

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS E CONDIÇÕES DE
EMBALAGEM SOBRE A VIDA-DE-PRATELEIRA DO LEITE FLUIDO COM
ÊNFASE NO JULGAMENTO DE DEFEITOS DE SABOR**

Georgiana Sávia Brito Aires
Médica Veterinária

Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig
Orientador

Prof. Dr. José de Assis Fonseca Faria
Co-orientador

Campinas - SP
2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
ÁREA DE LEITE E DERIVADOS

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS E CONDIÇÕES DE
EMBALAGEM SOBRE A VIDA-DE-PRATELEIRA DO LEITE FLUIDO COM
ÊNFASE NO JULGAMENTO DE DEFEITOS DE SABOR**

Georgiana Sávia Brito Aires
Médica Veterinária

Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig
Orientador

Prof. Dr. José de Assis Fonseca Faria
Co-orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos
da Universidade Estadual de Campinas
para obtenção do título de Doutor em Tecnologia de Alimentos

Campinas - SP
2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

Aires, Georgiana Sávia Brito
Ai76i Avaliação de diferentes tratamentos térmicos e
condições de embalagem sobre a vida-de-prateleira /
Georgiana Sávia Brito Aires. – Campinas, SP: [s.n.],
2007.

Orientador: Salvador Massaguer Roig
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Leite. 2. Tratamento térmico. 3.
Embalagem. 4. Vida de prateleira. 5. Sabor. I.
Massaguer Roig, Salvador. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de
Alimentos. IV. Título.

Titulo em ingles: Evaluation of different thermal treatment and package conditions
about fluid milk shelf life emphasinzg the judgement off flavor
defects

Palavras-chave em inglês (Keywords): Milk, Thermal treatment,
Package,

Shelf life, Flavor

Titulação: Doutor em Tecnologia de Alimentos
Banca examinadora: Salvador Massaguer Roig

Arnaldo Yoshiteru Kuaye

Leila Maria Spadoti

Mirna Lúcia Gigante

Rodrigo Rodrigues Petrus

Selma Bergara Almeida

Data de defesa: 26/7/2007

Programa de Pós-Graduação: Programa em Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig
Orientador

Prof. Dr. Arnaldo Y. Kuaye
Membro

Profa. Dra. Leila Maria Spadoti
Membro

Profa. Dra. Mirna Lúcia Gigante
Membro

Prof. Dr. Rodrigo Rodrigues Petrus
Membro

Profa. Dra. Selma Bergara Almeida
Membro

DEDICATÓRIA

A *José Antônio*, meu marido,
motivo de minha perseverança,
dedicado companheiro de todos os momentos,
e meu maior incentivador;

a *George*, meu filho,
razão de minha existência e toda minha luta;

dedico a vocês esta conquista,
pelo amor, dedicação e abdicação nesta caminhada
e por existirem e preencherem minha vida.

Aos meus pais,

Deijayme e Maria José,

Pelo amor, dedicação e educação recebidos.

Aos meus irmãos,

Elana, Tatiana, Silvana e Deijayme Jr.

pela amizade e apoio, mesmo longe.

AGRADECIMENTOS

A Deus acima de tudo e de todos;

À Faculdade de Engenharia de Alimentos e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da UNICAMP, pela oportunidade de realizar o curso;

Ao Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal - UNIPINHAL, pela oportunidade de realizar parte importante deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig, pela amizade e orientação dedicada;

Ao Prof. Dr. José de Assis Fonseca Faria, pela co-orientação, fundamental para realização deste trabalho;

Aos Professores, Dr. Arnaldo Y. Kuaye, Dra. Leila Maria Spadoti, Dra. Mirna Lúcia Gigante, Dr. Rodrigo Rodrigues Petrus, Dra. Selma Bergara Almeida; pelas importantes sugestões que ajudaram a enriquecer este trabalho;

À Dra. Valéria Christina Amstalden Junqueira, pela importante colaboração nas análises microbiológicas;

Ao Prof. M.Sc. Benedito de Freitas Bueno, pela fundamental orientação na análise estatística;

Ao Dr. João Batista Giordano, pela revisão do texto;

Ao amigo Eduardo Henrique Walter, pela amizade e valiosa colaboração na realização deste trabalho;

A amiga Eliane de Fátima Pesoti Monteiro, pela presteza e valiosa ajuda na elaboração de todas as etapas deste trabalho;

Aos amigos e parceiros, Ana Laura, Aparecido, Elis Regina, Sebastiana, Thaís, Aline Camila e Claudio, por participarem dos momentos mais árduos da pesquisa;

Aos membros do painel de julgadores, Eliane, Marina, Milena, Marília, Fábio, Thaís e Aline, pela colaboração, dedicação e perseverança durante o treinamento e julgamento, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho;

Aos funcionários da FEA, Alice, Ana Lourdes, Bete, Adauto, Bernadete, Marlene;

Às funcionárias do UNIPINHAL, Milena Bertonceli;

Às funcionárias do ITAL, Claudia e Heloísa;

Aos colaboradores da etapa final, Beto e Negri, que não se importaram com os estranhos horários;

E a todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Seja qual for o seu sonho, comece.
Ousadia tem genialidade, poder e magia.”*

(Johann Wolfgang Goethe)

*"Bom mesmo é ir à luta com determinação,
abraçar a vida e viver com paixão,
perder com classe e viver com ousadia,
pois o triunfo pertence a quem se atreve...
E a vida é muito para ser insignificante".*

(Charles Chaplin)

RESUMO

Em busca de melhoria de qualidade para atender um consumidor cada vez mais exigente, a indústria procura, através de tecnologias eficientes e menos onerosas aumentar a vida-de-prateleira do leite. Como exemplo dessas tecnologias podemos incluir qualidade da matéria-prima, tratamentos térmicos, controle de temperatura de estocagem e sistemas de embalagem. A vida útil do leite poderá ser aumentada por essas condições operacionais, pois elas são capazes de eliminar e/ou suprimir o crescimento de alguns grupos de microrganismos. Com este objetivo, esta pesquisa buscou avaliar os efeitos de diferentes binômios de tratamento térmico do leite, material de embalagem, procedimento de sanitização de embalagem e ambiente de envase do produto. Para tanto, 3 tratamentos térmicos foram aplicados (74°C/15s, 96°C/13s e 138°C/2s). Os leites obtidos foram envasados em garrafas de polietileno de alta densidade (PEAD) sanitizadas com ácido peracético a 0,1%/15min e garrafas não sanitizadas, bem como em saquinhos de polietileno de baixa densidade (PEBD) sanitizados com radiação ultravioleta (254nm). O leite pasteurizado foi envasado em saquinho na sala limpa e em planta de processamento. Os leites processados foram avaliados físico-química, microbiológica e sensorialmente em intervalos de 2 a 3 dias, ao longo da vida-de-prateleira, que variou de 10 a 24 dias para o leite pasteurizado envasado no saquinho e de 17 a 31 dias para o leite pasteurizado envasado na garrafa. No leite super-pasteurizado a vida-de-prateleira variou de 6 a 22 dias para o leite envasado no saquinho e de 31 a 42 dias para o leite envasado na garrafa. O leite ultra-pasteurizado teve uma variação na vida-de-prateleira de 3 a 14 dias para o leite envasado no saquinho e 41 a 52 dias para o leite envasado na garrafa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 8 tratamentos e 3 repetições. O efeito das variáveis tratamento térmico, embalagem e repetição foi analisado através de Análise de Variância (ANOVA), com tratamentos desdobrados em multifatores. Os procedimentos de sanitização de embalagem e condição de envase foram analisados separadamente, através de comparação entre os tratamentos, utilizando-se como ferramenta estatística o teste t para amostras independentes, presumindo variâncias homogêneas. As médias utilizadas nos tratamentos foram relativas à vida-de-prateleira em dia, dos leites processados, em cada lote (repetição), em função da contagem de mesófilos, psicrótrófos e do julgamento sensorial. A avaliação sensorial foi feita pela metodologia do *scorecard* da *American Dairy Science Association*. Os leites tratados nas temperaturas mais elevadas (138 e 96°C) e envasados em garrafas em sala limpa apresentaram maior vida-de-prateleira e também maior pontuação para sabor, quando comparados com os leites envasados em saquinhos nas mesmas condições. Entretanto, não houve diferença significativa entre garrafa sanitizada e não sanitizada para a temperatura de 138°C. Por outro lado, a sanitização de garrafas com ácido peracético contribuiu para diminuição da pontuação de sabor dos leites, que apresentaram um defeito de sabor estranho, principalmente nos primeiros 15 dias de estocagem. O ambiente de envase (dentro e fora da sala limpa) não influenciou no aumento de vida-de-prateleira do leite pasteurizado envasado em saquinho.

Palavras-chave: leite, tratamento térmico, embalagem, defeito de sabor, vida-de-prateleira.

ABSTRACT

Searching the improvement of quality, to please a more and more demanding customer, the industry tries to increase the shelf-life of milk using efficient and less expensive technology. As an example of these technologies, the quality of raw material, thermal treatment, temperature control in the storage and packing systems can be included. Milk life can be increased by the use of these operational conditions, as they can eliminate and/or suppress the growth of some groups of microorganisms. According to the mentioned objective, this research tried to evaluate the effects of different thermal treatment of the milk, material of containers, sanitation procedures for packing, and place where the milk is bottled. Three kinds of thermal treatment have been used (74°C/15s, 96°C/13s, and 138°C/2s). The milk that was obtained was bottled in high density polyethylene bottles (HDPE) sanitized with peracetic acid (0,1%/15min), and in non-sanitized bottles as well as in low density polyethylene (LDPE) pouches sanitized with ultraviolet radiation (254nm). The pasteurized milk was bottled in bags in a clean room in a processing plant. The processed milk was physio-chemically, microbiologically and sensorially evaluated in intervals of 2 to 3 days in the shelf-life, and it varied from 10 to 24 days in relation to the pasteurized milk in bags while the variation for the pasteurized bottled milk was from 17 to 31 days. The shelf-life of the super pasteurized milk varied from 6 to 22 days for the milk in bags, and from 31 to 42 days for the pasteurized milk in bottles. The shelf-life of the ultra-pasteurized milk in bags varied from 3 to 14 days, and from 41 to 52 days in relation to the bottled milk. The experimental delineation used was a multifactor analysis of variance with 8 kinds of treatment and 3 repetitions. The effect of the variables thermal treatment, packing and repetition has been analyzed through Variance Analysis (ANOVA), with different treatment unfolded in multi-factors. The sanitizing procedures for packing and bottling conditions were analysed separately comparing different treatment, and using Student test t, for independent samples, as statistics tools. Homogeneous variances have been assumed. The grades used in different treatment for processed milk, were related to shelf-life each day, in each repetition according to the counting of mesophilics, psychrotrophs, and sensorial judgement. The sensorial evaluation used the scorecard methodology of the American Dairy Science Association. The milk treated in the highest temperatures (138° to 96°) and bottled in bottles in a clean room presented longer shelf-life as well as higher grades in relation to flavor when compared to the milk in pouches under the same conditions. However, there was no significant difference between sanitized and non-sanitized bottles in a temperature of 138°C. On the other hand, the sanitation of bottles with peracetic acid contributed to a lower grade in milk flavor that presented a strange flavor especially on the first 15 days of storage. The place where the milk is bottled (in and out of the clean room) did not show any influence in the increase of shelf-life in pasteurized milk in pouches.

Key words: milk, thermal treatment, packing, flavor defect, shelf-life.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS	21
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
3.1. Fatores que influenciam a vida-de-prateleira do leite fluido.....	22
3.1.1. Qualidade microbiológica do leite in natura	23
3.1.2. Tratamento Térmico	24
3.1.3. Contaminação pós-pasteurização	27
3.1.4. Microrganismos termo-resistentes.....	28
3.1.5. Temperatura de Estocagem e Distribuição.....	29
3.2. Tecnologias aplicadas para obtenção de leite de vida-de-prateleira Estendida (VPE).....	31
3.2.1. Tecnologias de processamento para otimizar a vida-de-prateleira do leite fluido	31
3.2.2. Material de embalagem	34
3.2.3. Sistemas de embalagem	37
3.2.4. Contaminação de embalagens e agentes de sanitização.....	38
3.2.5. Contaminação do ar e áreas limpas	40
3.2.6. Modificações Físicas	42
3.2.7. Modificações na formulação: uso de bioconservadores	44
3.3. Julgamento sensorial de leite fluido pela metodologia do scorecard	45
3.3.1. Avaliação e julgamento de defeitos de sabor	46
3.3.2. Defeitos de sabor no leite	47
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	49
4.1. Matéria-prima	49
4.2. Preparo de defeitos e treinamento do painel de julgadores de defeitos de sabor em leite	50
4.3. Embalagens	52
4.4. Equipamentos.....	52

4.4.1. Contador eletrônico para contagem de partículas totais na sala Limpa	52
4.4.2. Filtros de água para limpeza de equipamentos	52
4.5. Soluções de higienização	53
4.6. Medidores de residual de soluções de higienização.....	54
4.7. Linha de processamento	54
4.8. Sala limpa para acondicionamento do produto`	55
4.9. Testes preliminares	56
4.10. Controles que antecederam aos processamentos.....	58
4.10.1. Análise microbiológica das embalagens.....	58
4.10.2. Controle de residual de peróxido de hidrogênio nas garrafas PEAD	58
4.11. Delineamento Experimental.....	58
4.12. Condições experimentais	59
4.12.1. Processamentos térmicos	60
4.12.2. Tipos de Embalagem.....	61
4.12.3. Procedimento de descontaminação das embalagens.....	62
4.12.4. Ambientes de envase	62
4.13. Descrição do processo	63
4.13.1. Caracterização da matéria-prima.....	63
4.13. 2. Processamentos térmicos	64
4.13.3. Acondicionamento do produto	65
4.14. Higienização dos equipamentos	67
4.14.1. Higienização da linha de processamento	67
4.14.2. Sanitização das embalagens.....	68
4.14.3. Higienização da sala limpa.....	70
4.14.4. Higienização de latões, máquina envasadora, tanques e Utensílios.....	70
4.14.5. Sanitização dos filtros de água para limpeza dos equipamentos	71
4.15. Controles simultâneos aos processamentos	72
4.15.1. Contagem eletrônica de partículas totais em suspensão na sala	

Limpa	72
4.15.2. Monitoração de microrganismos no ar na sala limpa.....	72
4.16. Caracterização dos leites processados	73
4.16.1. Caracterização físico-química	73
4.16.2. Caracterização microbiológica.....	73
4.16.3. Análise sensorial	74
4.17. Avaliações para estimativa de vida-de-prateleira do leite processado	74
4.18. Análise estatística dos resultados	75
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
5.1. Controles que antecederam aos processamentos.....	76
5.1.1. Análise microbiológica das embalagens antes da sanitização	76
5.1.2. Controle de residual de peróxido de hidrogênio nas garrafas PEAD ..	77
5.2. Controles simultâneos aos processamentos na sala limpa	77
5.2.1. Pressurização	77
5.2.2. Contagem de partículas totais no ar na sala limpa.....	77
5.2.3. Monitoração de microrganismos no ar.....	78
5.2.3.1. Monitoração do ar da sala limpa.....	78
5.2.3.2. Monitoração do ar fora da sala limpa	78
5.3. Caracterização da matéria-prima	79
5.3.1. Histórico da temperatura da matéria-prima	79
5.3.2. Caracterização físico-química da matéria-prima	81
5.3.3. Caracterização microbiológica da matéria-prima.....	83
5.3.4. Avaliação sensorial da matéria-prima	86
5.4. Tratamentos térmicos aplicados ao leite	88
5.5. Caracterização dos leites processados	90
5.5.1. Temperatura de envase do leite processado nos diferentes tratamentos térmicos	90
5.5.2. Caracterização físico-química dos leites processados	91
5.5.3. Caracterização microbiológica dos leites processados	93
5.5.4. Contagem de <i>Bacillus cereus</i> nos leites processados.....	96

5.5.5. Avaliação de defeitos de sabor dos leites processados	101
Avaliações para estimativa de vida-de-prateleira dos leites processados	107
5.7. Avaliação do perfil de defeitos de sabor dos leites processados durante a estocagem	125
5.8. Análise estatística dos resultados	126
5.8.1. Avaliação do efeito do tratamento térmico e do tipo de embalagem sobre a vida-de-prateleira dos leites processados em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial.....	126
5.8.2. Avaliação do efeito da sanitização da embalagem sobre a vida-de-prateleira dos leites processados em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial.....	131
5.8.3. Avaliação do efeito do ambiente de envase sobre a vida-de-prateleira dos leites processados em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial.....	132
6. CONCLUSÕES	134
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
8. ANEXOS	146

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Linha de processamento de leite.....	55
Figura 2. Fluxograma de processamento do leite fluido	57
Figura 3. Envase e fechamento das garrafas de PEAD, na sala limpa	65
Figura 4. Acondicionamento do leite em saquinhos de PEBD, na sala Limpa	66
Figura 5. Perfil de defeitos da matéria-prima nos lotes 1, 2 e 3. (% de julgadores que registrou cada defeito)	87
Figura 6. Perfil de defeitos dos leites processados no lote 1, com 1 dia de estocagem (% de julgadores que identificou cada defeito).....	102
Figura 7. Perfil de defeitos dos leites processados no lote 3, com 1 dia de estocagem (% de julgadores que identificou cada defeito)	104
Figura 8. Perfil de defeitos dos leites processados no lote 3, com 1 dia de estocagem (% de julgadores que identificou cada defeito)	106
Figura 9. Perfil de defeitos do leite pasteurizado 74/SL/S no Lote 1, ao longo de 14 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)	111
Figura 10. Perfil de defeitos do leite pasteurizado 74/X no Lote 2, ao longo de 13 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)	112
Figura 11. Perfil de defeitos do leite pasteurizado 74/SL/G no Lote 1, ao longo de 23 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)	113
Figura 12. Perfil de defeitos do leite super-pasteurizado 96/SL/S no Lote 2, ao longo de 10 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito).....	117

Figura 13. Perfil de defeitos do leite super-pasteurizado 96/SL/G no Lote 3, ao longo de 36 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito).....	118
Figura 14. Perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado 138/SL/G no lote 2, ao longo de 41 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito).....	122
Figura 15. Perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado 138/Y no lote 2, ao longo de 31 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)	123
Figura 16. Perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado 138/SL/S no lote 2 ao longo de 10 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Binômios temperatura x tempo de pasteurização utilizados em diversos países	25
Tabela 2. Efeito da temperatura de estocagem na vida útil de leite Pasteurizado	30
Tabela 3. Fase lag e tempo de geração de <i>Listeria monocytogenes</i> em produtos lácteos fluidos em várias temperaturas	30
Tabela 4. Conceitos de embalagens para diferentes tratamentos térmicos do leite.....	35
Tabela 5. Média de contagem bacteriana em laminados cartonados com área de 100cm ²	38
Tabela 6. Classe do leite quanto ao sabor, faixa de pontuação e descrição específica do sabor do leite.....	47
Tabela 7. Categorias de defeitos de sabor para leite.	48
Tabela 8. Tratamentos e condições experimentais	59
Tabela 9. Binômios tempo x temperatura utilizados nos tratamentos térmicos do leite em trocador de calor a placas	64
Tabela 10. Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e <i>Bacillus cereus</i> em embalagens não sanitizadas.....	76
Tabela 11. Contagem de partículas totais no ar na sala limpa em Operação.....	78
Tabela 12. Contagem média de mesófilos aeróbios na sala limpa em operação nos 3 lotes	78
Tabela 13. Contagem de mesófilos aeróbios fora da sala limpa nos 3 processamentos (repetições)	79
Tabela 14. Histórico de temperatura da matéria-prima.....	80
Tabela 15. Caracterização físico-química da matéria-prima nos 3 lotes	81
Tabela 16. Contagem de mesófilos, psicrotróficos, <i>B. cereus</i> , células somáticas (CCS) e pesquisa de resíduos de antibiótico (ATB) na matéria-prima, nos 3 lotes	84
Tabela 17. Binômios temperatura x tempo aplicados nos tratamentos Térmicos.....	89
Tabela 18. Temperatura do leite no momento do envase na sala limpa e fora da sala limpa	91
Tabela 19. Características físico-químicas dos leites processados com 1 dia de estocagem, envasados em garrafas e saquinhos	92
Tabela 20. Análises microbiológicas realizadas nos leites processados com 1 dia de estocagem, envasados em garrafas e saquinhos	95
Tabela 21. Contagem de <i>B. cereus</i> mesófilos e/ou psicrotróficos em amostras de leite pasteurizado, super-pasteurizado e ultra-pasteurizado ao longo da vida-de-prateleira (dias), no Lote 1	98

Tabela 22. Contagem de <i>B. cereus</i> mesófilos e/ou psicrotróficos em amostras de leite pasteurizado, super-pasteurizado e ultra-pasteurizado ao longo da vida-de-prateleira (dias), no lote 2	99
Tabela 23. Contagem de <i>B. cereus</i> mesófilos e/ou psicrotróficos em amostras de leite pasteurizado, super-pasteurizado e ultra-pasteurizado ao longo da vida-de-prateleira (dias), no Lote 3	100
Tabela 24. Vida-de-prateleira do leite pasteurizado, estocado a 4°C , nas diferentes condições experimentais em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e avaliação sensorial	108
Tabela 25. Vida-de-prateleira do leite super-pasteurizado, estocado a 4°C , nas diferentes condições experimentais em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e avaliação sensorial	115
Tabela 26. Vida-de-prateleira do leite pasteurizado, estocado a 4°C , nas diferentes condições experimentais em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e avaliação sensorial	120
Tabela 27. Nível de significância para os efeitos de tratamento térmico e tipo de embalagem sobre a vida-de-prateleira do leite, para cada parâmetro avaliado (contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial).....	127
Tabela 28. Resultados do teste de Tukey para as médias dos efeitos tratamento térmico e tipo de embalagem, em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e da análise sensorial.....	128
Tabela 29. Efeito da interação do tratamento térmico e embalagem na vida-de-prateleira do leite fluido em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e da análise sensorial.....	130
Tabela 30. Médias da vida-de-prateleira do leite fluido para o efeito da sanitização da embalagem em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e da sensorial	132
Tabela 31. Médias da vida-de-prateleira do leite fluido para o efeito do ambiente de envase em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e da análise sensorial.....	132

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem havido um aumento na necessidade, principalmente em países desenvolvidos, de se aumentar a vida-de-prateleira de leite fluido pasteurizado, uma vez que tem sido observado que o leite *ultra high temperature* (UHT) disponível no mercado apresenta um forte sabor cozido, sendo normalmente depreciado pelo consumidor que prefere o sabor fresco do leite pasteurizado (VATNE & CASTBERG, 1991; SARKAR, 1999).

O período de tempo em dias antes, de a qualidade de um produto poder tornar-se um problema potencial de saúde pública, é denominado de vida-de-prateleira (ASIA PACIFIC INDUSTRY, 1997).

O termo inglês *extended shelf life* (ESL), traduzido como vida-de-prateleira estendida (VPE), é normalmente definido como o período de tempo entre o processamento e a embalagem até o ponto no qual o produto se torna inaceitável para o consumidor (CROMIE, 1991). Esse termo tem sido usado para se referir a leites refrigerados com vida de prateleira de 2 a 3 semanas até 3 meses (BINET, 1997).

O leite pode ser considerado inaceitável para consumo por um grande número de razões, que são o resultado de complexas mudanças microbiológicas, bioquímicas e físicas do leite, em que as principais variáveis do processo que influenciam a vida-de-prateleira são a qualidade do leite *in natura*, o tempo e a temperatura de pasteurização, a embalagem e as condições de estocagem (SCHMIDT et al., 1989). Segundo a *Asia Pacific Industry* (1997) as razões para esta perda de qualidade incluem desenvolvimento microbiano e defeitos sensoriais relacionados a sabor, aroma.

