994.

CERQUEIRA, M. M. O. P. et al. Avaliação da qualidade do leite estocado em tanque de imersão e expansão por 48 horas. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 54, p. 251-254, 1999.

CERQUEIRA, M. M. O. P et al. Impacto da qualidade da matéria-prima na indústria de laticínios. 2009, p. 1-15. Disponível em: <[http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSu7zK1fslxtUOYt9Px_Uev7qe17zHvTSevTSevTSeSSSSSS-->](http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?mwsId=SSSSSu7zK1fslxtUOYt9Px_Uev7qe17zHvTSevTSeSSSSSS-->) Acesso em: 12 dez. 2012.

CERQUEIRA, M. M. O. P. et al. Boas práticas de coleta e transporte de leite. *Anais do 11º Congresso Pan-Americano do Leite (FEPALÉ)* - Belo Horizonte – MG. 2010.

- CHAMBERS, J. V. The microbiology of raw milk. In: ROBINSON, R. K. (Ed.). *Dairy Microbiology Handbook*. New York: Wiley-Interscience, 2002. p. 39-90.
- CHEN, L. et al. Detection and impact of protease and lipase in milk powders. *International Dairy Journal*, v.13, p.255-275, 2003.
- COELHO, K. O. et al. Níveis de células somáticas sobre a proteólise do queijo Mussarela. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* v.13, n.3, p. 682-693, 2012.
- CORRÊA, C. C. et al. A logística de coleta e distribuição do leite como diferencial competitivo para os pequenos processadores de leite. *Anais do 48º Congresso SOBER (Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – Campo Grande –MS, p. 1-21, jul. 2010.*
- CORREIA, L. F. M. et al. Custos de coleta de leite e avaliação da eficiência em Indústrias de laticínios. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 67, n. 388, p. 15-24, 2012.
- CRUZ, A. G. et al. Pré requisitos para implementação do sistema APPCC em uma linha de alface minimamente processada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 1. p. 104-109, 2006.
- DELTA INSTRUMENTS: CombiscopeFTIR – analisador automático para gordura, proteína, lactose, sólidos, ponto de congelamento e CCS. *Guia do usuário*. The Netherlands. 2ª Revisão. 2008.
- FERREIRA, A. G. et al. Avaliação da qualidade do leite do Sudoeste do Paraná. *Anais do II Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR - Campus Dois Vizinhos*, p. 1-4, outubro/2012.
- FOLMER, D. M.; SOUTO, L. I. M. Avaliação das condições de Boas Práticas na coleta e transporte de Leite Cru a granel. *Revista Veterinária e Zootecnia*, v. 13, n. 3, p. 386-393. 2010.
- FONSECA, L. F. L. Leite a granel: modelo moderno de estocagem e transporte. *Leite e Derivados*. n. 40, p. 16-21, 1998.
- GARCIA ARMESTO, R.; SUTHERLAND, A. D. Temperature characterization of psychrotrophic and mesophilic *Bacillus* species from milk. *Journal of Dairy Research*, v. 64, p. 261-270, 1997.
- GUIMARÃES, R. Importância da matéria-prima para a qualidade do leite fluido de consumo. *Higiene Alimentar*, v. 16, n. 102-103, p. 25-34, 2002.
- HARMON, R.J. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Science*, v.77, p.2103-2113, 1994.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). *Ecologia Microbiana de los Alimentos 1: fatores que afectan a lasupervivencia de los microorganismos en los alimentos*, Zaragoza, Acribia, 1980, 332p.
- IZIDORO, T. B. Efeito da multiplicação de microrganismos psicrotróficos sobre as características físico - químicas do leite cru (Dissertação de Mestrado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2008. 94p.
- JANK, M. S.; GALAN, V. B. Competitividade do sistema agroindustrial do leite no Brasil In: Congresso Nacional de Laticínios, *Anais...Juiz de Fora: EPAMIG*, 1998, p. 72-82.
- KRUG, E. E. B. *Manual de produção leiteira*. Cooperativa Central Gaucha de Leite, Porto Alegre: CCGL, 2º Ed, 1992, 176p.