Com o progresso industrial, a globalização e as mudanças nos hábitos dos consumidores que hoje vão com menos frequência aos supermercados e procuram por qualidade e praticidade, tem-se procurado aumentar a vida-de-prateleira de produtos como leite e derivados (HOFFMANN et al., 1986).

Países desenvolvidos, como os Estados Unidos e alguns países da Europa e Austrália, estão em busca de alternativas de leite considerado fresco e com uma

maior vida-de-prateleira, associado a uma busca por embalagens alternativas (VATNE & CASTBERG, 1991).

O Brasil, na direção oposta, mostrou nos últimos quinze anos um aumento cada vez maior na produção e consumo de leite longa vida (UHT), que hoje representa mais de 70% do leite comercializado, fato este que o tornou balizador do mercado de lácteos pelo expressivo volume comercializado e pelas facilidades que oferece na sua manipulação e a organização dos agentes econômicos (GOMES, 2001).

Apesar deste fato inegável do ponto de vista do mercado brasileiro, não se pode deixar de lado a busca por alternativas tecnológicas para a melhoria da qualidade do leite.

Existe um grande interesse hoje em dia em mercados que não o brasileiro, para a obtenção de um leite fluido tratado termicamente de maneira mais branda que o longa vida, envasado em condições especiais e que lhe confira uma vida-de-prateleira de 28 a 30 dias sob refrigeração (CROMIE, 1991).

Nos Estados Unidos da América, o leite pasteurizado apresenta vida útil de 7 a 14 dias, sendo considerada limitada (CROMIE et al, 1989). Já no Brasil o leite pasteurizado, dependendo do tipo (A, B ou pasteurizado), tem apresentado vida-de-prateleira variando de 3 a 8 dias, mantido sob refrigeração.

Com base nesses motivos, verifica-se ser muito importante e necessária uma investigação científica que atue na matéria-prima disponível no país, para se obter um produto com maior vida-de-prateleira, através de um processo com o qual possamos ter o domínio da tecnologia na presente condição econômica do país.

Este trabalho propõe investigar os efeitos de diferentes tratamentos térmicos, material de embalagem, procedimentos de descontaminação do material de embalagem e ambiente de envase do leite fluido com vistas a obter um produto com vida-de-prateleira estendida (VPE).

2. OBJETIVOS

Avaliar através de análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais a vida-de-prateleira de leite fluido, com relação aos seguintes parâmetros:

- Efeito de três diferentes tratamentos térmicos: 74°C/15s, 96°C/13s, 138°C/2s
- Efeito do tipo de embalagem: garrafa de polietileno de alta densidade (PEAD) e saquinho de polietileno de baixa densidade (PEBD)
- Efeito da sanitização da embalagem: química com ácido peracético 0,1%/15min e física com radiação ultravioleta (254nm)
- Efeito do envase dentro e fora de sala limpa.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ultimamente, tem havido um aumento no interesse, principalmente nos países mais desenvolvidos, em se aumentar a vida útil do leite pasteurizado, tendo em vista que o leite *ultra high temperature* (UHT) disponível no mercado apresenta um forte sabor cozido, deixando de ser preferido pelo consumidor (SARKAR, 1999).

Sabe-se que leite UHT desenvolve um sabor cozido que é considerado inaceitável por alguns consumidores (MAUBOIS, 2002).

Cromie (1991) define vida útil como o período de tempo entre o processamento e o ponto no qual o produto se torna inaceitável para o consumidor, sendo que, para leite pasteurizado, uma contagem microbiana de aproximadamente 10^7 células / mL é, freqüentemente, associada com este ponto de não aceitação.

Vida útil expressa em dias é o período de tempo antes da qualidade de um produto poder tornar-se um problema potencial de saúde pública, sendo que, dentre as razões para esta perda de qualidade do produto, incluem-se o desenvolvimento microbiano e os defeitos sensoriais relativos ao sabor e odor oriundos da degradação de vitaminas, bem como aqueles de causas não microbianas (ASIA PACIFIC FOOD INDUSTRY, 1997).

O termo *extended shelf life* (ESL) tem tido, recentemente, vários parâmetros de definição, sendo claro que ele se refere a um aumento na vida-de-prateleira de um produto alimentício, sem comprometimento de sua qualidade (EXTRAORDINARY DAIRY, 2001).

A tecnologia ESL é bem estabelecida na América do Norte e tem criado uma nova categoria de leite fluido entre o fresco e o UHT (CLARKE, 1998).

3.1. Fatores que influenciam a vida-de-prateleira do leite fluido

O leite de vida-de-prateleira estendida (VPE) é um produto que retém alta qualidade e segurança por, no mínimo, 30 dias após o processamento, estando

normalmente ligado a um processamento térmico que elimina patógenos e reduz significativamente a carga bacteriana inicial, devendo ser estocado à temperatura adequada de refrigeração (EXTRAORDINARY DAIRY, 2001).

Segundo Sarkar (1999), a melhoria na qualidade microbiológica do leite *in natura* para produção de leite pasteurizado com vida-de-prateleira estendida, pode ser benéfica economicamente para produtores e consumidores devido a uma redução nos custos de produção e distribuição.

Cromie (1991) cita cinco fatores principais que afetam a qualidade microbiológica do leite pasteurizado e, conseqüentemente, sua vida-de-prateleira, sendo eles:

- temperatura de estocagem do produto após a pasteurização,
- ação de contaminantes após a pasteurização,
- tipos e atividades de microrganismos resistentes à pasteurização, particularmente aqueles capazes de crescer à temperatura de refrigeração,
- temperatura de pasteurização,
- qualidade microbiológica do leite *in natura*.

3.1.1. Qualidade microbiológica do leite *in natura*

Segundo Burton (1986), o leite *in natura* apresenta, normalmente, uma microflora mista originária de diversas fontes, como a do interior do úbere, da superfície externa do animal e da superfície do equipamento de ordenha (ordenhadeira, tubulações e tanques).

Para Vatne e Castberg (1991) o leite *in natura* deverá ter boa qualidade e apresentar uma contagem total de microrganismos mesófilos aeróbios menor que 10^5 UFC/mL, uma contagem de termodúricos menor que 10^3 UFC/mL e contagem de esporos aeróbicos menor que 10 UFC/mL, sendo que a contagem de microrganismos termodúricos tem influência maior se o produto for distribuído em temperaturas elevadas.

A qualidade microbiológica do leite *in natura* tem influência no aumento da vida útil do produto uma vez que tem sido constatado que um número inicial de microrganismos termo-resistentes em leite *in natura* afeta a vida-de-prateleira de leite pasteurizado não recontaminado (CROMIE, 1991).

De acordo com Mottar e Waes (1996), deve-se fazer uma seleção preliminar do leite *in natura*, primeiro pela determinação de suas características sensoriais (sabor e aparência), depois pelas análises físico-químicas (% de gordura, ponto de congelamento, pH, acidez, testes de antibióticos, principalmente penicilinas) e, por último, as análises microbiológicas.

A contaminação do leite, antes ou após a pasteurização por bactérias psicrotróficas, especialmente *Pseudomonas*, é considerada um problema que afeta toda a indústria de leite fluido, constituindo uma importante causa de perda de qualidade e um fator limitante para se estender a vida-de-prateleira de leite *in natura* bem como do leite processado (SMITHWELL & KAILASAPATHY, 1995).

Alguns microrganismos patogênicos, quando na forma de esporos, podem sobreviver à pasteurização (72°C/15s) e apresentar condições de desenvolvimento à temperatura de refrigeração, incluindo os gêneros *Bacillus* e *Clostridium* como *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* e *Clostridium perfringens* (MUIR, 1996; BOOR, 2001).

3.1.2. Tratamento Térmico

Diversos binômios temperatura x tempo de pasteurização são aplicados legalmente em diversos países. A legislação brasileira estabelece que a pasteurização de leite fluido para consumo deve envolver a aplicação de um binômio de temperatura x tempo de 72-75°C/15-20 s, capaz de eliminar 100% das bactérias patogênicas e 99,9% dos microrganismos banais. A pasteurização deve ser feita em trocador de calor a placas, dotado de painel de controle com termo-registrador e termo-regulador automáticos e válvula automática de desvio de fluxo, termômetros e torneiras de prova, seguindo-se resfriamento automático em

aparelhagem a placas até temperatura igual ou inferior a 4°C e envase em circuito fechado (BRASIL, 2002).

A Tabela 1 apresenta uma lista de diversos países com suas legislações e regulamentos aplicáveis a leite fluido pasteurizado.

Tabela 1. Binômios temperatura x tempo de pasteurização utilizados em diversos países.

País	Binômio temperatura / tempo
Alemanha	62-65°C/30 min. no mínimo; 71-74°C/30 s no mínimo; aquecimento instantâneo a 85°C
Austrália	61-65°C/30 min. no mínimo; 72-73,5°C/15 s no mínimo
Brasil	62-65°C/30 min.; 72-75°C/15 s
Canadá	62,8°C/30 min.; 72,8°C/16 s
França	63°C/30 min. no mínimo; 72-75°C/15 s; aquecimento instantâneo a 95°C
Índia	63°C/30 min. no mínimo; 71,5°C/15 s
Suíça	65°C/30 min. no mínimo; 72-75°C/15-30 s; 80-90°C/4-15 s
Reino Unido	62,8-65,6°C/30 min.; 71,7°C/15 s
USA	63°C/30 min.; 72°C/15 s; 89°C/1,0 s; 90°C/0,5 s; 94°C/0,1 s; 96°C/0,05 s; 100°C/0,01 s

Fonte: Stall (1986).

De acordo com Boor (2001), a pasteurização rápida (72°C / 15 segundos) é o tratamento térmico mais utilizado em leite para destruir microrganismos patogênicos não formadores de esporos e resistentes ao calor, especificamente o *Mycobacterium tuberculosis* e a *Coxiella burnetti*.

Segundo Muir (1996), a maneira mais efetiva e simples de reduzir o número de bactérias no leite é aplicando um tratamento térmico. Entretanto, a eficácia do tratamento é determinada pela temperatura e tempo de aquecimento. Dos tratamentos térmicos, o mais amplamente empregado é a pasteurização que, embora elimine completamente as bactérias patogênicas do leite, não elimina esporos de bactérias psicrotróficas, principalmente bacilos, dentre os quais, *B.*

cereus, *B. circulans* e *B. mycoides* que são capazes de desenvolver em produtos refrigerados.

Schmidt et al. (1989), realizaram trabalhos com variação da temperatura de pasteurização do leite entre 72-88°C/15 s, em embalagens assépticas e estocados às temperaturas de 3°C e 7°C. Os autores concluíram que a vida útil do leite pasteurizado não aumentou com o aumento da severidade da temperatura de pasteurização acima de 72°C/15 s, e o sabor do leite foi prejudicado. Com relação à textura e aparência, as mesmas não foram afetadas.

Cromie (1991), constatou uma diminuição na vida-de-prateleira de leites pasteurizados a temperaturas mais elevadas e estocados à temperatura de 3°C, e verificou que a contagem microbiana inicial desses leites foi menor e que, ao final da vida-de-prateleira, essas contagens foram maiores. Para o autor, fatores como a destruição do sistema antimicrobiano natural do leite, a ativação de esporos e a menor competição de outras bactérias, podem ser sugeridas para explicar por que o tratamento térmico mais severo do leite pode aumentar o crescimento de bactérias.

Segundo Vatne & Castberg (1991), a faixa de temperatura de pasteurização de 72-75°C/15 s poderá limitar o sabor cozido e inativar a microflora Gram negativa, porém, se a temperatura de pasteurização for aumentada acima disto e as temperaturas de distribuição forem elevadas, a qualidade poderá diminuir.

De acordo com Marth (1998) o aquecimento de alimentos pode reduzir a população microbiana, e o grau de redução depende da magnitude do tratamento térmico (tempo X temperatura), sendo a pasteurização o método mais comumente usado para destruir células vegetativas de patógenos.

Durante o processo de pasteurização do leite a 72°C-75°C/15 s as células vegetativas são destruídas, com exceção de alguns termodúricos e esporos estáveis ao calor, que, encontrando condições favoráveis de desenvolvimento, irão germinar e multiplicar em leites pasteurizados (CARDOSO, 2000).

Para Vatne & Castberg (1991), temperaturas de pasteurização na faixa de 80 a 90°C poderão estimular o crescimento de esporos, diminuir o efeito inibitório

de compostos antimicrobianos e produzir mais rapidamente fatores de crescimento para as células.

Hill (1988) preconiza para leite ultra-pasteurizado uma temperatura de 137,8°C ou acima, durante 2s, sendo que o produto resultante não é comercialmente estéril, mas apresenta vida-de-prateleira estendida em condição de baixa refrigeração. Em contrapartida, a esterilização em ultra-alta temperatura refere-se a um leite aquecido a temperaturas que variam entre 135 a 150°C, durante 1 a 5s, sendo o produto comercialmente estéril, acondicionado assepticamente, podendo ser estocado sem refrigeração.

3.1.3. Contaminação pós-pasteurização

A contaminação pós-pasteurização é o principal fator limitante para manutenção da qualidade do leite pasteurizado (MOTTAR & WAES, 1986).

De acordo com Cromie (1991), o crescimento de bactérias psicrotróficas Gram negativas limita a vida útil da maioria dos leites pasteurizados comerciais, sendo as *Pseudomonas* as mais comumente isoladas, podendo ser encontrados outros tipos como *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Flavobacterium*. Ainda, segundo Cromie (1991), esses microrganismos são comuns em leite *in natura*, mas não sobrevivem à temperatura de pasteurização, sendo a presença destes resultado de uma contaminação após o tratamento térmico.

Segundo Cromie (1991), os cinco principais fatores que influenciam no aumento da vida-de-prateleira de leite pasteurizado são a temperatura de estocagem do produto após a pasteurização; a presença e atividade de contaminantes pós-pasteurização; os tipos e atividades de microrganismos resistentes à pasteurização, particularmente aqueles capazes de desenvolver a temperatura de refrigeração; a temperatura de pasteurização e a qualidade microbiológica do leite *in natura*.

Para Vatne & Castberg (1991), a contaminação pós-pasteurização consiste de higiene pessoal e contaminação do ar. O principal fator relacionado à higiene pessoal é a esterilização de toda superfície de contato do alimento que não deve

ser tocada pela mão. Em relação aos microrganismos do ar, estes têm pequena influência na manutenção da qualidade, desde que as temperaturas de distribuição estejam entre 8-10°C.

Estudos de contaminação do ar mostram que 85% dos microrganismos presentes são bactérias Gram positivas (*Micrococcus* e *Corynebacterium*), 10% são fungos e 5% são leveduras (FREDSTED et al., 1995).

De acordo com Baker (1983), a maior fonte de contaminação do leite se dá durante o enchimento em máquinas envasadoras, e se cuidados não forem observados, a vida-de-prateleira do leite pode ser prejudicada.

3.1.4. Microrganismos termo-resistentes

Para Andersson et al. (1995) o *B. cereus* tem causado grandes problemas na indústria de produtos lácteos. Se o leite não é contaminado após a pasteurização, a manutenção da qualidade é determinada pelo número de células/espores de *B. cereus* no produto, que pode causar separação da camada de gordura (lecitinase), bem como ser responsável pela formação da coalhada doce (sem redução de pH) ambos em leite pasteurizado homogeneizado e não homogeneizado e armazenado à baixa temperatura de refrigeração.

Segundo Cardoso (2000), o gênero *Bacillus* apresenta capacidade de formar esporos altamente resistentes ao calor e capazes de sobreviver e se desenvolver em condições ambientais adversas.

De acordo com Mottar & Waes (1986), se o leite pasteurizado for produzido sem contaminação pós-pasteurização, poderão ocorrer problemas à temperatura normal de estocagem, particularmente durante o verão, devido à presença de um elevado número de *B. cereus*.

Em estudo comparativo feito por Cromie (1991) com leites contaminados com *Pseudomonas* e *Bacillus*, foi constatado que leites contaminados com *Pseudomonas* se deterioram após 120 h ou 5 dias (10^7 UFC/mL), enquanto que leites contaminados com *B. circulans* (10^7 UFC/mL) podem deteriorar-se com 300 horas ou 12,5 dias. As bactérias do gênero *Pseudomonas* produzem enzimas

extracelulares que degradam a proteína e a gordura do leite causando sabor indesejável, já o *B. coagulans* é acidificante produzindo ácido láctico a partir da lactose e os *B. cereus* produzem enzimas que atuam nos glóbulos de gordura do leite causando sabor amargo e ranço.

Cardoso (2000) analisou amostras de leite tipo A, B e C na região de Campinas e constatou a presença de *B. cereus* em 48,3% de um total de 240 amostras analisadas, sendo este resultado compatível com os obtidos em trabalhos internacionais onde a presença de *B. cereus* em leites pasteurizados oscila entre 36% e 56%.

3.1.5. Temperatura de Estocagem e Distribuição

A temperatura de envase e estocagem de leite processado são extremamente importantes na determinação da vida-de-prateleira do produto, tendo sido verificado que o aumento de 5°C poderá diminuir pela metade a vida útil do leite (JANZEN et al., 1981).

Griffths & Phillips (1986) afirmam que temperaturas abaixo de 7°C são preponderantes para estender a vida-de-prateleira do leite.

De acordo com Schmidt et al. (1989), a temperatura de estocagem do leite após a pasteurização e a embalagem asséptica são os principais fatores relacionados com o aumento da vida-de-prateleira do produto. Ainda segundo os autores, leites estocados a 3°C tiveram uma média de 21 dias a mais de vida útil que leites estocados a 7°C.

Com relação à segurança e qualidade do leite fresco, o tempo e a temperatura de distribuição são fatores determinantes. A taxa de deterioração é duplicada para cada 2°C de aumento na temperatura (Tabela 2) (VATNE & CASTBERG, 1991).

Tabela 2. Efeito da temperatura de estocagem na vida útil de leite pasteurizado.

TEMPERATURA DE ESTOCAGEM °C	VIDA ÚTIL (DIAS)
2	40
4	20
6	10
8	5
10	2,5
12	1,25

Fonte: Vatne e Castberg (1991).

Segundo Smithwell & Kailasapathy (1995) a temperatura deverá ser mantida a menos de 4°C durante todo o tempo na cadeia de distribuição para reduzir o desenvolvimento de psicrotóxicos. Os autores consideram essencial a existência de monitores precisos de temperatura dentro do sistema de distribuição, não só para registrar a temperatura corrente, como também para gravar alguma flutuação na temperatura acima da temperatura padrão de 4°C.

Para Marth (1998) a fase lag microbiana e o tempo de geração aumentam com a diminuição da temperatura de estocagem, conforme ilustrado na Tabela 3.

Tabela 3. Fase lag e tempo de geração de *Listeria monocytogenes* em produtos lácteos fluidos em várias temperaturas.

TEMPERATURA	FASE LAG (h)	TEMPO GERAÇÃO (h)
4	120 – 144	33,3 – 36,3
8	24 – 48	10,6 – 13,1
13	10	5,8 – 6,0
21	5	1,7 – 1,9

Fonte: Marth (1998).

O resfriamento rápido a 7°C ou menos e o não interrompimento da cadeia de frio é importante após a pasteurização, devendo ser mantida uma supervisão regular das temperaturas na indústria e durante a distribuição (MOTTAR & WAES, 1986).

Para Cromie (1991), qualquer que seja a razão, a estocagem de leite a temperaturas elevadas, mostra-se negativa, quando se deseja uma maior vida útil do produto.

3.2. Tecnologias aplicadas para obtenção de leite de vida-de-prateleira estendida (VPE)

Maiores oportunidades de mercado para o leite fluido incluem a necessidade de uma maior demanda do consumidor para novos produtos alimentícios de conveniência, com uma maior taxa de produção e maior vida útil. Essas necessidades têm forçado os processadores de leite investigar e incorporar novas tecnologias para atingir estas metas (EXTRAORDINARY DAIRY, 2001).

A vida-de-prateleira de um produto lácteo é definida conforme o tempo durante o qual o produto permanece saudável, sem alterações físicas ou defeitos sensoriais. Neste, sentido três aspectos de qualidade contribuem para a vida-de-prateleira: segurança do produto associada às propriedades físicas e sensoriais (MUIR,1996). Do ponto de vista sensorial, Solano-Lopez et al. (2005) consideram sabor como um importante atributo para determinar a aceitabilidade e vida-de-prateleira do leite.

Ainda segundo Muir (1996), devido à efetividade limitada de outros tratamentos e restrições legais (termização, adição de dióxido de carbono, bactofugação e adição de nisina) o uso de tratamentos térmicos aumentados para controle do crescimento de bactérias psicrotróficas formadoras de esporos estão sendo estudados.

3.2.1. Tecnologias de processamento para otimizar a vida-de-prateleira do leite fluido

Ainda segundo Muir (1996), devido à efetividade limitada de outros tratamentos e restrições legais (termização, adição de dióxido de carbono, bactofugação e adição de nisina) o uso de tratamentos térmicos aumentados para controle do crescimento de bactérias psicrotróficas formadoras de esporos está sendo estudado.

Vários estudos têm mostrado não haver melhoria no aumento da vida útil de leite pasteurizado em condições de temperatura de pasteurização acima da faixa de 72°C/15 s (SCHMIDT et al., 1989; CROMIE et al., 1989; CROMIE, 1991).

Em contraste, trabalho realizado por Blake *et al* (1995), com aquecimento do leite entre 100 e 140°C/2-4 s pela injeção direta de vapor, resultou em um leite com vida-de-prateleira de 15 a 30 dias, armazenado a 7°C.

Russel (1996) descreveu um processo para produzir leite ESL, com 28 dias de vida útil, desenvolvido e patenteado por *The Milk Marketing Board* (MMB) em 1980. O processamento foi realizado em uma planta de leite UHT modificada, com tanques assépticos refrigerados e embalagem asséptica. O leite foi submetido à temperatura de 120°C / 1 s, sendo imediatamente resfriado a 5°C, tendo sido permitida a denominação “leite fresco”.

Mans (1996) descreve um processo para produzir leite ESL através de infusão de vapor. Neste processo o produto é bombeado para o tanque de um trocador de calor a placas e é aquecido a 76,6°C, a seguir o produto flui em placas através da câmara e é aquecido a 143,3°C em menos de 1 s, por vapor saturado a 148,9°C não tendo nenhum contato com superfície de metal até o momento que atinge o botão da câmara de infusão onde inicia o resfriamento do metal por circulação de água o que impede a queima do produto na superfície, evitando o sabor cozido e/ou queimado. A pressão do tanque de infusão conduz o produto através de um tubo de retenção por um tempo de 4 s, quando o produto é resfriado rapidamente, na seção de resfriamento do trocador de calor a placas.

Sarkar (1999) descrevendo o processamento térmico por meio de microondas, diz que o mesmo pode ser considerado um método de pasteurização eficiente e brando. O aquecimento do leite feito por microondas é realizado em unidade de fluxo contínuo na faixa de 73,1°C a 96,7°C, resultando em leite com teste de fosfatase negativa, baixa contagem microbiana, associado a um baixo grau de desnaturação das proteínas do soro.

Processamentos térmicos para aumentar a vida-de-prateleira de leite, segundo *Extraordinary Dairy (2001)*.

Pasteurização HTST

Consiste no método predominantemente utilizado pelas indústrias para destruir patógenos, utilizando temperatura mínima de 72°C/15s para preservar a qualidade e a vida útil de produtos alimentícios perecíveis.

Ultra-pasteurização para ESL

Processo que consiste em aquecer produtos lácteos usando temperaturas de 107,2°C ou acima por no mínimo 2s e envasar em recipientes com atmosfera livre de microrganismos, seguido de estocagem refrigerada.

Esterilização Comercial UHT

Tem sido utilizado desde 1948 e consiste no aquecimento do produto dentro de uma faixa de 137,7°C a 150°C por um período de tempo de 4 a 15 s, associado à embalagem asséptica, podendo aumentar a vida útil por um período de 6 meses ou mais sem refrigeração.

Aquecimento Elevado / Tempo Curto (HHST – Higher-Heat / Shorter-Time)

É considerado um processo térmico intermediário, que envolve o aquecimento do leite a temperaturas acima de 72°C (padrão para HTST) por tempos menores. Os tempos e temperaturas para processo HHST podem variar de 89°C a 100°C por menos de 0,01 segundo. O curto tempo de exposição ao calor, associado às técnicas de embalagem asséptica podem deixar o leite menos susceptível aos defeitos sensoriais relacionados aos longos processamentos térmicos.

Aquecimento Ôhmico / Eletroaquecimento

A Universidade do Estado de Utah - USU em Logan – UT lidera a pesquisa que utiliza a eletricidade para ajudar a obter um sabor fresco e uma maior vida-de-prateleira em leite UHT. O processo consiste em passar uma corrente elétrica diretamente através do leite pasteurizado, que é rapidamente aquecido para destruir todas as bactérias. Quando comparado ao leite UHT, as análises mostraram que a desnaturação protéica (medida para verificar a mudança química

e de sabor pela exposição ao calor) ficou em 67% em leite UHT e diminuiu para 30% em leite eletroaquecido. Embalado assepticamente, o leite pode ser mantido por mais de ano, sem refrigeração.

Processamento Térmico Aumentado

Este processamento aumenta a letalidade de todos os tipos de processamentos térmicos pela adoção de CO₂ antes da pasteurização. Ele destrói grande número de microrganismos através da submissão às temperaturas maiores e em curto tempo. Quando combinado com embalagem de alta barreira que previne a permeação de CO₂, a vida-de-prateleira aumenta consideravelmente. Este método diminui o valor D, que é o tempo requerido para reduzir a população bacteriana em 90% ou 1 ciclo logarítmico. Quando comparado aos processos térmicos convencionais, pode fornecer uma mesma letalidade a tempos e temperaturas menores.

3.2.2. Material de embalagem

De acordo com Keehner (1994), os processadores de produtos lácteos estão procurando embalagens e métodos de embalagens que forneçam a seus produtos maior vida-de-prateleira e, ao mesmo tempo, estão buscando modelos com funcionalidade e estética que atraiam mais os consumidores.

Para o The success (2001), o polietileno de alta densidade (PEAD) é um material que tem sido muito usado na embalagem de produtos lácteos. O tipo de embalagem que pode ser usada depende do tipo de leite (Tabela 4). O leite pasteurizado não tem restrição quanto à escolha da embalagem, pois há pequena influência da camada de barreira na vida útil, devido a sua menor duração e estocagem refrigerada. Contudo, o leite UHT necessita de barreira à luz para prevenir a degradação do leite.

Tabela 4. Conceitos de embalagens para diferentes tratamentos térmicos do leite.

EMBALAGEM	LEITE PASTEURIZADO E ESL	UHT	ESTERILIZADO
PEAD – mono camada (garrafa)	Sim	Não	Sim
PEAD – multicamada (garrafa: branco/preto/branco)	Na	Sim	Na
CARTÃO c/ POLIETILENO	Sim	Não	Sim
CARTÃO c/ AL / PE	Sim	Sim	Não
GARRAFA VIDRO	Sim	Não	Sim
GARRAFA PET	Sim	Não	Não

Na = não aplicável: tecnicamente possível, mas não necessário.

Sim = pode ser usado

Não = não pode ser usado

Fonte: The success (2001).

Segundo Vassila et al. (2002), o tipo de material usado na embalagem de leite pasteurizado pode afetar substancialmente as características de qualidade, por controlar diretamente a quantidade de oxigênio e luz capaz de interagir com o produto, fornecendo condições ideais para contaminação pós-pasteurização por microrganismos.

Como as embalagens utilizadas na pesquisa foram garrafas de polietileno de alta densidade (PEAD) e saquinhos de polietileno de baixa densidade (PEBD), maior ênfase será dada a esses tipos de material.

Os polietilenos são muito resistentes à água, com pouca diferença entre o PEBD e o PEAD. A barreira ao vapor d'água também é alta, porém, neste caso, há diferença entre os diversos tipos de polietileno. O PEAD, por ser mais cristalino, apresenta menor taxa de permeabilidade ao vapor d'água que o PEBD (SARANTÓPOULOS et al., 2002).

O PEAD e o PEBD são materiais que, devido à menor vida útil do leite fluido pasteurizado e à necessidade de embalagens de baixo custo, desempenham satisfatoriamente seu papel. Porém, cabe ressaltar que estes não são barreira a oxigênio, vapores orgânicos e luz (ALVES et al., 1994).

Em geral os polietilenos são resistentes à maioria dos produtos químicos, exceto ácidos oxidantes, halogênios livres (cloro, bromo, etc.) e certas cetonas (SARANTÓPOULOS et al., 2002).

O saquinho de PEBD foi introduzido no Brasil, na década de 70, para acondicionamento de leite, sendo nesta época considerado uma inovação, em relação às garrafas de vidro tradicionalmente utilizadas. Essa embalagem tem como desvantagem a fragilidade, rasgando ou estourando com facilidade, ser difícil de carregar e não ser prática no manuseio doméstico, porém tem como vantagem ser uma embalagem de baixo custo, que utiliza pouca energia na sua fabricação e reduz significativamente o resíduo sólido (ALVES et al., 1994).

Em estudo sobre mudanças químicas e microbiológicas em leite fluido, Vassila et al. (2002) acondicionaram leite integral em saquinhos de PEBD com variação na porcentagem de pigmentação e estocaram ao abrigo da luz, em temperatura de 4°C, durante 7 dias. Os autores concluíram que todos os materiais testados forneceram proteção contra a multiplicação microbiana, além do grau de oxidação lipídica, lipólise e proteólise.

O uso de garrafas PEAD para leite é difundido em todo o mundo. Foi introduzida nos Estados Unidos da América na década de 60 e no Brasil na década de 80.

As garrafas de PEAD podem ser utilizadas na indústria de alimentos, para o envase de leite, suco, água, entre outros produtos. Para dosagem, existem enchedeiras para diversos tipos de produto (líquidos, sólidos e pastosos), minimizando a formação de espuma e respingos. Deve ser evitada a contaminação da área de fechamento, com o produto, pois isto dificulta a termossoldagem do selo de alumínio. Para o fechamento, são usadas tampas plásticas com rosca e selo de alumínio que permitem o fechamento hermético por termossoldagem (ALVES et al. 1994).

3.2.3. Sistemas de embalagem

Nas últimas décadas, diferentes tipos de equipamento para enchimento e embalagem de leite fluido tem sido testados e usados (POULSEN e WAINNES, 1986).

Segundo Keehner (1994), a *Evergreen Equipment* em Cedar Rapids – Iowa desenvolveu uma tecnologia que começa com a pré-esterilização das superfícies no interior da embalagem, que entram em contato com o produto, utilizando água e vapor aquecidos mais auto-sanitização. O sistema também apresenta filtração das partículas do ar e descontaminação das superfícies pelo uso de radiação ultravioleta contínua. Ar estéril e quente junto com peróxido de hidrogênio esterilizam as superfícies internas da embalagem antes do enchimento a quente. Esta tecnologia pode aumentar a vida-de-prateleira do leite por até 30 dias.

Sarkar (1999), citando Jensen & Welter (1995), descreve um sistema de embalagem desenvolvido pela Purê-Lac para produção de leite pasteurizado em altas temperaturas, em que o produto processado a 125-145°C/1 s apresentou sabor normal como de leite pasteurizado e uma vida útil de 45 dias.

A embalagem tradicional dos alimentos protege-os contra a contaminação microbiana externa, oxigênio, gás e vapor de água. Tecnologias mais recentes, como embalagem em atmosfera modificada e embalagem ativa, fazem mais que apenas fornecer proteção contra influências externas. A embalagem em atmosfera modificada reduz mudanças fisiológicas, taxas de respiração, reação de oxidação e crescimento microbiano pelas mudanças nos níveis dos gases que envolvem o produto (FLOROS et al., 1999).

Ainda segundo Floros et al. (1999), a tecnologia de embalagem ativa envolve interações entre componentes da embalagem e a atmosfera gasosa interna. Combinações inteligentes de atmosfera modificada e embalagem ativa com técnicas avançadas de preservação, material, biotecnologia e informática podem aumentar a vida-de-prateleira dos alimentos e manter sua qualidade nutricional, sensorial e garantir a segurança.

Brody (2000) descreve a tecnologia da Serac Equipamentos que utiliza oxônio a 4%, uma mistura de peróxido de hidrogênio e ácido acético a 60°C, para reduzir a carga microbiana das superfícies das garrafas de vidro e plástico. O leite com 30 dias de vida-de-prateleira foi submetido a uma temperatura de 90°C/ 15 segundos e embalado em ambiente ultra-limpo, mantido por fluxo de ar laminar.

Pesquisas realizadas pela Universidade de Cornell, em Ythaca – NY, têm mostrado que o emprego de agentes antimicrobianos como o dióxido de carbono (CO₂), associado com embalagem de alta barreira tem inibido ou diminuído o desenvolvimento microbiano, aumentando a vida útil do leite. Embora atualmente desconhecido o mecanismo pelo qual o CO₂ age, uma teoria sugere que ele diminui o pH interno da célula microbiana com possíveis efeitos na atividade metabólica e sistema enzimático, inibindo o desenvolvimento do microrganismo (EXTRAORDINARY DAIRY, 2001).

3.2.4. Contaminação de embalagens e agentes de sanitização

Vatne & Castberg (1991) e Fredsted et al. (1995) consideram que os materiais de embalagem apresentam baixo número de microrganismos (Tabela 5), levando em consideração os padrões internacionais (*Food and Drug Administration* - FDA e *International Dairy Federation* - IDF) que preconizam que a contaminação das superfícies que entram em contato com o alimento deverá ser menor que 1 UFC /cm² para contagem de mesófilos. Para a superfície de laminados cartonados a contagem microbiana deverá ser menor que 250 UFC/g e, com base nesses dados, os autores sugerem que a contagem de mesófilos aeróbios para embalagens de leite de 1 L deverá estar na faixa de 20 UFC/L.

Tabela 5. Média de contagem bacteriana em laminados cartonados com área de 100cm².

Contagem de mesófilos aeróbios	Autores
0,2 – 1,8	Voegelé (1978)
0,2 – 1,1	Plazek and Witter (1972)

Fonte: Vatne e Castberg (1991).

Em garrafas de polietileno de alta densidade, Chevroton (1996), recomenda fazer o controle da contaminação inicial para enchimento asséptico, devendo essa ser menor que 20 UFC/garrafa.

Petrus et al. (2001) analisando garrafas PET de 500 mL, detectaram níveis de contaminação variando de 19 a 250 UFC/mL.

Vários testes vem sendo desenvolvidos, para obtenção de uma esterilidade comercial, ou uma descontaminação do material de emblagem imediatamente anterior ao acondicionamento do produto, com métodos químicos, particularmente aqueles que utilizam ácido peracético e peróxido de hidrogênio como ingredientes ativos na solução esterilizante, e também métodos físicos, através do uso da radiação ultravioleta (FARIA, 1999; PETRUS et al., 2000; ABREU, 2001; PETRUS et al., 2001; PETRUS, 2004; BUSANI, 2005; CARDOSO, 2007).

O uso da sanitização pelos métodos químicos, com ácido peracético, e físico, pela radiação ultravioleta, foram os de maior interesse para esta pesquisa.

Segundo Reuter (1988), a radiação de embalagens com radiação ultravioleta é recomendado para superfícies lisas, planas e livres de sujidades, sendo sua utilização praticamente limitada a filmes em forma de bobina.

O ácido peracético é um produto químico, que apresenta efetiva capacidade germicida e esterilizante, não apresentando produto de decomposição. Mesmo em baixas concentrações (< 0,3%), é considerado esporicida, bactericida, virucida e fungicida. No entanto, apresenta como desvantagem frente aos outros meios de esterilização, um odor residual bastante pronunciado (BLOCK, 1991).

Para Reuter (1988), a eficiência dos sistemas de esterilização é determinada pela redução de 90% das células viáveis, em uma dada temperatura e/ou concentração, sendo este parâmetro denominado tempo de redução decimal, ou valor D. Quanto menor for o valor D, mais eficiente será o processo, e isto pode representar os processos térmicos e químicos.

Ainda de acordo com Reuter (1988), como os plásticos apresentam uma baixa resitência térmica, a combinação de peróxido de hidrogênio e ácido peracético (0,3 a 1%), utilizada em baixas temperaturas, apresenta boa atividade esterilizante em temperaturas moderadas.

Abreu (2001), esterilizando garrafas PET, obteve de 4 a 7 reduções decimais na população de esporos de *B. subtilis* var. *globigii*, com soluções de ácido peracético em concentrações de 0,1 a 1,2%, em temperaturas de 30 a 50°C.

Cardoso (2007), avaliando o efeito da esterilização de filme de PEBD com radiação ultravioleta e peróxido de hidrogênio, verificou que a combinação dos métodos agiu sinergicamente na destruição de esporos de *B. subtilis*, com um aumento médio de um ciclo de redução decimal para este microrganismo.

3.2.5. Contaminação do ar e áreas limpas

A contaminação e multiplicação de microrganismos em ambiente de processamento de alimento pode contaminar o produto acabado, resultando em diminuição da segurança microbiológica e da qualidade do produto. Como fonte de contaminação microbiana ambiental, pode-se incluir os produtos crus, equipamento de processamento, atividades de fabricação, práticas de sanitização, atividade dos trabalhadores, animal e insetos, e o desenvolvimento de microrganismos na material do equipamento (EVANCHO et al., 2001).

As contagens de microrganismos no ar podem variar de 1 a 10^4 UFC/m³ de ar, dependendo do grau de limpeza e controle do ar ambiente (TROLLER, 1993).

Siqueira Júnior (2005), avaliando a qualidade do ar de ambientes de processamento de alimentos, verificou que 33% deles não atenderam as recomendações para contagem de mesófilos aeróbios e 12,5% para fungos filamentosos e leveduras. Essas contagens foram comparadas com a recomendação feita por Evancho et al. (APHA, 2001), que consideram em condições higiênicas, uma contagem máxima de mesófilos de 30 UFC/cm²/semana, para a técnica de sedimentação simples, e de 90 UFC/cm³, para a técnica de impressão em meio sólido.

Martins et al. (2006), avaliando a contaminação do ar em serviços de alimentação, pela técnica de sedimentação simples, encontrou níveis superiores ao limite de 30 UFC/cm²/semana recomendado por Evancho et al. (APHA, 2001) em 100% das amostras analisadas. Em um dos ambientes, a contagem de

mesófilos foi de 10^3 UFC/cm²/semana, sendo detectado ainda *B. cereus*, em 18,51% do total das amostras de ar, em níveis de até 20,67 UFC/cm²/semana.

Segundo Kang e Frank (1989), aerosol é definido como uma suspensão de partículas microscópicas no ar, sólidas ou líquidas, ou ainda gasosa, como fumaça e névoa. Os aerossóis biológicos incluem as bactérias, mofo, fungos, esporos de bactérias, vírus e pólen. O tamanho das partículas de aerosol, variam geralmente de 0,5 a 50 μ m.

Kang e Frank (1990), analisando dados do tamanho médio de partículas de aerossóis viáveis em plantas de leite e ambientes de embalagem, observou que no processamento de leite fluido e na área de embalagem com maior atividade de pessoas, apresentaram aerossóis com maiores médias de tamanhos de partículas.

Ren e Frank (1992), analisando microrganismos no ar de várias plantas de leite e sorvete, constataram que as principais vias de contaminação do leite através do ar, incluem, o enchimento de embalagens, através do ar da embalagem ou da sala de envase, e ainda, durante o enchimento do tanque de leite pasteurizado, devido a mistura do produto com o ar do tanque.

A *National Aeronautics and space Administration* (NASA), para padronizar o ar com base na quantidade de partículas em suspensão, determinou 3 classes de limpeza de ar, de acordo com o número de partículas maiores ou igual a 0,5 μ /ft³ (EVANCHO et al., 2001).

Em virtude da crescente preocupação com a contaminação na indústria de alimentos, os processos estão sendo cada vez mais sendo realizados em salas limpas e ambientes controlados. Petrus et al. (2003), afirmam que a tecnologia de salas limpas revela-se uma potencial e forte aliada ao processamento de alimentos, visando melhorias na qualidade, aumento da vida-de-prateleira e , mais importante, a produção de alimentos seguros.

O objetivo básico de uma sala limpa, de acordo com Guilherme (2002), é reduzir a contaminação do ambiente, seja ela de natureza física, química ou microbiológica, através de uma tecnologia que combina filtragem do ar, controle de parâmetros ambientais e utilização de materiais com baixa emissão de partículas.

De acordo com a ISO 14644-1 os limites para contagem máxima de partículas totais em sala limpa ISO Classe 7, é de 352.000 partículas $\geq 0,5 \mu\text{m}/\text{m}^3$ de ar, e de 2.930 partículas $\geq 5,0 \mu\text{m}/\text{m}^3$ de ar. Os limites para contagem total de microrganismos aeróbios presentes em ambientes ISO Classe 7 e ISO Classe 8 são < 20 e $< 100 \text{ UFC}/\text{m}^3$, respectivamente.

A classe de limpeza exigida em uma sala limpa, é dependente da atividade nela desenvolvida. As indústrias alimentícias que operam em sistemas assépticos e ultra-limpos, normalmente utilizam ambientes ISO classe 7 e classe 8.

Petrus e Faria (2007), testando em pequena escala, um sistema asséptico para leite fluido em garrafas plásticas, obtiveram contagens de partículas, na sala de envase, de acordo com a ISO 14644-1 para Classe 7.

3.2.6. Modificações Físicas

O leite pode ser submetido a um grande número de manipulações físicas para reduzir o crescimento microbiano, contaminação e deterioração com conseqüente aumento da vida útil. Técnicas como bactofugação, processos de filtração (osmose inversa, nanofiltração, ultrafiltração e microfiltração), alta pressão e corrente elétrica oferecem excelentes contribuições para a teoria dos obstáculos no controle dos microrganismos.

Fredsted et al. (1995) consideram o processo de bactofugação uma técnica capaz de reduzir o conteúdo de esporos em 80 a 90%, o que corresponde a redução de um ciclo logarítmico.

De acordo com Sarkar (1999,) problemas no leite pasteurizado associados aos esporos podem ser eliminados com a adoção da técnica de bactofugação.

Já as técnicas de filtração, segundo Extraordinary Dairy (2001), têm sido exploradas e aplicadas no processamento de leite, queijos, iogurtes e sobremesas lácteas congeladas. O uso da ultrafiltração em baixas temperaturas tem mostrado uma diminuição na incidência de desnaturação protéica e na ocorrência de defeito de sabor. Nos Estados Unidos da América, a microfiltração não é praticada normalmente para processamento de leite fluido, sendo essa tecnologia utilizada

no Canadá e Europa para obtenção de leite com sabor fresco e com vida útil acima de 45 dias.

Fredsted et al. (1995) consideram ser possível reduzir o conteúdo de esporos do leite desnatado pelo emprego da ultrafiltração em altas temperaturas 130°C / 4 segundos, obtendo uma redução no conteúdo de *B. cereus*.

Para Hoffmann et al. (1996), a combinação de microfiltração e pasteurização *High Temperature Short Time* (HTST), associada à embalagem asséptica, produz leite ESL com boas características sensoriais e aumento de vida útil, desde que estocados em baixas temperaturas (5°C).

A adoção de técnicas de microfiltração para purificação microbiológica do leite destinado à pasteurização pode resultar em aumento na vida-de-prateleira pela remoção de quase todos os esporos e bactérias ácido butíricas. Entretanto, o elevado custo operacional desta tecnologia é o principal entrave para a adoção extensiva pela indústria láctea (SARKAR, 1999).

Maubois (2002), em trabalho realizado em planta piloto no Laboratório do INRA (*Dairy Technology Reserch Unit*), em Rennes, processou leite usando membranas de microfiltração com diâmetro médio de poros de 0,5 µm para remover microrganismos do leite *in natura*. Na seqüência, o leite foi aquecido a 96°C/6 s para inativar enzimas endógenas e prevenir a degradação durante a estocagem. A qualidade sensorial do leite microfiltrado de vida estendida foi avaliada em comparação ao leite UHT, tendo sido considerada superior.

Outra tecnologia de processamento térmico pode ser obtida pela passagem de corrente elétrica de alta voltagem (20 – 80 KV / cm) em alimentos que passam entre eletrodos. Este processamento pode ser superior ao tratamento térmico convencional, porque reduz as alterações nas características sensoriais e propriedades físicas dos alimentos e tem se mostrado como uma efetiva alternativa de pasteurização de leite desnatado. Entretanto, são necessárias mais pesquisas antes da adoção comercial desta aplicação (EXTRAORDINARY DAIRY, 2001).

De acordo com Marth (1998), o uso da tecnologia de passagem de corrente elétrica tem sido limitada para líquidos como sucos, leite e ovo líquido.

3.2.7. Modificações na formulação: uso de bioconservadores

Uma crescente lista de aditivos está sendo usada e investigada para uso no processamento de leite fluido para inibir a atividade microbiana, dentre eles o sistema lactoperoxidase e as bacteriocinas.

O sistema lactoperoxidase é um mecanismo antimicrobiano natural encontrado no leite *in natura* e que pode exercer efeito bacteriostático em bactérias Gram negativas e Gram positivas, incluindo os psicrotróficos, que diminuem a vida-de-prateleira do leite fluido estocado a 4°C. Os componentes do sistema lactoperoxidase (LP) são a lactoperoxidase, o tiocianato (SCN^-) e o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), com a produção do antibacteriano hipotiocianato (OSCN^-). É possível utilizar o sistema LP para aumentar o tempo de estocagem de leite *in natura*, em temperaturas abusivas, podendo este ser considerado uma medida alternativa para preservação de leite em países em desenvolvimento (WOLFSON & SUMNER, 1993).

Haddadin et al. (1996) realizaram trabalho para preservação de leite *in natura* bovino, ovino e caprino pela ativação do sistema lactoperoxidase. Amostras de leite com diferentes concentrações de íons tiocianato (SCN^-), variando de 15 a 120 mg/mL, e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), variando de 10 a 100 mg / mL, foram estocadas a 4, 22 e 30°C sendo acompanhadas as variações na acidez titulável, contagem de mesófilos aeróbios e contagem de coliformes durante a estocagem. Os autores concluíram que, não houve diferença significativa entre as amostras, com diferentes concentrações dos reagentes adicionados, indicando que, concentrações de 15 mg / mL de SCN^- e 10 mg / mL de H_2O_2 podem ser consideradas adequadas, para preservar leites de diferentes mamíferos, a uma temperatura mínima de 4°C.

Temperaturas padrão de pasteurização permitem o sistema LP permanecer ativo, entretanto, temperaturas maiores que 80°C podem desnaturar a lactoperoxidase sem destruição de toda atividade microbiana. A ativação do sistema LP pode aumentar a qualidade do leite refrigerado, entretanto, este sistema não é aprovado para uso nos Estados Unidos, principalmente porque a

ativação requer a adição de compostos de tiocianato que são reconhecidos como perigosos para bebês e crianças (EXTRAORDINARY DAIRY, 2001).

A nisina é a mais comum das bacteriocinas, sendo um peptídeo produzido pelo *Lactococcus lactis spp* e que inibe bactérias Gram positivas (*Listeria*) e esporos bacterianos, incluindo *B. cereus* e *C. botulinum*. Essa bacteriocina age pelo rompimento da membrana da célula e interage com os fosfolipídios. Sobre os esporos, a nisina previne o crescimento excessivo por inibir o processo de germinação (EXTRAORDINARY DAIRY, 2001).

Segundo Marth (1998), a nisina é geralmente reconhecida como segura, tendo seu uso limitado em queijo processado com leite pasteurizado, para controlar o crescimento de *C. botulinum* e a produção de toxina.