LIMA, M.; O Custeio do Transporte Rodoviário. Rede: *O Gerente*. Disponível em:

<<http://www.ogerente.com.br/log/dt/logdt-custeio transporte rodoviario.htm>> Acesso em: 10 maio 2011.

LOBO, D. S. et al. Logística de Transporte na coleta de leite: Instrumento para a gestão em uma Cooperativa Agropecuária Brasileira. *Anais do XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET)* – Florianópolis - SC. p. 1135-1146. 2004.

LORENZETTI, D. K. Influência do tempo e da temperatura no desenvolvimento de microrganismos psicrotróficos no leite cru de dois estados da região Sul (Dissertação Mestrado). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006. 71 p.

MAGALHAES, E. W. R. et al. Quantificação dos custos de transporte rodoviário da coleta de leite em tanques de expansão à indústria de laticínios. *Revista INGEPRO*, v. 1, n. 3, p. 54-63, 2009.

MARSHALL, R.T. (1992). *Standard methods for the examination of dairy products*. (sixteenth ed.). Washington: American Public Health Association.

MARTINS, R. S. et al. Alterações da rede logística e expansão do mercado de leite longa vida no Brasil. *Organizações rurais e agroindustriais*, Lavras, v. 1, n. 2, p. 55-69, 1999.

MARTINS, R.S. et al. Desenvolvimento de uma ferramenta para a gestão da logística da captação de leite de uma Cooperativa Agropecuária. *Gestão e Produção*, v. 11, n. 3, p. 439-440, set-dez. 2004.

MARTINS, R. S.; MARTINS, S. S. Parâmetros para gestão da logística de transporte na coleta de leite. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, Lavras, v. 8, n. 3, p. 344-353, 2006.

MARTINS, P. R. G. et al. Produção e qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas-RS em diferentes meses do ano. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 209-214, 2006.

MONARDES, H. Programa de pagamento de leite por qualidade em Québec, Canadá. In: *Simpósio Internacional sobre Qualidade do Leite. Anais*. Curitiba: UFPR, 88p. p.40-43. 1998.

NÖRNBERG, M. F. B. L. et al. Bactérias Psicrotróficas e atividade proteolítica no leite cru refrigerado. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 37, n. 2, p. 157-163, 2009.

OLIVEIRA, C. F. et al. Eficácia do “tetra-test” como ferramenta de gestão da qualidade do leite. *Ciência Animal Brasileira*, v.13, n.3, p. 359-367, jul./set. 2012.

PAIVA, C. A. V. et al. Evolução anual da qualidade do leite cru refrigerado processado em uma indústria de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.64, n.2, p.471-478, 2012.

PINHEIRO, A. J. R. et al. Processamento de leite de consumo. Viçosa. 1978. 183p.

PAIXÃO, M. G. et al. Carretagem de leite a granel: um estudo de caso. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 66, n. 382, p. 42-47, 1999.

PINHEIRO, F. F. Sistema de Pagamento como Incentivo à Qualidade do Leite (Palestra). *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Buiatria*, Suplemento 1, p. 1-6. 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/7672/5445>>, Acesso em: 24 Nov.2012.