Sarkar (1999), afirma que o aumento na vida útil do leite pasteurizado devido à incorporação de nisina é dependente da temperatura de estocagem.

3.3. Julgamento sensorial de leite fluido pela metodologia do *scorecard*

Segundo Bodyfelt et al. (1988), o uso do *scorecard* (ficha de avaliação), através do sistema de pontuação, teve uma importância muito grande nos Estados Unidos da América para a melhoria da qualidade dos produtos lácteos. O uso de especialistas individuais continua sendo tradicional na indústria láctea americana para avaliação sensorial de leite e derivados.

A ficha de avaliação (Anexo 13) consiste de uma lista onde se encontram tabulados fatores de qualidade de um produto (sabor, corpo, textura, cor, aparência), na qual se efetiva a marcação de um valor numérico para cada fator. A faixa normal de pontuação de sabor de leite de mercado varia de 31 a 45 pontos. Os fatores usados para avaliar a qualidade de um produto são normalmente dispostos na ficha em ordem de preferência ou em ordem alfabética (BODYFELT et al. 1988; NELSON e TROUT, 1964).

3.3.1. Avaliação e julgamento de defeitos de sabor

O leite apresenta um defeito quando apresenta um aroma, um sabor estranho ou residual, ou se não deixa a boca com sensação limpa, doce e agradável após a degustação (NELSON e TROUT, 1964).

Segundo Fox e MacSweeney (1998), o leite fluido fresco deve ter um sabor limpo, adocicado e, essencialmente, sem aromas, sendo que qualquer desvio em relação a estes atributos pode ser considerado um defeito de sabor.

As amostras de leite a serem julgadas sensorialmente devem ser previamente homogeneizadas e a pontuação para sabor e aroma só poderá ser feita após os outros fatores de qualidade terem sido julgados (NELSON e TROUT, 1964).

A temperatura do leite no momento do julgamento sensorial deverá ser alta o suficiente para que qualquer odor vindo da embalagem possa ser detectado, e ao mesmo tempo, deverá ser suficientemente baixa para que o odor possa subir pela cavidade retro nasal quando a amostra for colocada na boca. As temperaturas entre 15,5 a 21°C, têm sido consideradas satisfatórias para pontuar sabor de leite fluido (NELSON e TROUT, 1964; BODYFELT, 1988; AIRES, 2002).

A Tabela 6 apresenta a classe do leite quanto ao sabor e sua faixa de pontuação.

Tabela 6. Classe do leite quanto ao sabor, faixa de pontuação e descrição específica do sabor do leite.

Classe do leite quanto ao sabor	Faixa de pontuação	Descrição específica do sabor
Excelente	40 – 45	Sem defeito.
Bom	38 – 39,5	adstringente, falta de frescor e salgado: suave Cozido, silagem e aguado: de suave a definido.
Satisfatório	36 – 37,5	vaca e oxidado: suaves; adstringente e salgado: definidos; falta de frescor : definido a pronunciado; cozido e aguado: pronunciados.
Pobre	35,5 ou menos	Muito ácido, ranço e sujo: de suave a definido; curral, amargo, estranho, cebola/alho, maltado e metálico: suave, definido ou pronunciado; vaca e oxidado: definido ou pronunciado; adstringente, alimento e salgado: pronunciado.
Invendível	Sem pontos	Ácido, ranço e sujo pronunciados

*Leite normal: 31 a 45 pontos

Fonte: Nelson e Trout (1964).

3.3.2. Defeitos de sabor no leite

Uma correta identificação dos defeitos de sabor é um dos maiores problemas enfrentados por aqueles que trabalham com avaliação de sabor. Com o objetivo de facilitar a identificação dos defeitos de sabor, o comitê da *American Dairy Science Association* (ADSA) apresentou uma nomenclatura para sabor com sete categorias de defeitos em leite, baseadas em termos associativos ou relacionados à causa dos mesmos, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7. Categorias de defeitos de sabor para leite.

Categoria	Termos Associativos ou Descritivos
Aquecido	aquecido, caramelizado, queimado
Induzido pela luz	luz, luz solar, ativado
Lipolizado	ranço, butírico, amargo*, caprílico
Microbiano	ácido, amargo*, frutado, maltado, pútrido, sujo
Oxidado	papel, papelão, metálico, oleoso, peixe
Transmitido	silagem, erva, vaca, curral
Miscelânea	absorvido, adstringente, amargo*, giz, químico, aguado, estranho, sem frescor, salgado

* O gosto amargo pode ter várias causas diferentes. Se a causa específica não é conhecida, ele deverá ser classificado como miscelânea.

Fonte: Shipe et al. (1978)

A descrição dos defeitos de sabor adstringente, amargo, curral, aquecido, cozido, vaca, estranho, aguado, alimento, alho/cebola, sem frescor, maltado, oxidado pela luz, oxidado por metal, lipolizado ou ranço, salgado e sujo, são freqüentemente encontradas no julgamento de leite comercial, sendo que algumas amostras podem apresentar mais de um defeito de sabor (AIRES, 2002; BODYFELT et al., 1988; SHIPE et al., 1978).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os processamentos foram realizados na Planta Piloto de Sistemas de Embalagem, no Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas - SP.

As análises microbiológicas, com exceção da contagem de *B.cereus*, físico-químicas e sensoriais do leite *in natura* e dos leites processados foram conduzidas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal - UNIPINHAL, Espírito Santo do Pinhal - SP.

As análises de *Bacillus cereus* do leite *in natura* e dos leites processados foram efetuadas pelo Laboratório de Microbiologia do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, Campinas - SP.

As análises de Composição, Contagem de Células Somáticas e Controle de Resíduo de Antibióticos do leite *in natura* foram realizadas na Clínica do Leite da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

4.1. Matéria-prima

O leite *in natura* refrigerado foi adquirido da Mini Usina de Leite "Alexandre Hüseman da Silva" - ME, localizada na Fazenda São Pedro do Imbiruçu, Espírito Santo do Pinhal - SP.

O leite foi obtido por ordenha mecânica de 60 vacas das raças Holandesa e Girolanda, com um bom controle higiênico-sanitário e uma alimentação regular à base de silagem de milho e farelo de soja. Este leite foi utilizado para preparo de defeitos de sabor e como leite padrão no treinamento de painel de julgadores, bem como nos processamentos realizados nos 3 lotes deste trabalho.

A matéria-prima consistiu numa mistura do leite da ordenha da manhã do dia do processamento, com o leite da ordenha da tarde do dia anterior ao processamento, perfazendo um volume de 200 L por processamento (repetição). O leite da ordenha da tarde foi armazenado a 4°C em tanque de expansão

refrigerado, com capacidade de 1.500 L da marca Plurinox, Batatais - SP. O leite da ordenha da manhã foi resfriado a, aproximadamente, 12°C em resfriador a placas (Alfa Laval Ltda, São Paulo, SP) e misturado ao leite da tarde anterior que estava armazenado no tanque de expansão refrigerado.

O transporte dos latões da mini-usina até a Planta Piloto foi feito sob refrigeração, em banho de gelo, na primeira repetição e sem refrigeração nos lotes 2 e 3, por motivos operacionais. O tempo de transporte da matéria-prima da mini-usina até a planta piloto foi de, aproximadamente, 1 h. Na planta piloto, o leite foi armazenado em câmara fria à temperatura aproximada de 5°C. O leite foi mantido nessa condição por cerca de 2 h até o início do processamento de ultra-pasteurização, 6 h até o processamento de super-pasteurização e 7 h até o processamento de pasteurização.

Antes do início do processamento, procedeu-se a homogeneização dos leites armazenados nos latões dentro da câmara fria. Essa homogeneização foi feita manualmente, através do homogeneizador de leite em latão, de aço inoxidável, tendo sido previamente sanitizado. Alíquotas de 12,5 L de leite de cada um dos quatro latões de 50 L, foram misturadas de modo a se obter matéria-prima com características similares nos três processamentos. O leite *in natura* obtido da mistura, cerca de 50 L, foi levado para a planta piloto imediatamente antes do início de cada processamento e três amostras foram coletadas para caracterização físico-química, microbiológica e sensorial.

4.2. Preparo de defeitos e treinamento do painel de julgadores de defeitos de sabor em leite

O preparo das amostras com defeito de sabor e o treinamento do painel foi realizado de acordo com a metodologia do *scorecard* da *American Dairy Science Association* descrita por Bodyfelt (1988), Shipe et al. (1978), Nelson e Trout (1964) e validada por Aires (2002) no treinamento de um painel de estudantes para julgamento de qualidade sensorial de leite fluido.

O treinamento do painel de julgadores teve uma duração aproximada de 10 meses e foi realizado duas vezes por semana, no sistema de mesa redonda. Nos primeiros dias do treinamento, levando em consideração a incapacidade do reconhecimento dos defeitos pelos participantes, as amostras foram fornecidas aos provadores com a identificação do defeito ali presente. Nesta fase foram oferecidas cerca de 6 amostras com defeito de sabor durante cada sessão.

Quando os participantes já tinham provado os defeitos pelo menos uma vez, a rotina de treinamento foi alterada e, então, as amostras foram fornecidas sem a identificação dos mesmos. Terminada a degustação, cada provador informava o defeito encontrado naquela amostra e, quando todos os participantes tinham degustado e declarado seu julgamento, o defeito produzido era revelado. O provador que não acertasse o defeito ou tivesse ficado em dúvida com relação ao mesmo, servia-se novamente da amostra para se certificar e melhor memorizar.

Durante o treinamento as amostras foram oferecidas numa seqüência que iniciava com os defeitos mais suaves e terminava com os mais intensos. Esta seqüência evitava que o sabor residual de amostras com maior intensidade de defeito comprometesse o julgamento das amostras seguintes. Os defeitos de sabor lipolizado, queimado, alho/cebola e oxidado por metal, foram considerados os mais pronunciados e os que ocasionavam um maior sabor residual, por esse motivo foram fornecidos sempre ao final da seqüência apresentada.

Os defeitos de sabor lipolizado, oxidado pela luz e oxidado por metal foram os mais enfatizados durante o treinamento em virtude da permanência da dificuldade de reconhecimento e diferenciação dos mesmos pelos participantes, conforme verificado por Aires (2002).

Ao final da etapa de reconhecimento dos defeitos, foram introduzidas as fichas de avaliação e teve início o treinamento de intensidade dos defeitos. Todas as amostras oferecidas nesta fase foram preparadas com três variações de intensidade de sabor, sendo elas, suave, moderado e definido.

Com o uso das fichas de avaliação, teve início a pontuação e classificação das amostras, que, de acordo com o total de pontos retirados, podem ser classificadas como "excelente", "boa", "satisfatória" ou "pobre".

4.3. Embalagens

O produto foi acondicionado em dois tipos de embalagens plásticas: garrafas semi-rígidas e saquinhos flexíveis.

Foram utilizadas garrafas de polietileno de alta densidade (PEAD) de 500 mL, pigmentadas com dióxido de titânio, com tampa de rosca de PEAD e lacre de vedação contendo alumínio/ polietileno de baixa densidade. As embalagens foram adquiridas da Plásticos Pirituba Indústria e Comércio Ltda, São Paulo - SP.

Foram utilizados saquinhos de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 500 mL, pigmentados com dióxido de titânio, com 60µm de espessura e 61g/m² de gramatura. As embalagens foram produzidas a partir de uma bobina de PEBD de 20 Kg, em máquina envasadora descrita no item 5.10.3. A bobina foi fornecida pela Plastunion, Indústria de Plásticos Ltda, Caieiras - SP.

4.4. Equipamentos

4.4.1. Contador eletrônico para contagem de partículas totais na sala limpa

Foi utilizado o contador eletrônico de partículas totais em suspensão, APC Biotest[®], modelo C1299-1020, com capacidade de detecção e discriminação de partículas de tamanho superior a 0,5 e 5,0 µm. A classificação do grau de contaminação do ar, segundo os padrões internacionais estabelecidos pela ISO 14.644-1, baseia-se na quantificação desses tamanhos de partículas por m³ de ar (PETRUS et al., 2003).

4.4.2. Filtros de água para limpeza de equipamentos

Sistema composto por dois pré-filtros, dispostos em série com um filtro absoluto, fabricados pela Tech Filter Indústria e Comércio Ltda, Indaiatuba - SP. A carcaça dos três elementos filtrantes era de polipropileno injetado. O pré-filtro 1 (5 µm) possuía elemento filtrante em polipropileno bobinado em núcleo de

polipropileno, apresentando eficiência de 99%. O pré-filtro 2 (1 μm) apresentava elemento filtrante de polipropileno expandido em núcleo de polipropileno, com eficiência de 99,98%. O filtro absoluto (0,22 μm) possuía elemento filtrante de polipropileno plissado em núcleo de polipropileno, com eficiência de 99,99%.

4.5. Soluções de higienização

Detergentes

Os detergentes utilizados na limpeza da linha de processamento e acondicionamento foram hidróxido de sódio e ácido nítrico.

Sanitizantes

Soluções de ácido peracético foram utilizadas na sanitização das garrafas plásticas e da linha de processamento e acondicionamento. O produto concentrado era uma mistura a base de ácido peracético (15%), peróxido de hidrogênio, ácido acético e água (Divosan Forte). O sanitizante foi fornecido pela JohnsonDiversey Brasil Ltda, São Paulo - SP.

Radiação ultravioleta foi empregada na sanitização do filme de PEBD. O filme era debobinado e exposto a radiação ultravioleta emitida por lâmpada de 15 W (TUV 15 W T5, Philips do Brasil Ltda, São Paulo - SP). As especificações nominais da lâmpada eram: intensidade de 48 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ a 1 m de distância da fonte, pico de comprimento de onda em 253,7 nm e depreciação de 15% na intensidade após 8.000 h. A lâmpada foi instalada no interior da máquina envasadora, descrita no item 5.10.3. A distância entre a lâmpada e o filme era de aproximadamente 20 mm.

Anti-séptico

A anti-sepsia dos manipuladores que operavam no interior da sala limpa foi feita com solução de álcool etílico 70%.

4.6. Medidores de residual de soluções de higienização

Fita indicadora de potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação da concentração hidrogeniônica na água de enxágüe da linha de processamento e acondicionamento foi realizada por colorimetria com fita indicadora (MERCK). A fita apresentava uma escala de concentração que variava de pH 0 a 14.

Fita indicadora de residual de peróxido de hidrogênio

A determinação do residual de peróxido de hidrogênio nas embalagens e equipamentos sanitizados foi realizada por colorimetria com fita indicadora (Merququant, MERCK). Esta fita possuía uma escala de concentração que variava de 0 a 25 mg/L, com intervalos de 0,5 mg/L.

4.7. Linha de processamento

A linha de processamento foi composta por tanque de matéria-prima, bomba centrífuga, trocador de calor a placas e tanque de produto com seus acessórios de controle (Figura 1). Essa linha de processamento foi desenvolvida por Petrus e Faria (2007).

O tanque de matéria-prima apresentava capacidade de 76 L, construído em aço inoxidável AISI 304 (Osmec, Indústria e Comércio Ltda, Campinas - SP). A bomba centrífuga tinha vazão nominal de 900 L/h, rotor construído em aço inoxidável AISI 304 (FB Bombas, Cajamar, SP). O trocador de calor a placas possuía vazão nominal de 300 L/h e temperatura máxima de operação de 150 °C, construído em aço inoxidável AISI 316 (Sumá Indústria e Comércio Ltda, Campinas - SP). Os principais acessórios de controle desse equipamento foram: termômetro (termoresistor tipo PT 100) conectado ao painel de controle digital e localizado após o tubo de retenção; válvula de desvio de fluxo do tipo pneumática controlada automaticamente pelo painel de controle; anel restritor posicionado na saída da seção de resfriamento de leite retornado; válvula agulha localizada na

saída da seção de resfriamento. O tanque de produto construído em aço inoxidável AISI 304 (Osmec, Indústria e Comércio Ltda, Campinas - SP) apresentava capacidade de 50 L.



Figura 1. Linha de processamento de leite.

4.8. Sala limpa para acondicionamento do produto

A sala limpa desenvolvida por Faria (2002), foi construída pela Isotherm Ar Condicionado Ltda, Campinas/SP, e está localizada na Planta Piloto de Embalagens da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp. A descrição da sala limpa feita por Petrus et al. (2003) é apresentada a seguir :

Climatização

O sistema gerador da área limpa foi composto por uma unidade condicionadora de ar de 4,0 TR (toneladas de refrigeração) composta pelos seguintes equipamentos e material: condicionador de ar, caixa de ventilação, rede de dutos com isolamento térmico, bocas para insuflamento e retorno do ar nos ambientes, difusores terminais, *dampers*, tomada de ar externo, caixa de filtragem instalada no duto de insuflamento, dutos flexíveis para interligação dos difusores aos dutos, atenuadores de ruído, luminárias estanques com lâmpadas fluorescentes.

Divisórias, forro e piso

As divisórias e forro foram fabricadas em camadas de placas de poliuretano injetado, revestidas com chapas de aço e fórmica em ambos os lados. Portas, caixa de passagem, visores completam o ambiente, tendo acabamento em perfis de alumínio arredondados. Os visores foram feitos em vidro duplo com injeção de nitrogênio entre eles. O piso da sala limpa, ante-sala e vestiário era do tipo granilite industrial e os cantos vivos eram arredondados com acabamento em perfil de alumínio.

Classificação da sala limpa

ISO classe 7, de acordo com as normas ISO 14.644-1

Classificação da ante-sala e vestiário

ISO classe 8

4.9. Testes preliminares

Foram realizados 3 testes preliminares aos processamentos. Nestes testes, realizados com água, foram feitas as substituições dos anéis de vedação das conexões, ajustes na válvula pneumática de desvio automático de fluxo, medições para ajustes de vazão, calibração dos termômetros do trocador de calor e verificação da operacionalização do equipamento para realização de 03 processamentos térmicos diferentes no mesmo dia.

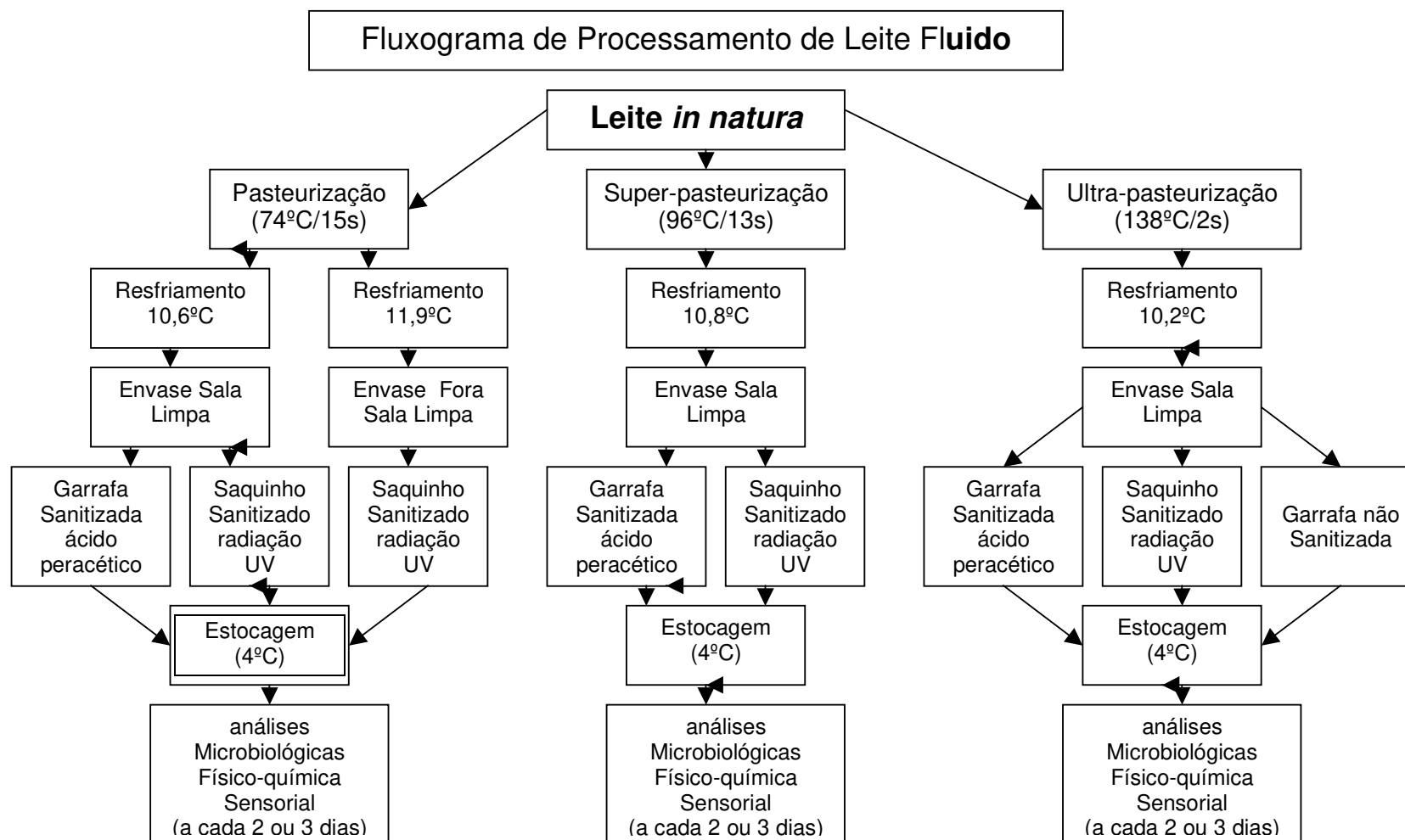


Figura 2. Fluxograma de processamento do leite fluido.

4.10. Controles que antecederam aos processamentos

4.10.1. Análise microbiológica das embalagens

Em cada repetição, antes da sanitização, foram coletadas 3 garrafas e 3 saquinhos. A caracterização microbiológica das garrafas e saquinhos foi realizada pela contagem microrganismos mesófilos aeróbios de acordo com a metodologia recomendada por Cousin et al. (2001) e a determinação de *Bacillus cereus* conforme metodologia descrita por Bennett e Belay (2001).

4.10.2. Controle de residual de peróxido de hidrogênio nas garrafas PEAD

O controle do residual de peróxido de hidrogênio nas garrafas foi feito através de fitas indicadoras Merckoquant, para que o limite de 0,5 mg/mL não fosse excedido. Após a sanitização e enxágüe, 5 garrafas foram enchidas com a água filtrada e as fitas indicadoras foram imersas por cerca de 5 s para determinação do residual, comparando-se a cor da fita imersa com a escala colorimétrica de 0 a 25mg/L de H₂O₂.

4.11. Delineamento Experimental

O delineamento experimental aplicado foi de blocos casualizados, apresentando 8 tratamentos e 3 repetições por tratamento.

Para a realização de cada um, dos 3 lotes foram utilizados 200 L de leite *in natura*, conforme descrito no item 4.1. Nos 8 tratamentos realizados e 3 repetições foram avaliadas 4 condições experimentais, com objetivo de verificar a influência das mesmas na vida-de-prateleira do produto. Os 8 tratamentos feitos em 3 repetições são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Tratamentos e condições experimentais.

Tratamentos	nº Repetições	Condições Experimentais				Código
		Tratamento Térmico	Embalagem	Descontaminação da Embalagem	Ambiente de Envase	
1	3	ultra- pasteurização (138°C/2s)	garrafa (PEAD)	ácido peracético (0,1%/15min)	sala limpa	138/SL/G
2	3	ultra- pasteurização (138°C/2s)	garrafa (PEAD)	sem descontaminação	sala limpa	138/Y
3	3	ultra- pasteurização (138°C/2s)	saquinho (PEBD)	ultravioleta	sala limpa	138/SL/S
4	3	super- pasteurização (96°C/13s)	garrafa (PEAD)	ácido peracético (0,1%/15min)	sala limpa	96/SL/G
5	3	super- pasteurização (96°C/13s)	saquinho (PEBD)	ultravioleta	sala limpa	96/SL/S
6	3	pasteurização (74°C/15s)	garrafa (PEAD)	ácido peracético (0,1%/15min)	sala limpa	74SL/G
7	3	pasteurização (74°C/15s)	saquinho (PEBD)	ultravioleta	sala limpa	74SL/S
8	3	pasteurização (74°C/15s)	saquinho (PEBD)	ultravioleta	fora da sala limpa	74/X

4.12. Condições experimentais

Em cada experimento (repetição), nos diferentes tratamentos realizados, foram produzidas aproximadamente 40 garrafas de 500mL de PEAD e cerca de 30 a 35 saquinhos de 500 mL de PEBD. Os lotes de garrafas e sacos foram identificados, distribuídos em caixas plásticas e armazenados em câmara fria à temperatura de 4°C ± 1°C até o momento do transporte para o local de estocagem final e realização de análises para caracterização e estudo de vida-de-prateleira do produto.

Para o transporte dos lotes de leite processados foram utilizadas 4 caixas

isotérmicas de polipropileno contendo gelo. O transporte foi feito à noite e teve duração aproximada de 1 h. Ao chegar ao destino final os lotes processados foram estocados à temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$, quando foram feitas as análises para acompanhamento de vida-de-prateleira do produto.

4.12.1. Processamentos térmicos

Para avaliação da influência do tratamento térmico na manutenção da qualidade e vida-de-prateleira do produto foram comparados os tratamentos térmicos de ultra-pasteurização, super-pasteurização e pasteurização.

Leite Ultra-pasteurizado

O primeiro processamento foi iniciado após a etapa de sanitização da linha de processamento descrita no item 4.14.1. O tratamento térmico empregado foi de $138^{\circ}\text{C}/2\text{ s}$ a uma vazão nominal de 235 L/h. Ao final do processamento a linha foi enxaguada por circulação de água filtrada durante 10 minutos e depois foi realizada a limpeza com solução de hidróxido de sódio 2%, à temperatura de 65°C durante 20 min. Ao final da limpeza, foi feito novo enxágüe do equipamento através da circulação de água até neutralização do pH, medido por fita indicadora de pH.

Leite Super-pasteurizado

Terminada a limpeza do trocador de calor a placas descrita acima, foram realizados o ajuste de temperatura do equipamento e a troca do tubo de retenção para atender as exigências do segundo processamento, cujo tratamento térmico definido foi de $96^{\circ}\text{C}/13\text{ s}$ a uma vazão nominal de 101 L/h. O tubo de retenção trocado foi devidamente embalado em papel Kraft e esterilizado em autoclave à temperatura de 121°C durante 20 min, no dia anterior ao processamento.

Com o trocador em regime, foram colocados aproximadamente 65 L da mistura de leite no tanque de equilíbrio, dando início ao segundo processamento. Para desprezar a água residual proveniente da etapa de limpeza do trocador de

calor a placas, aproximadamente 15 L de leite foram desprezados antes de iniciar o envase do produto.

Leite Pasteurizado

O terceiro processamento foi estabelecido para atender o tratamento térmico de pasteurização HTST (*High Temperature Short Time*) definido em 74°C/15 s, com vazão nominal de 88 L/h.

Aproximadamente, 65 L de leite da mistura dos latões foram colocados no tanque de equilíbrio e bombeados para o trocador de calor a placas. O leite processado foi resfriado à temperatura aproximada de 10°C, antes de iniciar o acondicionamento em sala limpa. Aproximadamente, 7 L de leite foram descartados antes do acondicionamento do produto. Este descarte teve como objetivo eliminar o residual de leite do processamento anterior.

4.12.2. Tipos de Embalagem

Para avaliação da influência da embalagem na manutenção da qualidade e vida-de-prateleira do produto, foi utilizado o tratamento térmico de leite ultra-pasteurizado. O produto, depois de resfriado, foi acondicionado em cerca de 40 garrafas de PEAD de 500 mL, não sanitizadas e 35-40 saquinhos plásticos de PEBD.

O acondicionamento foi realizado dentro da sala limpa por dois operadores paramentados, utilizando técnicas assépticas. O ambiente foi monitorado simultaneamente para contagem eletrônica de partículas totais em suspensão e monitoração de microrganismos no ar.

O envase nas garrafas de PEAD foi feito por enchimento manual, seguindo técnicas de assepsia, com auxílio de funil de PEAD. O acondicionamento nos saquinhos de PEBD foi feito em envasadora automática do tipo forma, enche e fecha. Após o envase, as garrafas de PEAD foram fechadas com tampa de rosca com lacre de alumínio e termosseladas por indução em potência alta por 2,6 s.

Os lotes de garrafas de PEAD não sanitizadas e saquinhos de PEBD foram

identificados por códigos, distribuídos em caixas plásticas e armazenados em câmara fria à temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ até o momento do transporte para o local de estocagem final.

4.12.3. Procedimento de descontaminação das embalagens

Para verificação da influência dos efeitos da sanitização e não sanitização das embalagens de PEAD na manutenção da qualidade e vida-de-prateleira do produto foi utilizado o tratamento térmico de leite ultra-pasteurizado. O produto depois de resfriado foi acondicionado em cerca de 40 garrafas de PEAD de 500 mL, sanitizadas e 40 garrafas de PEAD de 500 mL não sanitizadas.

A sanitização das garrafas de PEAD foi feita de acordo com o item 4.14.2. As garrafas de PEAD não sanitizadas foram somente enxaguadas com água filtrada, no dia anterior ao processamento. Após o enxágüe, as garrafas foram acondicionadas em sacos de PEBD grandes e transparentes, sendo identificados e armazenados no interior da sala limpa em funcionamento.

Os lotes de produto acondicionados em garrafas de PEAD sanitizadas e não sanitizadas foram identificados por códigos, distribuídos em caixas plásticas e armazenados em câmara fria à temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ até o momento do transporte para o local de estocagem final e realização das análises para acompanhamento de vida-de-prateleira do produto.

4.12.4. Ambiente de envase

Para avaliação da influência do ambiente de envase na manutenção da qualidade e vida-de-prateleira do produto foi utilizado o tratamento térmico de leite pasteurizado ($74^{\circ}\text{C}/15\text{ s}$). Nesta condição cerca de 30-35 saquinhos de PEBD de 500 mL foram acondicionados dentro da sala limpa e uma mesma quantidade foi envasada fora da sala limpa. Para o envase dos 35-40 saquinhos de PEBD fora da sala limpa a envasadora automática e o tanque de leite pasteurizado foram retirados da sala limpa e colocados no ambiente de processamento (planta piloto).

A escolha deste tratamento térmico para a avaliação destes parâmetros foi feita em função do mesmo ser o último processamento, o que evitaria a contaminação da sala limpa.

Os lotes de produto acondicionados em saquinhos dentro e fora da sala limpa foram identificados por códigos, distribuídos em caixas plásticas e estocados em câmara fria à temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ até o momento do transporte para o local de estocagem final a $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e realização das análises para acompanhamento de vida-de-prateleira do produto.

4.13. Descrição do processo

4.13.1. Caracterização da matéria-prima

O leite *in natura* foi analisado para caracterização e avaliação de qualidade através de testes físico-químicos, microbiológicos, composição, Contagem de Células Somáticas (CCS), pesquisa de resíduo de antibióticos e Análise Sensorial.

As análises físico-químicas realizadas na matéria-prima consistiram de determinação de teste de estabilidade ao álcool, pH, acidez titulável, densidade, crioscopia, gordura, extrato seco total, extrato seco desengordurado de acordo com metodologia descrita em Brasil (2006).

A análise de Composição foi feita por infravermelho em equipamento Bentley. A Contagem de Células Somáticas foi determinada por Citometria de fluxo em equipamento Somacount e o controle de resíduo de antibióticos foi feito pelo Kit Delvotest®.

Para avaliação da qualidade microbiológica da matéria-prima foram realizadas as análises de contagem total em placas de microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos, contagem de coliformes totais e termotolerantes pelo método do número mais provável (NMP) e detecção de *Salmonella* de acordo com a metodologia recomendada por Brasil (2003). A contagem de *Bacillus cereus* foi feita de acordo com a metodologia descrita por Bennett e Belay (2001).

A análise sensorial da matéria-prima foi realizada pela metodologia do

scorecard da *American Dairy Science Association* através do uso de um painel treinado para identificar defeitos de sabor em leite, conforme descrito no item 4.2.

4.13. 2. Processamentos térmicos

O leite de mistura obtido conforme item 4.1 foi transferido para o tanque de equilíbrio e bombeado para o trocador de calor a placas, onde foi submetido aos tratamentos térmicos denominados ultra-pasteurização, super-pasteurização e pasteurização (Tabela 9) e, em seguida, resfriado à temperatura aproximada de 10°C. Após o resfriamento parte do produto foi acondicionado em garrafas de PEAD de 500 mL, através de enchimento manual, feito diretamente da tubulação de saída da unidade de processamento; a outra parte foi acondicionada em saquinhos de PEBD de 500 mL, em máquina envasadora automática.

Tabela 9. Binômios tempo x temperatura utilizados nos tratamentos térmicos do leite em trocador de calor a placas.

Repetição	Tratamento térmico	Temperatura (°C)	Tempo de retenção (s)
1	Ultra-pasteurização	138	2
2	Super-pasteurização	96	13
3	Pasteurização	74	15

O leite ultra-pasteurizado foi tratado termicamente a 138°C/2s, envasado na sala limpa em garrafas sanitizadas com ácido peracético e em garrafas não sanitizadas, assim como em saquinhos de PEBD sanitizados com radiação ultravioleta.

O leite super-pasteurizado foi tratado termicamente a 96°C/13s, envasado na sala limpa em garrafas sanitizadas com ácido peracético e em saquinhos de PEBD sanitizados com radiação ultravioleta.

O leite pasteurizado foi tratado a 74°C/15s e envasado nas mesmas condições do leite super-pasteurizado, bem como fora da sala limpa em saquinhos

de PEBD.

O produto obtido nos 3 lotes foi caracterizado através de análises físico-químicas, microbiológicas e sensorial, sendo esta última com ênfase em defeitos de sabor de leite.

4.13.3. Acondicionamento do produto

Garrafas de PEAD

O acondicionamento do produto em garrafas sanitizadas e não sanitizadas foi realizado em sala limpa, seguindo técnicas de assepsia. As garrafas foram enchidas manualmente, diretamente da tubulação de saída da unidade de processamento, com auxílio de funil de PEAD. O fechamento das embalagens foi efetuado com um selador por indução eletromagnética ENERCON Industries Corporation, modelo COMPAK JR. (WI, EUA). A termoselagem foi realizada por um período de 2,6 s em potência alta (Figura 2).



Figura 3. Envase e fechamento das garrafas de PEAD, na sala limpa.

Saquinhos PEBD

O leite processado termicamente foi coletado em tanque de aço inoxidável, previamente sanitizado, localizado no interior da sala limpa, de onde foi bombeado para máquina envasadora. Foi utilizada máquina envasadora do tipo forma, enche e fecha, com vazão nominal de 150 L/h (Sumá Indústria e Comércio Ltda, Campinas - SP). Esta máquina possuía lâmpada ultravioleta para sanitização do filme de PEBD. O acondicionamento dos leites processados foi efetuado dentro e fora da sala limpa (Figura 3).



Figura 4. Acondicionamento do leite em saquinhos de PEBD, na sala limpa.

4.14. Higienização dos equipamentos

4.14.1. Higienização da linha de processamento

A higienização completa da linha de processamento foi feita antes do início do primeiro tratamento térmico e ao final do terceiro tratamento térmico, de acordo com as etapas citadas abaixo.

Entre os tratamentos térmicos, foram feitos enxágües com água em temperatura ambiente, durante cerca de 10 minutos. O objetivo desse enxágüe foi remover os resíduos da superfície dos equipamentos, diminuir a temperatura do equipamento e regular a vazão do trocador de calor a placas, uma vez que, por razões operacionais, os processamentos foram iniciados com o tratamento térmico mais intenso.

Uma limpeza alcalina intermediária foi realizada entre o primeiro e o segundo tratamento térmico, em cada processamento, devido à maior possibilidade de ocorrência de depósito de resíduos nas placas trocador de calor, em função do primeiro tratamento térmico ser mais intenso.

Pré-enxágüe

O pré-enxágüe da linha de processamento foi feito pela recirculação de água a 40°C durante 10 min, a uma vazão de 900 L/h, previamente ao primeiro processamento.

Limpeza alcalina

A limpeza alcalina foi realizada com recirculação de solução de hidróxido de sódio a 2%, em temperatura de 65°C durante 20 min a uma vazão de 900L/h.

Enxágüe intermediário

Feito por circulação de água em temperatura ambiente, numa vazão de 900L/h até remoção completa do detergente alcalino e neutralização do pH, verificada através de fita indicadora de pH.

Limpeza ácida

Realizada por recirculação de solução de ácido nítrico 2%, à temperatura de 65°C durante 20 min, a uma vazão de 900L/h.

Enxágüe final

Feito por circulação de água em temperatura ambiente, numa vazão de 900L/h até remoção completa do detergente ácido e neutralização do pH, verificada através de fita indicadora de pH.

Sanitização

A sanitização da linha de processamento foi efetuada antes do início do processamento através da circulação de solução de ácido peracético 0,1% (p/v) a 45°C, durante, aproximadamente, 30 min. Ao término da sanitização química, a linha foi enxaguada com água processada à mesma temperatura de processamento do produto para remoção de resíduos do sanitizante.

4.14.2. Sanitização das embalagens

Garrafas de PEAD

As garrafas foram higienizadas através de enxágüe inicial com água, sanitização química e enxágüe final. Os enxágües inicial e final foram feitos por enchimento das garrafas com água filtrada em filtro biológico. A sanitização das garrafas foi feita por imersão em uma mistura estabilizada contendo ácido peracético e peróxido de hidrogênio conforme recomendações do fabricante. Os parâmetros operacionais foram concentração de ácido peracético de 0,1%, tempo de imersão de 10 a 15 min, à temperatura ambiente. O ácido peracético é comercialmente aplicado em processos de esterilização de embalagens, com concentrações variando na faixa 0,1 a 1% (REUTER, 1988). O enxágüe final das garrafas foi feito por tríplex lavagem para remoção do residual químico da solução sanitizante. A higienização foi realizada fora da sala limpa e ao final da

mesma as garrafas foram acondicionadas em sacos de PEAD e colocadas dentro da sala limpa que já se encontrava em regime de operação. A higienização das garrafas foi realizada no dia anterior ao processamento.

As tampas de rosca de PEAD e lacre de vedação contendo alumínio/PEBD foram sanitizadas por imersão na mesma solução, porém o binômio temperatura x tempo foi de 45°C por, aproximadamente, 2 min. Este binômio foi utilizado para evitar problemas na termossoldagem em tampas sanitizadas por imersão em tempos maiores, e vem ao encontro do que foi conseguido por Abreu e Faria (2004) que esterilizaram garrafas de polietileno tereftalato (PET) obtendo de 4 a 7 reduções decimais na população de *B. subtilis* var. *globigii*, com soluções de ácido peracético em concentrações de 0,1 a 1,2%, sob aquecimento de 30 a 50°C. Sagripanti e Bonifacino (1996), utilizaram ácido peracético em concentração de 0,03% à temperatura de 40°C por 2 minutos para obtenção do valor D de *B. subtilis niger* ATCC9372.

A concentração de resíduos nas embalagens foi controlada pelo uso de fitas indicadoras MERCK®, para que a mesma não excedesse o limite máximo de 0,5mg/L recomendado pelo FDA.

Saquinhos de PEBD

O filme de PEBD foi sanitizado por radiação ultravioleta, apresentando intensidade energética média de 261 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ na faixa de comprimento de onda de 240-264 nm por um período mínimo de 1 s. Estes parâmetros foram determinados por Cardoso (2007).

A eficiência da radiação ultravioleta na destruição de microrganismos contaminantes em várias superfícies de materiais tem sido relatada por diversos autores (FLUCKIGER, 1995; ROWAN et al. 1999; SIZER e BALASUBRAMANIAN, 1999; KONINKLIJKE, 2006).

4.14.3. Higienização da sala limpa

As instalações da sala limpa foram limpas seguindo as etapas de enxágüe inicial, lavagem, enxágüe final e drenagem. Antes do início da higienização, as luminárias, interruptores, tomadas, difusores de ar e grelhas de retorno foram cobertos com filmes plásticos e fitas adesivas. A lavagem das superfícies foi feita manualmente, pela esfregação de detergente neutro com escova de cerdas de nylon. A drenagem foi conduzida com auxílio de rodos. A sanitização do piso foi feita com solução de hipoclorito de sódio na concentração de 400 mg/L de cloro residual livre. A higienização foi efetuada no dia anterior ao processamento.

O sistema de insuflamento e climatização do ar da sala limpa foi acionado logo após a higienização, aproximadamente, 18 h antes do início do processamento.

4.14.4. Higienização de latões, máquina envasadora, tanques e utensílios

Os latões de PEAD foram higienizados através de limpeza manual com detergente neutro. A sanitização foi efetuada pelo enchimento dos latões com solução de hipoclorito de sódio a uma concentração de 100 mg/L, permanecendo a solução até o momento da utilização dos mesmos.

A higienização da máquina envasadora, tanques e utensílios foi feita em conjunto com a da sala limpa. Esses equipamentos e utensílios, após a higienização, permaneceram na sala limpa quando do acionamento do sistema de insuflamento e climatização.

A higienização externa da envasadora foi feita com álcool etílico 70% e a higienização em circuito fechado foi realizada através das etapas de enxágüe inicial, lavagem, enxágüe intermediário e sanitização. Os enxágües foram feitos com água filtrada e a limpeza foi efetuada pela circulação de detergente alcalino (hidróxido de sódio 2%), à temperatura ambiente, por 30 min, seguida de enxágüe até neutralização do pH que foi medida com fita indicadora de pH (MERCK). Em seguida, foi feita a circulação da solução de ácido peracético 0,1%, à temperatura

ambiente durante 30 minutos. O enxágüe final foi feito com água filtrada até que a concentração de peróxido de hidrogênio não excedesse o limite máximo de 0,5mg/L recomendado pelo FDA. O controle de resíduo foi feito pelo uso de fitas indicadoras (MERCK).

Os tanques de produto e os utensílios foram lavados manualmente com detergente neutro, e depois, enxaguados com água filtrada. Os tanques foram sanitizados com solução de ácido peracético 0,1%, permanecendo esta solução no seu interior até o dia do processamento, quando, então, eram esvaziados e enxaguados com água até que a concentração de peróxido de hidrogênio não excedesse o limite máximo de 0,5mg/L.

Os utensílios (caixas para estocagem de produto embalado e funil) foram sanitizados com solução de hipoclorito de sódio na concentração aproximada de 200 mg/L de cloro residual livre, permanecendo nesta solução por aproximadamente 30 min. O enxágüe foi feito com água filtrada e, depois, com solução de hipoclorito de sódio numa concentração de 20 mg/L de cloro residual livre.

4.14.5. Sanitização dos filtros de água para limpeza dos equipamentos

O sistema de filtração de água de enxágüe de embalagens e equipamentos foi sanitizado quimicamente através de recirculação de solução de ácido peracético 0,1%, à temperatura ambiente, por 30 min. Esses parâmetros operacionais foram estabelecidos conforme recomendação do fabricante de ácido peracético (JohnsonDiversey Brasil Ltda, São Paulo - SP). Em seguida, foi realizado o enxágüe do sistema por circulação de água até a obtenção de um residual de peróxido de hidrogênio inferior a 0,5 mg/L. A verificação da concentração de peróxido de hidrogênio foi efetuada com fita indicadora.

4.15. Controles simultâneos aos processamentos

4.15.1. Contagem eletrônica de partículas totais em suspensão na sala limpa

A contagem de partículas de 0,5 e 5,0 μm foi feita na sala limpa no início e, ao final do processamento, conforme realizado por Petrus e Faria (2004). Foram monitorados 3 pontos a citar: ao lado do tanque de produto, ao lado da envasadora e no centro da sala limpa. O contador eletrônico de partículas foi posicionado a aproximadamente 1 m do nível do piso, próximo à altura de trabalho, com duração de 5 minutos para cada amostragem.

Esta contagem foi realizada por um contador eletrônico de partículas APC BIOTEST modelo C1299-1020 descrito no item 4.4.1.

Este equipamento succiona o ar e passa por um feixe de laser que mede o número de partículas de vários tamanhos presentes em um determinado volume de ar.

4.15.2. Monitoração de microrganismos no ar na sala limpa

A monitoração de microrganismos no ar foi realizada pelo método de sedimentação simples, conforme metodologia proposta por Evancho et al. (2001), sendo realizados 3 lotes para cada ponto. Foram coletadas amostras em 3 pontos dentro da sala limpa e 1 ponto fora da sala limpa, durante o acondicionamento do produto. Os pontos monitorados na sala limpa foram ao lado do tanque de produto, ao lado da envasadora e no centro da sala. O ponto avaliado fora da sala limpa foi ao lado da envasadora. As placas de Petri de 90 mm de diâmetro, contendo 20 mL do meio de cultura PCA / Merck, foram posicionadas a 1 m acima do nível do piso, próximo à altura de trabalho e expostas durante 15 minutos. Posteriormente as placas foram invertidas e incubadas a 35°C/48 h. Após a contagem, os resultados foram expressos em UFC/cm²/semana, determinados pela equação:

$$\text{UFC/cm}^2/\text{semana} = \frac{\text{UFC} \times 10080}{(\pi \times r^2) \times t}$$

onde:

UFC = unidade formadora de colônia/ mL

t = tempo de sedimentação em minutos

r = raio da placa de Petri em cm

4.16. Caracterização dos leites processados

A caracterização dos leites processados foi efetuada, aproximadamente, 18 h após os processamentos através de análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais completas. O acompanhamento da vida-de-prateleira foi feito a cada 2 ou 3 dias para verificação da qualidade físico-química, microbiológica e sensorial descritas a seguir.

4.16.1. Caracterização físico-química

Amostras de leite processado foram coletadas e analisadas para verificação da eficiência do tratamento térmico através dos testes enzimáticos de fosfatase alcalina e peroxidase, determinação do pH, acidez titulável, densidade, índice crioscópico, extrato seco total, extrato seco desengordurado e gordura de acordo com as metodologias descritas em Brasil (2006).

4.15.2. Caracterização microbiológica

Amostras de leite processado foram coletadas para análises microbiológicas de contagem padrão em placas de microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos, contagem de coliformes totais e termotolerantes pelo método do número mais provável (NMP) e detecção de *Salmonella* de acordo com as metodologias descritas em Brasil (2003). A contagem de *Bacillus cereus* foi feita de acordo com a metodologia descrita por Bennett e Belay (2001).

4.16.3. Análise sensorial

A análise sensorial foi feita por um grupo de julgadores treinados pela metodologia do *scorecard* da "*American Dairy Science Association*", descrita por Nelson & Trout (1964); Shipe et al. (1978) e utilizada por Aires (2002) no treinamento de um painel de estudantes para julgamento de qualidade de leite fluido.

4.17. Avaliações para estimativa de vida-de-prateleira do leite processado

Os leites processados estocados à temperatura de $4 \pm 1^\circ\text{C}$, foram avaliados a cada 2 ou 3 dias, através de análises físico-químicas, microbiológicas e sensorial, conforme metodologias de análises descritas anteriormente.

As análises microbiológicas realizadas consistiram de contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos e determinação de *Bacillus cereus*. Essa última só foi efetuada quando foi verificado o aumento de 1 a 2 ciclos logarítmicos nas contagens de mesófilos e/ou psicrotróficos.

Na ausência de legislação e regulamentos oficiais para definir limites microbiológicos para os leites denominados super-pasteurizado e ultra-pasteurizado foi estabelecido como referência para determinar o final da vida-de-prateleira o limite máximo de $8,0 \times 10^4$ UFC/mL para contagem de mesófilos aeróbios de acordo com o estabelecido para leite pasteurizado (BRASIL, 2002).