PINTO, C. L. O. et al. Bactérias Psicrotróficas Proteolíticas e Potencial

- Determinador a Temperaturas de Refrigeração. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 59, n. 339, p. 110-117, 2004.
- PINTO, C. L. O. et al. Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e isolamento de bactérias psicotróficas proteolíticas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, n. 3, p. 645-651, 2006
- R. ZOCCAL. Ranking da produção de leite por Estado, 2010/2011. Embrapa Gado de Leite. Disponível em: <<http://www.cnpqi.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/tabela0240.php>> Acesso em: 21 Jun 2012.
- REDDY, I. S. et al. Bacteriological of cow milk. *Indian Journal of Dairy Science*, v.42, n.3, p. 650-652, 1989.
- RESENDE, D. C.; JÚNIOR, A. B. Trajetórias tecnológicas na coleta de leite: o caso CAARG. *Caderno de Administração Rural, Lavras*, v. 10, n. 2, p. 14-20, 1998.
- RIBEIRO, M. E. R. et al; *Sistemas de pecuária leiteira: uma visão na região de clima temperado*. 1.ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000.195p.
- RIBEIRO, P. C. C. et al. Transporte na Indústria de Laticínios: Um estudo de caso. *Anais do XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Ouro Preto, MG*, p.1-7, 2003.
- RIBEIRO NETO, A. C.; et al. Qualidade do leite cru refrigerado sob inspeção federal na região nordeste. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.64, n.5, p.1343-1351, 2012
- RUBEZ, J. O Leite nos últimos 10 anos. Leite Brasil: Associação Brasileira dos Produtores de Leite. Set. 2003. Disponível em : <http://www.leitebrasil.org.br/artigos/jrubez_093.htm> Acesso em: 02 Maio 2011.
- SAMPAIO, I. *Relatório das atividades de pós-doutorado no período de 03/09/1992 a 04/03/1993*. Madrid: Universidade Politécnica de Madrid, 1993, 123p.
- SANT´ANNA, D. D. *Análise de viabilidade e risco de implantação da coleta de leite a granel – (dissertação de Mestrado)*, UFV, Viçosa – MG, 2000. 114p.
- SANTAN, E. H. W. et al. Contaminação do leite em diferentes pontos do processo de produção: I. Microrganismos aeróbios mesófilos e psicotróficos. Seminário em Ciências Agrárias, Londrina, 22, n.2, p. 145-154, 2001.
- SANTOS, D.; BERGMANN, G. P. Influência da Temperatura durante o transporte, na qualidade microbiológica do leite cru. Parte I: Mesófilos Aeróbios. *Revista Higiene Alimentar*, v. 17, n. 109, p. 69-74, 2003a.
- SANTOS, D.; BERGMANN, G. P. Influência da Temperatura durante o transporte, na qualidade microbiológica do leite cru. Parte III: Psicótrofos. *Revista Higiene Alimentar*, v. 17, n. 110, p. 80-84, 2003c.
- SANTOS, J. M. *Leite cru refrigerado: características físico-químicas, Microbiológicas e desenvolvimento de Microrganismos psicotróficos*. (Dissertação de Mestrado) – Universidade dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Diamantina – MG. 2010, 58p.
- SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L.; *Estratégias para Controle de Mastite e Melhoria da Qualidade do leite*. Barueri, SP: Manole; Pirassununga, SP: Ed. dos Autores, 2007, 328p.
- SANTOS, M.V. O uso da CCS em diferentes países. In: MESQUITA, A.J, DÜRR, J.W.; COELHO, K.O. *Perspectivas e Avanços da Qualidade do Leite no Brasil*.

1.ed. Passo Fundo: Ed. Talento, 2006. p. 83-94.

SILVA, M. A. P. *Influência dos tipos de ordenha, transporte e tempo de armazenamento na qualidade do leite cru refrigerado da Região Sudoeste do Estado de Goiás*. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Goiás – Goiânia – GO. 2008, 83p.

SILVA, M. A. P. et al. Influência do transporte a granel na qualidade do leite cru refrigerado. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 68, n. 3, p. 381-387, 2009.

SILVESTRE, J. R. A.; BASTOS, A. Pecuária: Resfriamento de leite e coleta a granel. *Informação Tecnológica- Emater-MG*. Abril, 2000. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/doc%5Csite%5Cserevicoseprodutos%5Clivraria%5CPecu%C3%A1ria%5CResfriamento%20do%20Leite%20e%20Coleta%20a%20Granel.pdf>> Acesso em 03 Maio 2011.

SOARES, C. F. *Racionalização das linhas de coleta de leite: uma análise da bacia leiteira de Viçosa*: UFV. (Tese de Mestrado), 1988, 71p.

SOARES, M. G. et al. Logística da coleta de leite na Inglaterra: oportunidades para redução de custos. *Preços Agrícolas*, v.11, n. 31, p. 11-15, 1997.

SOBRINHO, F. F. et al. *Coleta de leite a granel*. Fundação João Pinheiro (Monografia). Belo Horizonte – MG. 1995.




STATA CORP. (2011). Stata Statistical Software: Release 12. College Station, TX: StataCorp LP.