De acordo com Cromie (1991), Schröder et al. (1983) e Schröder et al. (1982) foi estabelecida uma contagem máxima entre 10^6 a 10^7 UFC/mL de microrganismos psicrotróficos como limite máximo para determinar o final de vida-de-prateleira do leite, uma vez que, à partir dessa contagem, foi verificada a deterioração e aparecimento de defeitos de sabor no produto.

No julgamento sensorial a vida-de-prateleira do leite foi definida de acordo com Nelson e Trout (1964) e Shipe et al. (1978), através de uma pontuação mínima de 31 pontos e classificação "pobre".

Se uma pontuação maior fosse adotada para definir o final da vida-de-prateleira, provavelmente, a maioria dos leites seria desclassificada. Esse limite inferior foi estipulado porque, no Brasil, o consumidor e até mesmo a indústria processadora atribui uma importância relativamente pequena ao sabor do leite.

A pouca importância dada ao sabor do leite pode ser justificada por um desconhecimento do problema ou até mesmo porque, a maioria dos consumidores brasileiros de leite está tradicionalmente habituada a consumir leite fervido. O leite fervido apresenta predominantemente defeito de sabor "aquecido/rico ou cozido" (Nelson Trout, 1964; Shipe et al.;1978; Bodyfelt et al., 1988; Aires, 2002). Muitas vezes, a sua presença pode mascarar defeitos considerados mais desagradáveis e que podem também estar presentes no produto.

4.18. Análise estatística dos resultados

A análise estatística dos resultados foi realizada em microcomputador, utilizando-se o programa STATGRAPHICS® Centurion XV, versão 15.102 (Statpoint , Inc. 1982-2006).

Os resultados dos tratamentos, referentes aos efeitos do tratamento térmico, da embalagem e da repetição (lote) foram analisados através de Análise de Variância (ANOVA), com tratamentos desdobrados em multifatores.

Os efeitos da sanitização da embalagem e do ambiente de envase foram analisados separadamente, através de comparação entre os tratamentos, utilizando-se como ferramenta estatística o teste t para amostras independentes, presumindo variâncias homogêneas.

As médias utilizadas nos tratamentos foram relativas à vida-de-prateleira em dia, dos leites processados, em cada lote (repetição), em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e do julgamento sensorial.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Controles que antecederam aos processamentos

5.1.1. Análise microbiológica das embalagens antes da sanitização

A Tabela 10 mostra os resultados das contagens de microrganismos mesófilos aeróbios e a determinação de *B. cereus* nas embalagens utilizadas para o acondicionamento dos leites termoprocessados.

Tabela 10. Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e *Bacillus cereus* em embalagens não sanitizadas

	Contagem de mesófilos aeróbios		<i>Bacillus cereus</i>	
	Garrafa PEAD (UFC/garrafa)	Saquinho PEBD (UFC/cm ²)	Garrafa PEAD (UFC/garrafa)	Saquinho PEBD (UFC/cm ²)
Lote 1	<1	<1	<1	<1
Lote 2	<1	<1	<1	<1
Lote 3	<1	<1	<1	<1

UFC - Unidades formadoras de colônia

Chevroton (1996) recomenda que a contaminação inicial das garrafas destinadas a enchimento asséptico seja controlada, devendo ser menor que 20 UFC/garrafa. Considerando esse valor de referência, a contaminação inicial das garrafas atendeu ao critério proposto, ao apresentar contagens menores que 1 UFC/garrafa.

De acordo com Vatne & Castberg (1991) materiais de embalagem contêm baixo número de microrganismos e os padrões internacionais (FDA, IDF) preconizam que a contaminação de superfícies de embalagens que entram em contato com alimento deverá ser menor que 1 UFC/cm². Deste modo, os saquinhos atenderam ao critério proposto, uma vez que apresentaram contagens menores que 1 UFC/cm². A contagem de *Bacillus cereus* na garrafa foi menor que 1 UFC/garrafa e no saquinho foi menor que 1 UFC/cm².

5.1.2. Controle de residual de peróxido de hidrogênio nas garrafas PEAD

O controle do residual de peróxido de hidrogênio realizado nas garrafas após a sanitização e enxágüe apresentou leitura inferior a 0,5 mg/L, nos 3 lotes, conforme recomendado pela FDA.

5.2. Controles simultâneos aos processamentos na sala limpa

5.2.1. Pressurização

A pressão diferencial entre a sala limpa e a planta de processamento localizada ao lado manteve-se constante durante todo o processo. Foi verificada uma pressão de 28 Pa, pressão esta considerada mais que o dobro da estabelecida como mínima para assegurar o grau de limpeza da sala de envase, tida como 1,2mmca (12Pa), conforme norma NBR 13413 (ABNT, 1995).

5.2.2. Contagem de partículas totais no ar na sala limpa

A contagem de partículas totais no ar para os 3 lotes é apresentada na Tabela 11. Os resultados obtidos atenderam aos padrões estabelecidos pela NBR ISO14644 -1 (ABNT, 2005) para sala limpa ISO classe 7, revelando a conformidade do ambiente quanto à concentração de partículas totais.

Tabela 11. Contagem de partículas totais no ar na sala limpa em operação.

Lote	Contagem de Partículas Totais no Envase (/m ³)					
	Início		Fim		Média	Média
	≥ 0,5µm	≥ 5,0µm	≥ 0,5µm	≥ 5,0µm	≥ 0,5µm	≥ 5,0µm
1	1271	39	2512	21	1892	30
2	10684	39	2227	64	6456	52
3	4143	47	2986	32	3565	40
Média	5366	42	2575	39	3971	40
Desvio padrão	4824	5	383	22	2309	11

De acordo com o padrão NBR ISO14644 -1 (ABNT, 2005), a contagem máxima de partículas totais em sala limpa classe 7 é de 352.000 partículas ≥ 0,5 µm/m³ de ar e 2.930 partículas ≥ 5,0 µm/m³ de ar.

5.2.3. Monitoração de microrganismos no ar

5.2.3.1. Monitoração do ar da sala limpa

Os resultados da contagem de mesófilos aeróbios em três pontos na sala limpa são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Contagem média de mesófilos aeróbios na sala limpa em operação nos 3 lotes.

Lote	Ponto Monitorado (UFC/15min)			Média	Desvio Padrão	UFC/cm ² /semana
	p1	p2	p3			
1	1,7	*	2,0	1,8	0,2	19,02
2	1,3	2,0	1,7	1,7	0,3	17,96
3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,0	7,40

p1- ponto de medição próximo ao tanque de produto

p2 - ponto de medição no centro da sala de envase

p3 - ponto de medição próximo a envasadora

* não determinado

De acordo com Downes e Ito (2001) um ambiente é considerado em condições higiênicas adequadas quando a contagem de mesófilos é de, no máximo, 30 UFC/cm²/semana para a técnica da sedimentação simples, condição essa atendida nos 3 lotes.

5.2.3.2. Monitoração do ar fora da sala limpa

A Tabela 13 mostra a contagem de microrganismos em suspensão fora da sala limpa, no momento do envase do produto, nos 3 lotes, na planta de processamento.

Tabela 13. Contagem de mesófilos aeróbios fora da sala limpa nos 3 processamentos (repetições).

Contagem média de mesófilos fora da sala limpa		
Lote	(UFC/15 min)	(UFC/cm ² /semana)
1	$1,1 \times 10^2$	$1,1, \times 10^3$
2	$8,2 \times 10^1$	$1,2 \times 10^3$
3	$1,9 \times 10^2$	$2,0 \times 10^3$
Média	$1,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$
Desvio Padrão	$5,7 \times 10^1$	$4,8 \times 10^2$

5.3. Caracterização da matéria-prima

5.3.1. Histórico da temperatura da matéria-prima

O histórico da temperatura da matéria-prima dos 3 lotes no momento do transvase do tanque de expansão refrigerado para os latões, chegada na planta piloto e início dos processamentos (ultra-pasteurização, super- pasteurização e pasteurização) é apresentado na Tabela 14.

Tabela 14. Histórico de temperatura da matéria-prima.

Temperatura (°C)					
Lote	Mini-usina	Planta Piloto	Início do processamento		
			Leite Ultra-Pasteurizado	Leite Super-Pasteurizado	Leite Pasteurizado
1	19,5 ± 0,3	12,0 ± 6,2	12,0	12,0	8,0
2	11,0 ± 0,1	16,2 ± 0,6	14,5	14,5	12,0
3	14,2 ± 8,9	18,1 ± 4,8	16,0	15,0	14,5

A matéria-prima consistiu de leite de mistura da ordenha da tarde do dia anterior ao processamento e leite da ordenha da manhã do dia do processamento. O tempo de armazenagem refrigerada do leite *in natura* até o momento do processamento foi de, aproximadamente, 20 h para o leite da ordenha da tarde e de cerca de 5 horas para o leite da ordenha da manhã.

Com relação às temperaturas do leite na mini-usina e na chegada à planta piloto, a matéria-prima utilizada nos 3 lotes não atendeu ao proposto pela legislação (BRASIL, 2002), que recomenda uma temperatura máxima de 7°C na propriedade rural e 10°C no estabelecimento industrializador.

No lote 1, a temperatura do leite na mini-usina ficou em média 19,5°C e chegou à planta piloto à temperatura aproximada de 12°C, porque o transporte dos latões de metal foi feito em tambores de 200 L, contendo gelo.

Nos lotes 2 e 3 os latões de metal, por apresentarem ferrugem, que poderia levar ao aparecimento de defeitos de sabor no leite, foram substituídos por latões plásticos. Nestes casos, o transporte dos latões plásticos foi feito em condições não isotérmicas.

As temperaturas do leite na chegada à planta piloto e início dos processamentos se mantiveram inalteradas ou com uma pequena redução, devido o curto período de tempo em que o leite ficava dentro da câmara fria. Da recepção do leite na planta piloto, até o início do processamento do leite ultra-pasteurizado, o tempo de armazenagem na câmara fria foi de cerca de 20 min. Nos

processamentos de leite super-pasteurizado esse período de armazenagem foi de cerca de 1 h. Para o leite pasteurizado, o tempo de armazenagem refrigerada foi de no máximo 3 horas.

No lote 1, o leite armazenado em latões de metal apresentou uma melhor redução de temperatura do produto, quando comparado ao leite dos lotes 2 e 3, armazenado em latões plásticos, na câmara fria. Isto se explica em função de uma melhor troca térmica do metal, em relação ao plástico.

5.3.2. Caracterização físico-química da matéria-prima

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas do leite *in natura* são apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15. Caracterização físico-química da matéria-prima nos 3 lotes.

		Lote 1	Lote 2	Lote 3	Média	Desvio Padrão	Padrão de Referência
Acidez (^o Dornic)		14,4	13,1	13,5	13,7	0,7	14 - 18 ^o D
pH		6,8	6,8	6,9	6,9	0,1	6,6 - 7,0
Densidade relativa, 15/15 ^o , g/mL		1,0296	1,0282	1,0302	1,0293	0,0010	1,028 - 1,032
Gordura (g/100g)		5,5	3,7	3,4	4,2	1,1	min. 3%
Sólidos Totais (g/100g)		14,3	12,0	11,9	12,7	1,3	min. 11,4%
Sólidos Não-gordurosos (g/100g)		8,8	8,1	8,5	8,5	0,4	min. 8,4%
Proteína Total (% m/m)		3,2	3,1	3,0	3,1	0,1	min. 2,9%
Lactose (% m/m)		4,0	4,1	4,0	4,1	0,0	
Índice Crioscópico (^o Hortvet)		-0,538	-0,533	-0,530	-0,534	0,004	max. -0,530 ^o H
Testes Enzimáticos	Fosfatase	(+)	(+)	(+)			Fosfatase +
	Peroxidade	(+)	(+)	(+)			Peroxidase +
Estabilidade ao etanol	68% (v/v)	estável	estável	estável			estável
	72% (v/v)	estável	estável	estável			estável
	74% (v/v)	estável	estável	estável			estável
	76% (v/v)	estável	estável	estável			estável

* Padrão de Identidade e Qualidade do Leite *In natura* Refrigerado (BRASIL, 2002).

** pH 6,6 - 6,8 (WALSTRA et al. (2001); pH 6,8 - 7,0 (ICMSF, 1988).

As características físico-químicas da matéria-prima foram analisadas em relação aos critérios estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2002). O leite *in*

natura apresentou-se dentro dos padrões de referência para os requisitos de gordura, densidade, índice crioscópico, sólidos não gordurosos, proteínas e estabilidade ao álcool.

Pela análise dos dados apresentados na Tabela 15, pode-se verificar que o leite do lote 1 apresentou uma maior porcentagem de gordura. Fazendo-se uma inferência com a contagem de células somáticas do mesmo lote percebe-se que a contagem de CCS foi bem superior ao máximo permitido pela legislação.

Machado et al. (2000), analisando leites de tanques de rebanhos brasileiros localizados nos Estados de São Paulo e sul de Minas Gerais, também encontraram aumento na concentração de gordura relacionado ao incremento da CCS, o que pode ser explicado, provavelmente, pelo fato da redução na produção de leite, devido à ocorrência de infecção da glândula mamária, ter sido mais acentuada que aquela da produção de gordura, havendo assim concentração da gordura, aumentando sua porcentagem.

Com relação à acidez, o leite *in natura* do lote 1 encontrou-se dentro do padrão. No entanto, os leites dos lotes 2 e 3 apresentaram alcalinidade. Essa alcalinidade pode ser relacionada à presença de resíduo de detergente alcalino no equipamento de ordenha e tanque de armazenagem, diluição do leite com água residual da etapa de limpeza do equipamento de ordenha, ou tanque de refrigeração, até mesmo por fraude.

Com relação aos resultados obtidos para pH, lactose e provas enzimáticas (fosfatase e peroxidase), não há limites previstos pela legislação.

No entanto, o pH pode ser considerado como um dos parâmetros empregados para avaliar o grau de frescor do leite (ICMSF, 1988). Nos 3 lotes, o leite encontrou-se dentro dos limites estabelecidos como referência (WALSTRA, 2001; ICMSF, 1988).

A determinação do teor de lactose foi realizada com a finalidade de complementar a caracterização físico-química. Os leites analisados nos 3 lotes apresentaram teor de lactose abaixo da média.

O leite apresenta em sua composição um teor médio de 4,6% de lactose, sendo esta considerada o principal carboidrato do leite e responsável pelo sabor levemente adocicado deste produto (WALSTRA et al., 2001).

No lote 1 a matéria-prima apresentou um teor de lactose abaixo da média, podendo este valor estar relacionado à uma elevada contagem de células somáticas apresentada pela mesma.

Segundo Auldist (2002), redução na concentração de lactose do leite pode ter como causa a mastite, pois essa infecção reduz a síntese e a secreção em nível celular. A lactose é considerada o regulador osmótico do volume de leite, ou seja, durante a mastite menos lactose é secretada, menos água é carreada para dentro da célula, resultando em menos leite.

Nos lotes 2 e 3, a matéria-prima também apresentou menores porcentagens de lactose, no entanto, a contagem de células somáticas encontrava-se bem abaixo do estabelecido pela legislação. Nestes casos pode-se relacionar esta redução com uma possível diluição do leite com resíduo de água proveniente da limpeza dos equipamentos. Entretanto, os valores de crioscopia, apresentaram-se dentro do limite.

Os testes enzimáticos de fosfatase alcalina e peroxidase foram positivos, confirmando a presença dessas enzimas, encontradas naturalmente no leite *in natura* (MEUNIER-GODDIK, 2002).

5.3.3. Caracterização microbiológica da matéria-prima.

Para a caracterização microbiológica da matéria-prima utilizada nos processamentos, foram realizadas contagens de microrganismos mesófilos, psicrótrófos, *B. cereus*, células somáticas e pesquisa de antibiótico, conforme resultados apresentados na Tabela 16.

Tabela 16. Contagem de mesófilos, psicrotróficos, *B. cereus*, células somáticas (CCS) e pesquisa de resíduos de antibiótico (ATB) na matéria-prima, nos 3 lotes.

Análise	Referência	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Contagem de mesófilos ¹ (UFC/mL)	$1,0 \times 10^6$	$2,45 \times 10^5$	$1,02 \times 10^6$	$1,86 \times 10^5$
Contagem de psicrotróficos ² (UFC/mL)	10^4	$1,60 \times 10^3$	$2,94 \times 10^4$	$2,47 \times 10^4$
<i>Bacillus cereus</i> (UFC/mL)	—	<10	<10	$8,4 \times 10^2$
CCS (CS/mL) ³	$1,0 \times 10^6$	$3,3 \times 10^6$	$4,7 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$
ATB ⁴	—	Negativo	Negativo	Negativo

¹ Padrão legal estabelecido no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do leite in natura refrigerado (BRASIL, 2002).

² Schmidt et al. (1989).

³ Padrão legal estabelecido no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do leite in natura refrigerado (BRASIL, 2002). Valor permitido até 01 de julho de 2007 para as Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

⁴ Limites máximos previstos no Programa Nacional de Controle de Resíduos (BRASIL, 1999).

O Quadro 1 abaixo, apresenta o resumo dos antimicrobianos e seus limites de acordo com o estabelecido pela legislação (BRASI, 1999).

Quadro 1. Resumo dos antimicrobianos e limites máximos de resíduos (LMR) permitidos no leite.

Antimicrobiano	LMR (μ /Kg)
Penicilina	4
Estreptomicina	200
Tetraciclina	100
Eritromicina	40
Neomicina	500
Oxitetraciclina	100
Clortetraciclina	100
Ampicilina	4
Amoxicilina	4
Ceftiofur	100
Sulfametazina, sulfametoxina, sulfatiazol	100

Fonte: Adaptado de Brasil (1999).

A contagem de microrganismos aeróbios mesófilos do leite utilizado nos 3 lotes atendeu ao proposto pela legislação para leite *in natura* refrigerado.

A legislação brasileira não prevê contagem de bactérias psicotróficas para leite *in natura* e leite pasteurizado. Vários estudos porém, ressaltam a importância da qualidade microbiológica da matéria-prima, principalmente com relação à contagem de bactérias psicotróficas, como fator preponderante para o aumento da vida-de-prateleira do leite pasteurizado (BAKER, 1983 ; AUCLAIR, 1986 ; CROMIE, 1991; RAVANIS & LEWIS, 1995 ; SMITHWELL & KAILASAPATHY, 1995; MUIR, 1996).

Muitas bactérias psicotróficas isoladas em leite *in natura* produzem enzimas lipolíticas e proteolíticas que degradam seus componentes e, quando a contagem excede 5×10^6 UFC/mL, a vida-de-prateleira do leite pasteurizado pode ser prejudicada. Alguns gêneros como as *Pseudomonas fluorescens* apresentam grande potencial destrutivo, com atividade lipolítica e proteolítica resultando em defeitos de sabor descritos como frutado, sujo, amargo ou pútrido (CROMIE, 1991; MUIR, 1996).

A contagem de microrganismos aeróbios psicotróficos no leite utilizado nos 3 lotes pode ser considerada aceitável, uma vez que Schmidt et al. (1989) consideraram leite *in natura* com contagem de psicotróficos de $3,7 \times 10^4$ UFC/mL como matéria-prima de boa qualidade microbiológica.

A boa qualidade do leite utilizado nos processamentos, nos 3 lotes, com relação à contagem de bactérias psicotróficas, pode também ser inferido mediante comparação com a avaliação feita por Guerreiro et al. (2005). Estes autores avaliaram a qualidade microbiológica do leite *in natura* em quatro propriedades rurais no Estado de São Paulo, e encontraram resultados de contagem de bactérias psicotróficas superiores, com índices que variaram de $1,6 \times 10^5$ a $3,5 \times 10^6$ UFC/mL.

A legislação brasileira não prevê a contagem de *Bacillus cereus* no leite *in natura* e no leite pasteurizado, não havendo, poranto, um padrão de referência.

A contagem de *Bacillus cereus* no leite *in natura* utilizada nos processamentos nos 3 lotes pode ser considerada baixa. Auclair (1986) considerou ser possível obter uma vida-de-prateleira de leite pasteurizado de 3 semanas usando leite *in natura* com contagem *Bacillus cereus* menor que 10^4 UFC/ mL.

A presença de *Bacillus cereus* tem sido associada com deterioração de leite e creme por produzirem enzimas fosfolipases, que afetam a membrana do glóbulo de gordura, resultando no defeito comumente descrito como creme amargo (CROMIE, 1991; DEETH, 1986).

Com relação à contagem de células somáticas (CCS), o leite *in natura* dos lotes 2 e 3 atendeu ao limite máximo estabelecido pela legislação. Entretanto, o leite *in natura* do lote 1 apresentou uma elevada contagem de células somáticas.

A CCS é um indicador de saúde da glândula mamária, sendo uma medida do número de células de defesa do sangue (leucócitos) no leite. Uma elevada contagem dessas células normalmente indica a presença de mastite, podendo ter efeito na qualidade, características de processamento do leite e ainda redução na vida-de-prateleira de leite pasteurizado e defeitos sensoriais (AULDIST, 2002).

A pesquisa de resíduos de antibióticos feita no leite *in natura*, nos 3 lotes foi negativa. Os resultados atenderam ao proposto pela legislação brasileira que através do Programa Nacional de Controle de Resíduos em Leite (PNCRL), estipula os limites máximos de resíduos (LMR) antimicrobianos permitidos no leite (BRASIL, 1999).

5.3.5. Avaliação sensorial da matéria-prima

A matéria-prima utilizada nos 3 lotes foi julgada para classificação de sabor de acordo com o *scorecard* de leite proposto pela *American Dairy Science Association*. Utilizou-se uma pontuação máxima de sabor de 45 pontos. O perfil de defeitos do leite *in natura* utilizado nos 3 lotes é apresentado na Figura 5.

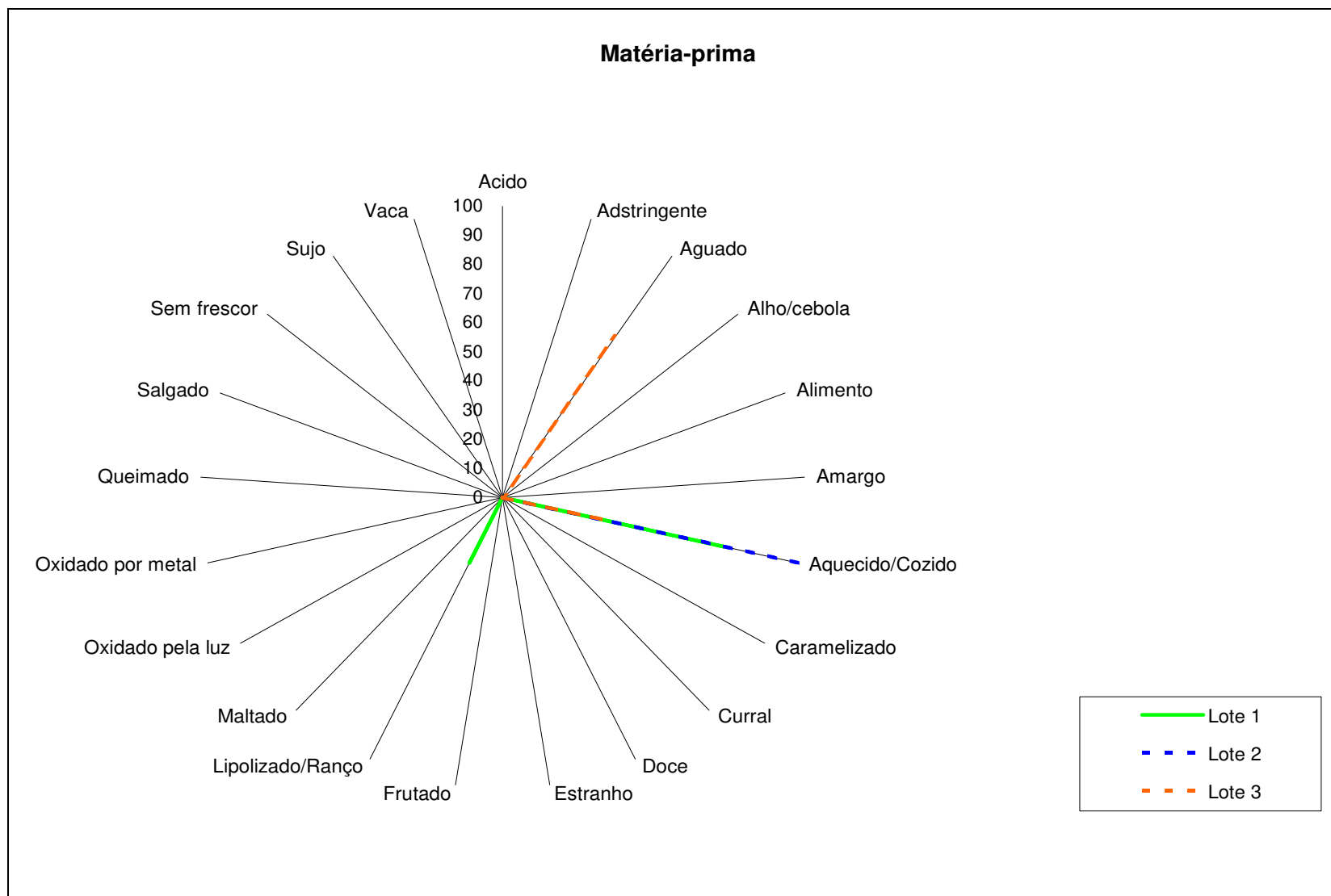


Figura 5. Perfil de defeitos da matéria-prima nos lotes 1, 2 e 3. (% de julgadores que registrou cada defeito).