TEIXEIRA, S. R.; RIBEIRO, M. T. *Transporte do leite a granel*. Instrução Técnica para o Produtor de Leite. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2006, 2p.

Anexo 1

Quadro demonstrativo de bonificação/desconto pago por litro de leite aos produtores de uma indústria de laticínios segundo a qualidade.

Legenda:

| | |
|-------------|---|
| Bonificação |  |
| Neutro |  |
| Desconto |  |

| CBT | R\$/L CBT |
|------------|-----------|
| <=20000 | 0,0400 |
| 30.000 | 0,0386 |
| 50.000 | 0,0357 |
| 60.000 | 0,0343 |
| 90.000 | 0,0300 |
| 92.000 | 0,0297 |
| 95.000 | 0,0293 |
| 98.000 | 0,0289 |
| 100.000 | 0,0286 |
| 150.000 | 0,0214 |
| 180.000 | 0,0171 |
| 200.000 | 0,0143 |
| 240.000 | 0,0086 |
| 250.000 | 0,0071 |
| 280.000 | 0,0029 |
| 300.000 | 0,0000 |
| 350.000 | 0,0000 |
| 400.000 | 0,0000 |
| 450.000 | 0,0000 |
| 500.000 | 0,0000 |
| 550.000 | 0,0000 |
| 600.000 | -0,0100 |
| 650.000 | -0,0167 |
| 700.000 | -0,0233 |
| >= 750.000 | -0,0300 |

| CCS | R\$/L CCS |
|------------|-----------|
| <= 250.000 | 0,0400 |
| 260.000 | 0,0374 |
| 280.000 | 0,0320 |
| 300.000 | 0,0267 |
| 340.000 | 0,0160 |
| 342.000 | 0,0155 |
| 345.000 | 0,0147 |
| 348.000 | 0,0139 |
| 350.000 | 0,0133 |
| 400.000 | 0,0000 |
| 450.000 | 0,0000 |
| 500.000 | 0,0000 |
| 550.000 | 0,0000 |
| 600.000 | -0,0100 |
| 650.000 | -0,0133 |
| 700.000 | -0,0167 |
| >=750.000 | -0,0200 |

| MG | R\$/L MG |
|--------|----------|
| ,=2,00 | -0,0600 |
| 2,05 | -0,0573 |
| 2,10 | -0,0545 |
| 2,20 | -0,0491 |
| 2,30 | -0,0436 |
| 2,40 | -0,0382 |
| 2,50 | -0,0327 |
| 2,60 | -0,0273 |
| 2,70 | -0,0218 |
| 2,80 | -0,0164 |
| 2,90 | -0,0109 |
| 3,00 | -0,0055 |
| 3,10 | 0,0000 |
| 3,20 | 0,0045 |
| 3,30 | 0,0091 |
| 3,40 | 0,0136 |
| 3,50 | 0,0182 |
| 3,60 | 0,0227 |
| 3,70 | 0,0273 |
| 3,80 | 0,0318 |
| 3,90 | 0,0364 |
| 4,00 | 0,0409 |
| 4,10 | 0,0455 |
| 4,20 | 0,0500 |
| 4,30 | 0,0533 |
| 4,40 | 0,0567 |
| >=4,5 | 0,0600 |

| PT | R\$/L PT |
|--------|----------|
| ,=2,00 | -0,0600 |
| 2,05 | -0,0573 |
| 2,10 | -0,0545 |
| 2,20 | -0,0491 |
| 2,30 | -0,0436 |
| 2,40 | -0,0382 |
| 2,50 | -0,0327 |
| 2,60 | -0,0273 |
| 2,70 | -0,0218 |
| 2,80 | -0,0164 |
| 2,90 | -0,0109 |
| 3,00 | 0,0000 |
| 3,10 | 0,0100 |
| 3,20 | 0,0200 |
| 3,30 | 0,0300 |
| 3,40 | 0,0400 |
| 3,50 | 0,0500 |
| 3,60 | 0,0567 |
| 3,70 | 0,0633 |
| >=3,8 | 0,0700 |

Fonte: Fornecido pela empresa.