A Figura 5 indica que a matéria-prima do lote 1 pode ser caracterizada por apresentar os defeitos aquecido e lipolizado. O defeito aquecido foi percebido pela maioria dos julgadores (60%) e o defeito lipolizado foi percebido por 40% dos julgadores.

O perfil da matéria-prima utilizada no lote 2 é também mostrado na Figura 4 e sugere um alto grau de consenso da equipe com relação a este leite, onde 100% dos julgadores identificou o defeito aquecido.

No lote 3 a matéria-prima utilizada pode ser caracterizada por apresentar os defeitos aguado e aquecido, conforme ilustrado na Figura 4. O defeito aguado foi percebido pela maioria dos julgadores (67%) e o defeito aquecido foi percebido por 33% dos julgadores. O defeito aguado foi percebido por 67% dos julgadores.

A amostra de leite *in natura* do lote 1 foi avaliada por 5 julgadores, que fizeram o registro dos defeitos aquecido (60%) e lipolizado (40%) e atribuíram nota média de 38,6 e o leite foi classificado como "bom". O leite *in natura* do lote 2 foi avaliado por 5 julgadores que fizeram o registro do defeito aquecido (100%) e atribuíram nota média de 39,5, sendo o leite classificado como "bom". No lote 3 o leite *in natura* foi avaliado por 3 julgadores que fizeram o registro dos defeitos aguado (67%) e aquecido (33%) e atribuíram nota média de 39,5 e o leite foi classificado como "bom".

O defeito aquecido percebido pelos julgadores na matéria-prima dos 3 lotes pode ser explicado pelo tratamento térmico prévio do leite, feito em banho-maria, à temperatura de 72°C/2 min.

5.4. Tratamentos térmicos aplicados ao leite

As temperaturas máxima, média e mínima e os tempos de retenção empregados nos tratamentos térmicos nos 3 lotes são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17. Binômios temperatura x tempo aplicados nos tratamentos térmicos.

Tratamento Térmico	Lote	Temp. estabelecida (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. máxima (°C)	Temp. média (°C)	Tempo (s)
Pasteurização	1	74	74	75	75	15
	2	74	74	74	74	15
	3	74	74	77	75	15
Super-pasteurização	1	96	97	99	98	13
	2	96	96	98	97	13
	3	96	96	97	97	13
Ultra-pasteurização	1	138	138	142	140	2
	2	138	140	143	141	2
	3	138	139	143	141	2

No tratamento térmico de pasteurização a temperatura média no lote 2 ficou dentro do limite estipulado para o processo que foi de 74°C. Nos lotes 1 e 3 a temperatura ultrapassou 1°C da estipulada, mas atendeu ao exigido pela legislação que estabelece para a aseptização uma faixa de temperatura de 72 a 75°C/15 a 20 s (BRASIL, 2002).

O binômio temperatura x tempo de pasteurização foi definido para destruição do patógeno mais termo-resistente encontrado no leite, a *Coxiella burnetti*, agente causal da febre Q. A pasteurização destrói, portanto, as bactérias patogênicas e a maioria dos microrganismos deterioradores no leite. Entretanto, esporos e algumas bactérias termodúricas são de difícil destruição e podem sobreviver a este tratamento térmico (MEUNIER-GODDIK e SANDRA, 2002).

Para prevenir alterações das propriedades sensoriais, estender a vida-de-prateleira para um tempo maior que o leite pasteurizado e expandir a capacidade de transporte sem risco de deterioração, o leite pode ser processado a temperaturas acima das utilizadas na pasteurização e abaixo daquelas usadas para processamento de leite UHT. O produto obtido pela utilização desses tratamentos térmicos é referido como super-pasteurizado, ultra-pasteurizado ou de vida-de-prateleira estendida (RANKIN, 2002; BLAKE et al., 1995).

No Brasil, na tentativa de obter leite de vida-de-prateleira estendida, Busani (2005) utilizou os binômios temperatura x tempo de 82 e 87°C/10s.

Henyon (1999) fazendo uma perspectiva sobre vida-de-prateleira estendida de leite na América do Norte, considerou a aplicação de temperaturas entre 100 e 145°C para produção de leite VPE.

No tratamento térmico de super-pasteurização a temperatura média atingida no lote 1 ficou 2°C acima da estabelecida para processo; já nos lotes 2 e 3, a temperatura média ficou 1°C acima da pré-estabelecida. No entanto, essa variação não ficou abaixo e nem acima daquelas pré-estabelecidas para leite de vida-de-prateleira estendida (VPE) (RANKIN, 2002).

Para o tratamento térmico de ultra-pasteurização, a temperatura estabelecida foi de 138°C. A temperatura média atingida no lote 1 estava 1°C acima da estabelecida. Nos lotes 2 e 3 a temperatura média ficou 2°C acima da estabelecida.

As temperaturas obtidas no tratamento térmico denominado ultra-pasteurização podem ser inferidas com relação às descritas por Rankin (2002), que define leite ultra-pasteurizado como o produto processado a 138°/2 s e também à temperatura recomendada pelo FDA (2006) para leite e creme, de 138°C ou acima, por no mínimo 2 s.

5.5. Caracterização dos leites processados

Para melhor compreensão dos dados obtidos, a discussão da caracterização físico-química e microbiológica dos leites processados será feita por lote e tendo como referência o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite Pasteurizado (Brasil, 2002), uma vez que para os tratamentos denominados super-pasteurização e ultra-pasteurização não há padrões legais no Brasil.

5.5.1. Temperatura de envase do leite processado nos diferentes tratamentos térmicos

A Tabela 18 apresenta a temperatura dos leites no momento do envase nos

diferentes tratamentos térmicos e nos dois ambientes de envase, ou seja, na sala limpa e fora da sala limpa.

Tabela 18. Temperatura do leite no momento do envase na sala limpa e fora da sala limpa.

Temperatura de Resfriamento (°C)				
Lote	Envase na Sala Limpa			Fora da Sala Limpa
	Ultra-Pasteurização	Super-Pasteurização	Pasteurização	Pasteurização
1	9,1	9,3	9,8	10,8
2	10,0	12,1	11,5	13,1
3	11,6	11,1	10,4	11,9
Média	10,2	10,8	10,6	11,9
Desvio padrão	1,0	1,2	0,7	0,9

De acordo com Brasil (2002) a temperatura do leite pasteurizado no momento do envase deve ser de no máximo 4°C.

Em função do trocador de calor a placas utilizado nos processamentos ter sido desenhado para processamento de leite esterilizado, não foi possível um resfriamento menor do que os apresentados na tabela acima, mesmo utilizando água resfriada à temperatura aproximada de 0°C.

Os leites ultra-pasteurizado, super-pasteurizado e pasteurizado nos 3 lotes foram envasados diretamente na garrafa imediatamente após o processamento. Para o acondicionamento do leite no saquinho, o produto foi coletado no tanque de leite processado e ficava por um período de cerca de 15 min até o início do envase na envasadora automática.

5.5.2. Caracterização físico-química dos leites processados

Os leites processados nos foram analisados para caracterização físico-química e os resultados estão apresentados na Tabela 19.

Tabela 19. Características físico-químicas dos leites processados com 1 dia de estocagem, envasados em garrafas e saquinhos.

	Tratamento Térmico	pH**	Acidez (°D)*	Densidade (g/mL)*	Crioscopia (°H)*	Gordura (%)*	E S T (%)*	E S D (%)*	Fosfatase	Peroxidase
Lote 1	Pasteurizado	6,7	14,4	1,0308	-0,535	3,1	11,5	8,5	(-)	(+)
	Super-pasteurizado	6,7	14,4	1,0303	-0,536	3,7	12,3	8,7	(-)	(-)
	Ultra-pasteurizado	6,7	13,6	1,0296	-0,533	4,6	13,2	8,6	(-)	(-)
	Média	6,7	14,1	1,0302	-0,534	3,8	12,3	8,6		
	Desvio padrão	0,0	0,5	0,0006	0,001	0,8	0,8	0,1		
Lote 2	Pasteurizado	6,9	13,1	1,0290	-0,530	3,6	11,9	8,3	(-)	(+)
	Super-pasteurizado	6,8	13,1	1,0285	-0,531	3,8	12,0	8,2	(-)	(-)
	Ultra-pasteurizado	6,8	13,1	1,0277	-0,530	3,8	11,8	8,0	(-)	(-)
	Média	6,8	13,1	1,0284	-0,530	3,7	11,9	8,1		
	Desvio padrão	0,0	0,0	0,0007	0,001	0,1	0,1	0,1		
Lote 3	Pasteurizado	6,7	14,4	1,0315	-0,531	3,4	12,3	8,8	(-)	(+)
	Super-pasteurizado	6,7	14,2	1,0309	-0,530	3,4	12,1	8,7	(-)	(-)
	Ultra-pasteurizado	6,7	14,9	1,0312	-0,530	3,4	12,1	8,7	(-)	(-)
	Média	6,7	14,5	1,0312	-0,530	3,4	12,1	8,7		
	Desvio padrão	0,0	0,3	0,0003	0,001	0,0	0,1	0,1		
	Padrão* Referência	6,6-7,0	14-18	1,028-1,034	max. -0,530		min. 11,4	min.8,4	(-)	(+)

Resultados referentes à média de 3 amostras analisadas em duplicata.

* Padrão de Identidade e Qualidade do Leite Pasteurizado (BRASIL, 2002).

** pH 6,6 - 6,8 (WALSTRA et al. (2001); pH 6,8 - 7,0 (ICMSF, 1988).

EST - Extrato Seco Total

ESD - Extrato Seco Desengordurado

Fosf. - Fosfatase Alcalina

Perox. -Peroxidase

Os leites processados apresentaram-se dentro dos padrões de referência para a maioria dos requisitos, com exceção da acidez, que, no leite ultra-pasteurizado (138°C) do lote 1, foi de 13,57° D e, em todas as amostras do lote 2, foi de 13,05° D.

Pela análise dos dados apresentados na Tabela 19, com relação à acidez, pode-se inferir que a alcalinidade do leite super-pasteurizado no lote 1 é condizente com a alta contagem de células somáticas apresentada na matéria-prima deste lote. No entanto, nos tratamentos térmicos de super-pasteurização e pasteurização, deste mesmo lote, realizados com a mesma matéria-prima, os

valores apresentaram-se dentro da faixa limite estabelecida. No lote 2, os leites processados mantiveram a mesma alcalinidade da matéria-prima do referido.

Os valores de pH nos 3 lotes apresentaram-se dentro dos limites pré-estabelecidos. No entanto, quando comparados aos valores de pH da matéria-prima, verificou-se uma diminuição destes, nos leites processados no lotes 1 e 3. Em contraste, no lote 2, foi observado um aumento do valor de pH em todos os processamentos.

A diminuição do pH e o aumento da acidez durante o tratamento térmico podem ocorrer como resultado do aumento na quantidade de fosfato coloidal e diminuição da concentração de cálcio, pela degradação parcial da lactose em lactulose e ácidos orgânicos e pela hidrólise da caseína (WALSTRA et al., 2001).

A variação na composição do leite verificada no lote 1, nos diferentes tratamentos térmicos, principalmente com relação à porcentagem de gordura e EST pode ser atribuída, neste estudo, a uma provável diluição do produto, com resíduo de água do trocador de calor a placas. Embora tenha sido feito o descarte de cerca de 15 L de leite no início de cada processamento, isto pode não ter sido o suficiente para evitar este problema. Ao analisarmos a crioscopia dos leites processados nos 3 lotes, percebe-se que os mesmos apresentaram um aumento em relação ao índice crioscópico da matéria-prima.

Fonseca et al. (1993), em estudo dos efeitos da pasteurização e da esterilização sobre o índice crioscópico do leite constataram que estes tratamentos aumentaram o índice crioscópico do leite. Para os autores, o aumento no índice crioscópico do leite na maioria das vezes está relacionado à adição de água, no entanto, diversos constituintes do leite, entre eles, a lactose, cloretos, citratos, fosfatos, ácido láctico, influem neste índice. Apesar desta prova ser de precisão, diversos fatores podem interferir, destacando-se a água ingerida pelo animal, tipo de alimentação, raça, ordenha da manhã e da tarde, fase de lactação, estação do ano, clima, quarto ordenhado, estado de saúde, acidez e tratamento térmico.

Com relação às provas enzimáticas de fosfatase e peroxidase, os resultados mostram que a pasteurização foi eficiente, uma vez que nos 3 lotes, a

prova de fosfatase teve resultado negativo e a prova de peroxidase apresentou resultado positivo.

Nos tratamentos térmicos de super-pasteurização e ultra-pasteurização os resultados foram negativos para a prova de fosfatase e peroxidase em todas as amostras, nos 3 lotes.

Os testes enzimáticos de fosfatase alcalina e peroxidase são utilizados para verificação da eficiência de tratamento térmico aplicado ao leite. Na pasteurização, a fosfatase alcalina é inativada, mas, a peroxidase não. A peroxidase só é inativada em temperaturas superiores a 78°C, sendo, portanto, utilizada para verificar o superaquecimento do leite durante a pasteurização (PRATA, 2001).

5.5.3. Caracterização microbiológica dos leites processados

As amostras dos leites processados nos diferentes tratamentos térmicos foram analisadas para caracterização microbiológica e os resultados estão apresentados na Tabela 20.

A contagem de microrganismos aeróbios mesófilos, coliforme total e termotolerante, bem como a pesquisa de *Salmonella*, dos leites processados nos 3 lotes, atendeu ao proposto pela legislação para leite pasteurizado (BRASIL, 2002). A legislação brasileira não prevê contagem de bactérias psicrotróficas para leite pasteurizado.

A contagem de microrganismos psicrotróficos aeróbios foi < 10 UFC/mL para a maioria dos tratamentos térmicos nos 3 lotes, exceto no processamento de super-pasteurização (96°C) do lote 1 que foi de $6,4 \times 10^2$ UFC/mL e no processamento de ultra-pasteurização (138°C) nos lotes 2 e 3 que foi de $1,0 \times 10^1$ UFC/mL respectivamente.

Segundo Smithwell e Kailasapathy (1995), a contaminação do leite pré e pós-pasteurização com bactérias psicrotróficas, particularmente *Pseudomonas*, é um problema que afeta toda a indústria láctea, sendo considerado o fator mais importante no controle da manutenção da qualidade do leite.

Tabela 20. Análises microbiológicas realizadas nos leites processados com 1 dia de estocagem, envasados em garrafas e saquinhos.

	Tratamento térmico	Contagem mesófilos (UFC/mL)*	Coliformes totais (NMP/mL)*	Coliformes termotolerantes (NMP/mL)*	Contagem psicrótróficos (UFC/mL)**	<i>Salmonella</i> (25 mL)*	<i>Bacillus cereus</i> (UFC/mL)***
Lote 1	Pasteurização	< 10	< 0,3	< 0,3	< 10	ausência	< 10
	super-pasteurização	$1,4 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3	$6,4 \times 10^2$	ausência	< 10
	ultra-pasteurização	< 10	< 0,3	< 0,3	$1,0 \times 10^1$	ausência	< 10
Lote 2	Pasteurização	$3,0 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3	< 10	ausência	< 10
	super-pasteurização	$4,5 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3	< 10	ausência	< 10
	ultra-pasteurização	< 10	< 0,3	< 0,3	$1,0 \times 10^1$	ausência	< 10
Lote 3	Pasteurização	< 10	< 0,3	< 0,3	< 10	ausência	< 10
	super-pasteurização	$1,8 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3	< 10	ausência	< 10
	ultra-pasteurização	< 10	< 0,3	< 0,3	< 10	ausência	< 10
	Padrão Referência	$8,0 \times 10^4$	max. 4	max. 2	$10^6 - 10^7$	ausência	10^3

Resultados referentes à média de 3 amostras analisadas em duplicata.

. *Padrão de Identidade e Qualidade do Leite Pasteurizado (BRASIL, 2002).

** Cromie (1991), Schroder et al. (1983), Schroder et al. (1982) / *** Auclair (1986).

A deterioração e desenvolvimento de defeitos de sabor no leite contaminado com *Pseudomonas* pode ocorrer após o produto atingir contagens de $10^6 - 10^7$ UFC/mL (CROMIE, 1991; SCHRÖDER et al., 1983; SCHRÖDER et al., 1982).

A contagem de *Bacillus cereus* realizada após os processamentos foi < 10 UFC/mL para todos os tratamentos térmicos aplicados nos 3 lotes.

Uma microflora termo-resistente e psicrótrófica composta por bactérias formadoras de esporos, entre elas, *B. cereus*, *B. licheniformis* e *B. circulans*, tem causado grandes problemas à indústria láctea. Se o leite não é recontaminado

após a pasteurização, a vida-de-prateleira é determinada pelo número de células/esporos desses microrganismos no produto (ANDERSSON et al., 1995; AUCLAIR, 1986).

Henyon (1999) isolou *Bacillus* psicrótrófos de leites processados somente à temperaturas inferiores a 134°C, e destes, a espécie predominante isolada em leite VPE, após incubação à placas a 30°C foi o *B. licheniformis*.

5.5.4. Contagem de *Bacillus cereus* nos leites processados

O acompanhamento da vida-de-prateleira dos leites processados também foi feito com relação à contagem de *B. cereus*. Essas contagens foram realizadas todas as vezes em que se observava um aumento nas contagens de mesófilos e/ou psicrótrófos de cerca de 1 a 2 ciclos logarítmicos, quando então, a determinação da contagem era feita para *B. cereus* mesófilos e/ou psicrótrófos.

As Tabelas 21, 22 e 23 apresentadas a seguir mostram os resultados das contagens de *B. cereus* obtidos ao longo da estocagem refrigerada dos leites pasteurizado, super-pasteurizado e ultra-pasteurizado nos lotes 1, 2 e 3.

A Tabela 24 mostra que no lote 1, ao longo da vida-de-prateleira dos leites pasteurizado 74/SL/G e 74/X, super-pasteurizado 96/SL/G e 96/SL/S e ultra-pasteurizado 138/SL/G e 138/Y não houve crescimento de *B. cereus* mesófilos e psicrótrófos. A matéria-prima desta repetição também não apresentou contagem de *B. cereus*.

A contagem de *B.cereus* no lote 2, apresentada na Tabela 25, mostra que ao longo da vida-de-prateleira, o leite pasteurizado 74/SL/S apresentou, com 1 dia de estocagem, contagem estimada (abaixo do limite de quantificação do método) de *B. cereus* mesófilo de 1×10 UFC/mL. O leite pasteurizado 74/SL/G com 1 dia de estocagem apresentou contagem estimada (abaixo do limite de quantificação do método) de 1×10 UFC/mL. Com 7 dias de estocagem, 2 das 3 amostras analisadas apresentaram crescimento de *B.cereus* mesófilos de 5×10 e $3,4 \times 10^2$ UFC/mL, respectivamente. Aos 13 dias de estocagem, 3 amostras analisadas apresentaram contagens de *B.cereus* mesófilos de $2,1 \times 10^3$, 7×10^9 e $9,3 \times 10^3$

UFC/mL. Com 35 dias, 1 das 3 amostras apresentou contagem de $5,5 \times 10^3$ UFC/mL, também de *B.cereus* mesófilo.

A Tabela 21 apresenta os resultados de contagem de *Bacillus cereus* mesófilos e psicrotróficos no lote 3, onde se verifica que não houve crescimento desse microrganismo ao longo da vida-de-prateleira dos leites pasteurizado, super-pasteurizado e ultra-pasteurizado nas diferentes condições de embalagem, forma de descontaminação de embalagem e ambiente de envase.

Tabela 23. Contagem de *B. cereus* mesófilos e/ou psicrotróficos em amostras de leite pasteurizado, super-pasteurizado e ultra-pasteurizado ao longo da vida-de-prateleira (dias), no Lote 3.

Processo	74/SL/S						74/SL/G						74/X					
Dias	amostra 1		amostra 2		amostra 3		amostra 1		amostra 2		amostra 3		amostra 1		amostra 2		amostra 3	
	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **
1	<10		<10		<10		<10		<10		<10		<10		<10		<10	
7	<10		<10		<10		<10		<10		<10		<10		<10		<10	
16	<10		<10		<10		<10		<10		<10		<10		<10		<10	
21	<10	<10	1X10***	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
35	<						<10	<10	<10	<10	<10	<10						
Processo	96/SL/S						96/SL/G											
Dias	amostra 1		amostra 2		amostra 3		amostra 1		amostra 2		amostra 3							
	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **						
1	<10		<10		<10		<10		<10		<10							
7	<10		<10		<10		<10		<10		<10							
16	<10		<10		<10													
21	<10	<10	<10	<10	<10	<10												
35							<10	<10	<10	<10	<10	<10						
Processo	138/SL/S						138/SL/G						138/Y					
Dias	amostra 1		amostra 2		amostra 3		amostra 1		amostra 2		amostra 3		amostra 1		amostra 2		amostra 3	
	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **	ufc *	ufc **
1	<10		<10		<10		<10		<10		<10		<10		<10		<10	
7	<10		<10		<10													
16	<10		<10		<10													
21													<10		<10		<10	
35							<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
50							<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

* Unidade formadora de colônia por mL, Incubação a 30°C

** Unidade formadora de colônia por mL, incubação a 7°C

*** Contagem estimada, abaixo do limite de quantificação do método

5.5.5. Avaliação de defeitos de sabor dos leites processados

Os leites dos 3 lotes processados, nos tratamentos térmicos de pasteurização, super-pasteurização e ultra-pasteurização foram julgados para defeitos de sabor, no primeiro dia de estocagem refrigerada.

Os leites pasteurizados do lote 1, identificados como 74/SL/S, 74/SL/G e 74/X, foram avaliados por 5 julgadores, que fizeram o registro dos defeitos aguado, aquecido, estranho, lipolizado, sem frescor e oxidado pela luz. Os defeitos aquecido e lipolizado foram percebidos nas 3 amostras, o lipolizado foi identificado somente na amostra 74/SL/G e os defeitos de sabor oxidado pela luz e sem frescor foram registrados na amostra 74/SL/S. A nota média atribuída pelos julgadores para amostra 74/SL/S foi de 36,1, para amostra 74/SL/G foi de 33,7 e para a amostra 74/X foi de 38,1 pontos e a classificação foi respectivamente, "satisfatória", "pobre" e "boa".

Os leites super-pasteurizados do lote 1, identificados com 96/SL/S e 96/SL/G, foram julgados por 5 julgadores, que registraram os defeitos aguado, aquecido, e estranho. O defeito aquecido foi identificado nas duas amostras, o defeito de sabor aguado foi percebido na amostra 96/SL/S e o defeito de sabor estranho foi percebido na amostra 96/SL/G. A nota média atribuída para a amostra 96/SL/S foi de 37,6 e para a amostra 96/SL/G foi de 34, 2, sendo respectivamente classificadas como "satisfatória" e "pobre".

Os leites ultra-pasteurizados do lote 1, identificados como 138/SL/S, 138/SL/G e 138/Y, foram avaliados por 5 julgadores, que fizeram o registro dos defeitos aguado, aquecido e estranho. Os defeitos aguado e aquecido foram percebidos nas 3 amostras, porém, defeito estranho foi identificado somente na amostra 138/SL/G. A nota média atribuída pelos julgadores para amostra 138/SL/S foi de 36,5, para amostra 138/SL/G foi de 35 e, para a amostra 138/Y foi de 33,2 pontos. A classificação foi respectivamente, "satisfatória", "pobre" e "satisfatória".

O perfil de defeitos dos leites processados, no lote 1, é apresentado na Figura 6.

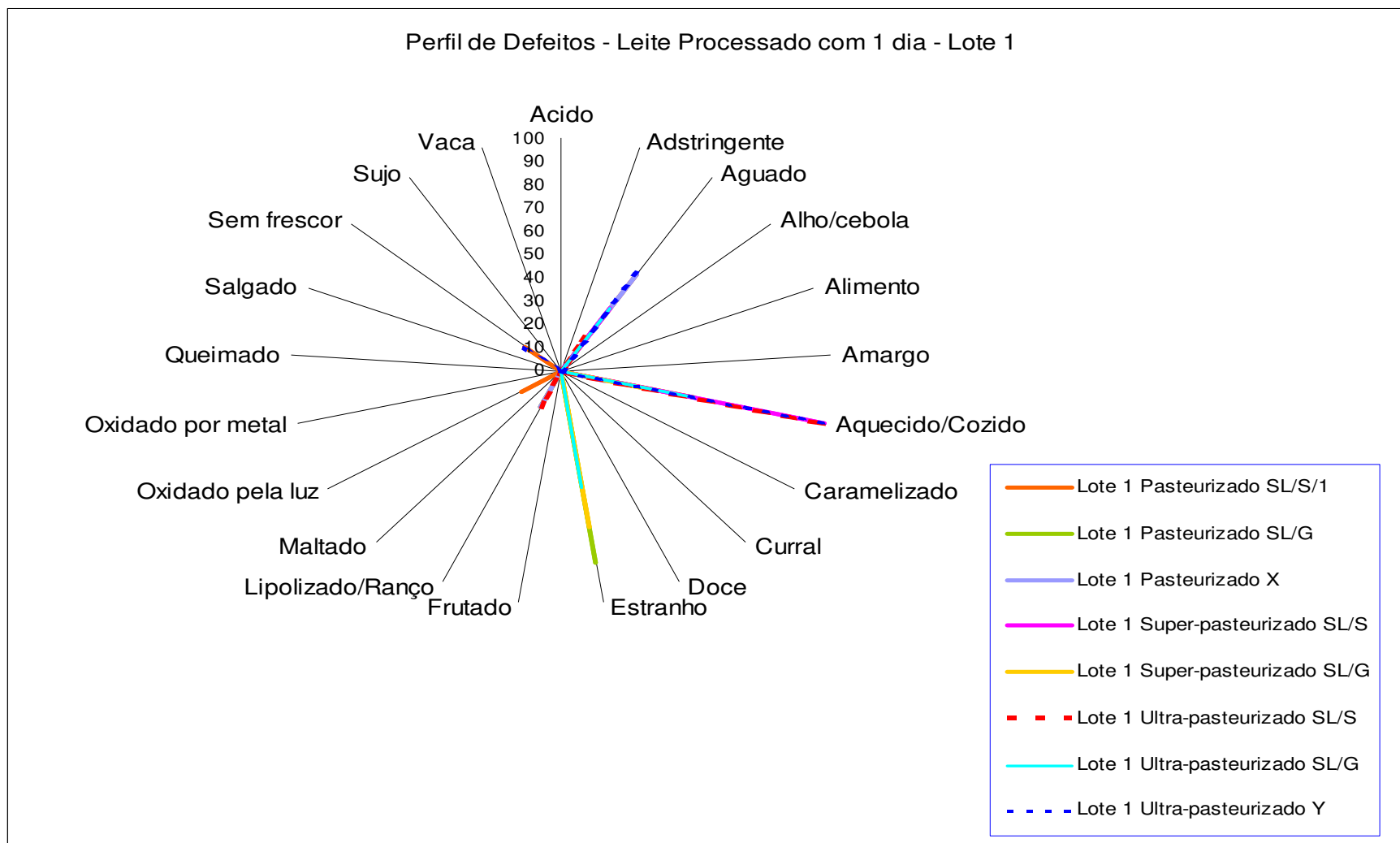


Figura 6. Perfil de defeitos dos leites processados no lote 1, com 1 dia de estocagem (% de julgadores que identificou cada defeito).

Os leites pasteurizados do lote 2, identificados como 74/SL/S, 74/SL/G e 74/X, foram avaliados por 4 julgadores, que fizeram o registro dos defeitos aguado, e estranho. O defeito aquecido foi identificado na amostra 74/X por 100% dos julgadores e, o defeito de sabor estranho foi percebido na amostras 74/SL/G por 100% dos julgadores. Não foram registrados defeitos na amostra 74/SL/S. A nota média atribuída pelos julgadores para amostra 74/SL/S foi de 40 pontos, para amostra 74/SL/G foi de 34 pontos e para a amostra 74/X foi de 39 pontos e a classificação foi respectivamente, "excelente", "pobre" e "bom".

Os leites super-pasteurizados do lote 2, identificados com 96/SL/S e 96/SL/G, foram julgados por 4 julgadores que registraram os defeitos aquecido, caramelizado e estranho. O defeito aquecido foi identificado nas duas amostras por 100% dos jogadores, o defeito de sabor caramelizado foi identificado na amostra 96/SL/S por 25% dos julgadores e, o defeito estranho foi percebido somente na amostra 96/SL/G, por todos os julgadores. A nota média atribuída para a amostra 96/SL/S foi de 38,4 pontos e para a amostra 96/SL/G foi de 37 pontos, sendo respectivamente classificadas como "bom" e "satisfatória" .

Os leites ultra-pasteurizados do lote 2, identificados como 138/SL/S, 138/SL/G e 138/Y, foram avaliados por 4 julgadores, que fizeram o registro dos defeitos aquecido, caramelizado e estranho. Os defeitos aquecido e caramelizado foram percebidos nas 3 amostras, por 100% dos julgadores, respectivamente. O defeito estranho foi identificado somente na amostra 138/SL/G. A nota média atribuída pelos julgadores para amostra 138/SL/S foi de 36,9, para amostra 138/SL/G foi de 36,8 e para a amostra 138/Y foi de 37,9 e a classificação foi respectivamente, "satisfatória", "satisfatória" e "pobre".

O perfil de defeitos dos leites processados no lote 2 é apresentado na Figura 7.

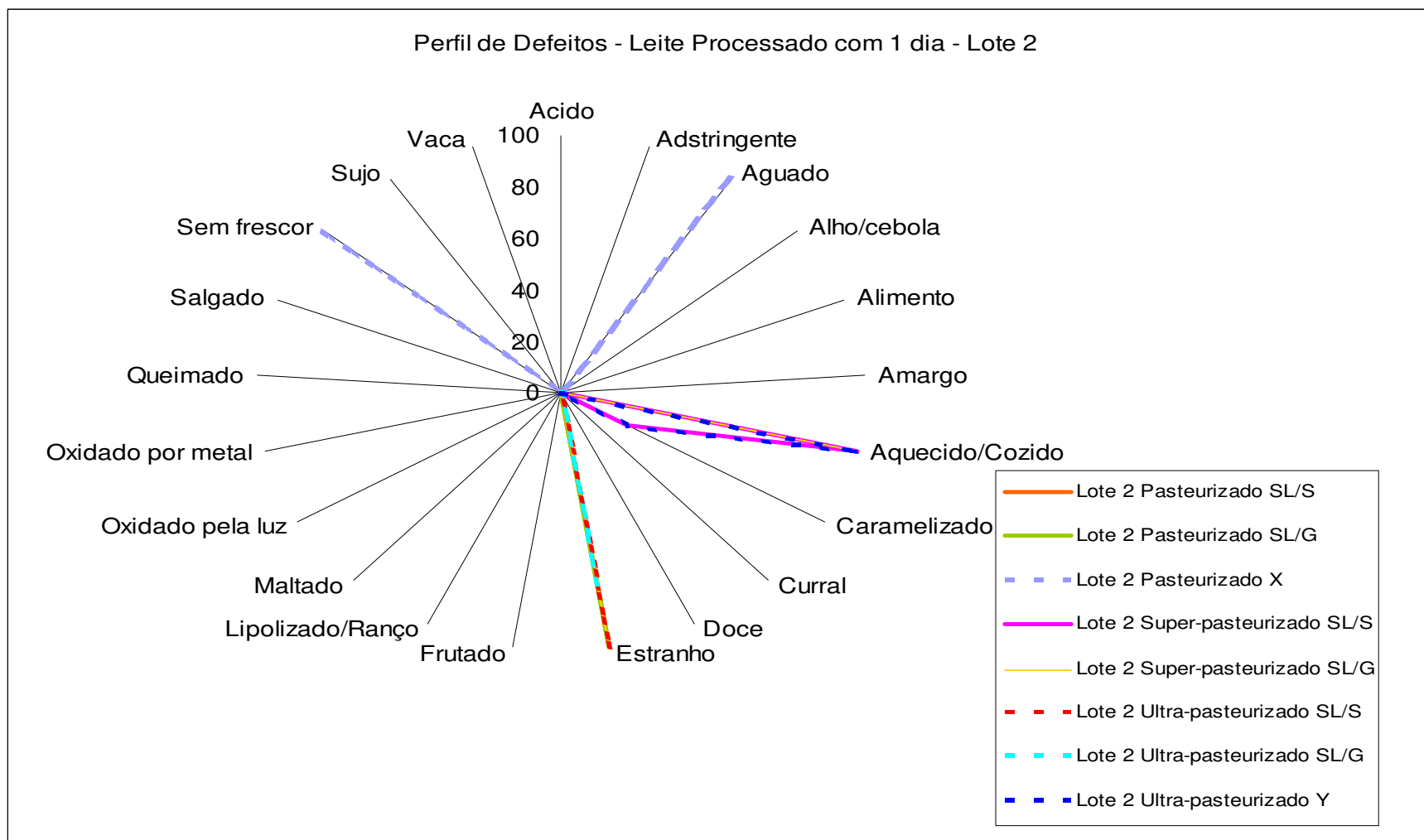


Figura 7. Perfil de defeitos dos leites processados no lote 3, com 1 dia de estocagem (% de julgadores que identificou cada defeito).

Os leites pasteurizados do lote 3, identificados como 74/SL/S, 74/SL/G e 74/X, foram avaliados por 4 julgadores, que fizeram o registro do defeito de sabor estranho nas 3 amostras. A nota média atribuída pelos julgadores para amostra 74/SL/S foi de 33 pontos, para amostra 74/SL/G foi 32,7 pontos e para a amostra 74/X foi de 33 pontos e a classificação foi "pobre" para as 3 amostras.

Os leites super-pasteurizados do lote 3, identificados com 96/SL/S e 96/SL/G, foram julgados por 3 julgadores que registraram os defeitos aquecido, e estranho. O defeito aquecido foi identificado nas duas amostras por 100% dos julgadores, e o defeito de sabor estranho foi percebido somente na amostra 96/SL/G, por todos os julgadores. A nota média atribuída para a amostra 96/SL/S foi de 37,3 pontos e para a amostra 96/SL/G foi de 35,7 pontos, sendo respectivamente classificadas como "satisfatória".

Os leites ultra-pasteurizados do lote 3, identificados como 138/SL/S, 138/SL/G e 138/Y, foram avaliados por 3 julgadores, que fizeram o registro dos defeitos aquecido, caramelizado e estranho. Os defeitos aquecido e caramelizado foram percebidos nas 3 amostras. O defeito aquecido, foi registrado por 100% dos julgadores e, o defeito caramelizado, foi identificado por 33% dos julgadores. O defeito estranho, foi identificado somente na amostra 138/SL/G, por todos os julgadores. A nota média atribuída pelos julgadores para amostra 138/SL/S foi de 36,7, para amostra 138/SL/G foi de 34,7 e para a amostra 138/Y foi de 36,3 e a classificação foi respectivamente, "satisfatória", "pobre" e "satisfatória".

O perfil de defeitos dos leites processados no lote 3 é apresentado na Figura 8.

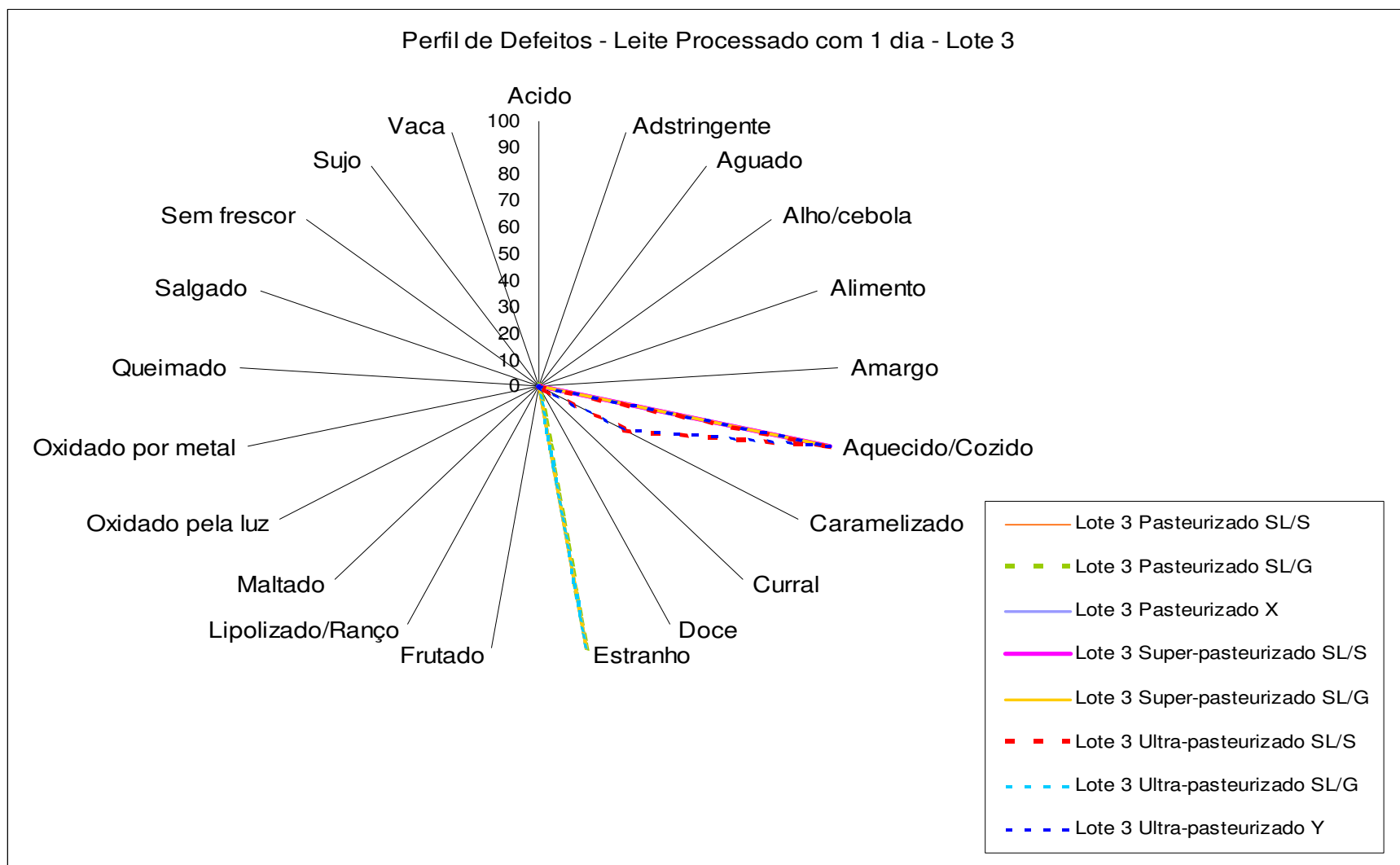


Figura 8. Perfil de defeitos dos leites processados no lote 3, com 1 dia de estocagem (% de julgadores que identificou cada defeito).

5.6. Avaliações para estimativa de vida-de-prateleira dos leites processados

A Tabela 24 apresenta o resumo dos dados da contagem de mesófilos, psicrotróficos e da avaliação sensorial do leite pasteurizado obtido nos 3 lotes, nas diversas condições de embalagem, forma de descontaminação e ambiente de envase.

O leite pasteurizado 74/SL/S em função da contagem de psicrotróficos, apresentou vida-de-prateleira de 8, 10 e 20 dias nos lotes 1, 2 e 3 respectivamente. Na avaliação sensorial a vida-de-prateleira no lote 1 foi de 10 dias, com pontuação de 36,2 e classificação "satisfatória". Nos lotes 2 e 3 a vida-de-prateleira foi, respectivamente, 17 e 24 dias, apresentando 32,0 e 33,0 pontos, sendo classificado como "pobre".

O leite pasteurizado 74/X apresentou, no lote 1, vida útil de 6 dias, devido às contagens de psicrotróficos. Nos lotes 2 e 3 a vida-de-prateleira foi de 10 e 17 dias respectivamente, tendo sido determinada tanto pela contagem de mesófilos quanto pela contagem de psicrotróficos. A vida-de-prateleira relacionada ao julgamento sensorial foi de 14, 13 e 20 dias para os lotes 1, 2 e 3, nos quais os leites obtiveram 33,8, 34,7 e 31,8 pontos respectivamente, sendo todos classificados como "pobre".

O leite pasteurizado 74/SL/G foi avaliado até 23 dias no lote 1, devido ao término das amostras. Neste dia, porém, tanto a contagem de mesófilos como a de psicrotróficos estava ainda dentro dos limites pré-estabelecidos. Na avaliação sensorial no 23º dia, o leite pasteurizado obteve 38,0 pontos e foi classificado como "bom". Nos lotes 2 e 3, o final da vida útil se deu em função da contagem de mesófilos, com 17 e 31 dias de estocagem respectivamente. No julgamento sensorial, os lotes 2 e 3 apresentaram vida-de-prateleira de 27 e 31 dias respectivamente, com pontuação de 33,2 e 34,3 pontos e classificação "pobre".

Tabela 24. Vida-de-prateleira do leite pasteurizado, estocado a 4°C , nas diferentes condições experimentais em função da contagem de mesófilos, psicrotóxicos e avaliação sensorial.

Tratamento	74/SL/S			74/SL/G			74/X		
Lote	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Dias	8 d	10 d	17 d	23 d	17 d	31 d	14 d	10 d	17 d
Contagem mesófilos (UFC/mL) *	< 10	1,7x 10 ⁴	5,1x10 ³	< 10	2,8x10 ⁴	4,5x10 ¹	2,2x10 ⁴	2,5x10 ³	1,9x10 ²
Dias	8 d	10 d	22 d	23 d	20 d	34 d	6 d	10 d	17 d
Contagem psicrotóxicos (UFC/mL) **	1,5x10 ⁶	3,1x10 ⁶	3,9x10 ⁶	2,8x10 ⁵	1,8x10 ⁶	2,9x10 ⁷	1,0x10 ⁷	3,4x10 ²	1,2x10 ⁶
Dias	10 d	17 d	24 d	23 d	27 d	31 d	14 d	13 d	20 d
Sensorial (scorecard) nota / classificação***	36,2 Satisfatório	32,0 Pobre	33,0 Pobre	38,0 Bom	33,2 Pobre	34,3 Pobre	33,8 Pobre	34,7 Pobre	31,8 Pobre

74//SL/S Leite pasteurizado 74°C/15s, embalado dentro da sala limpa em saquinho

74/SL/G Leite pasteurizado 74°C/15s, embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada

74/ X Leite pasteurizado 74°C/15s, embalado fora da sala limpa em saquinho

* Limite máx. de 8,0 x 10⁴UFC/mL (BRASIL, 2002).

** Limite máx. 10⁶ - 10⁷ UFC/mL (SCHRÖDER et al., 1982; KESSLER e HORAK, 1984).

*** Limite mínimo 31 pontos (NELSON e TROUT, 1964; SHIPE et al., 1978).

A pontuação e classificação dos leites pasteurizados na análise sensorial está relacionada com a presença de defeitos de sabor que as mesmas apresentaram ao longo da vida-de-prateleira. Para ilustrar essa relação foi escolhido dentre os 3 lotes, aquele em que as amostras apresentaram menor vida-de-prateleira no julgamento sensorial. As Figuras 5, 6, 7 apresentadas a seguir, mostram o perfil de defeitos dessas amostras durante a estocagem refrigerada.

A Figura 9, mostra o perfil de defeitos do leite pasteurizado, envasado na sala limpa em saquinho (74/SL/S), no lote 1, em que a mesma foi avaliada por 5 julgadores, ao longo de 14 dias de estocagem. O perfil indica que essa amostra pode ser caracterizada por apresentar, ao longo da vida-de-prateleira os defeitos de sabor aguado, aquecido, oxidado pela luz, lipolizado, sem frescor, sujo e ácido. Pode-se verificar que no 1º dia de estocagem, a amostra apresentou somente o defeito de sabor aguado e ao final da vida-de-prateleira, com 10 dias de estocagem, os defeitos de sabor identificados foram o aguado, percebido por 50% dos julgadores, o defeito aquecido, identificado por 17% dos julgadores, e o defeito sem frescor, que foi registrado por 100% dos julgadores. A correlação entre os dados obtidos na avaliação sensorial e a contagem de psicrótricos é evidente.

A Figura 10 indica que o leite pasteurizado, envasado fora da sala limpa, em saquinho (74/X), no lote 2, avaliado por 4 julgadores, pode ser caracterizado por apresentar os defeitos aguado, aquecido, estranho e sem frescor ao longo de 13 dias de vida-de-prateleira. Com o dia de estocagem, o leite apresentou os defeitos de sabor aguado e sem frescor, identificados respectivamente por 100% dos julgadores. Ao final da vida útil, determinado pela análise sensorial em 13 dias, verificou-se que 67% dos julgadores perceberam o defeito aguado e estranho e 100% dos julgadores identificaram o defeito sem frescor.

O defeito de sabor estranho foi atribuído quando os julgadores não encontravam uma categoria para classificá-lo.

A Figura 11 mostra que o leite pasteurizado envasado na sala limpa, em garrafa (74/SL/G), no lote 1, com 1 dia de estocagem, foi avaliado por 5 julgadores

e apresentou o defeito de sabor aguado (17%), lipolizado (17%) e estranho, que foi identificado por 100% dos julgadores. O leite pode ser caracterizado por apresentar durante os 23 dias de estocagem refrigerada e final das amostras os defeitos aguado, aquecido, lipolizado, estranho e sem frescor. Os defeitos aguado e sem frescor foram percebidos por 100% dos julgadores, revelando um alto grau de consenso da equipe com relação aos defeitos apresentados neste último dia de análise.

As médias das notas das amostras, na análise sensorial, ao longo da vida-de-prateleira dos leites pasteurizado, super-pasteurizado e ultra-pasteurizado estão apresentadas no Anexo 4.

O julgamento de perfil de defeitos do leite pasteurizado, super-pasteurizado e ultra-pasteurizado nas diferentes condições de embalagem são apresentados no Anexos 5 a 13.

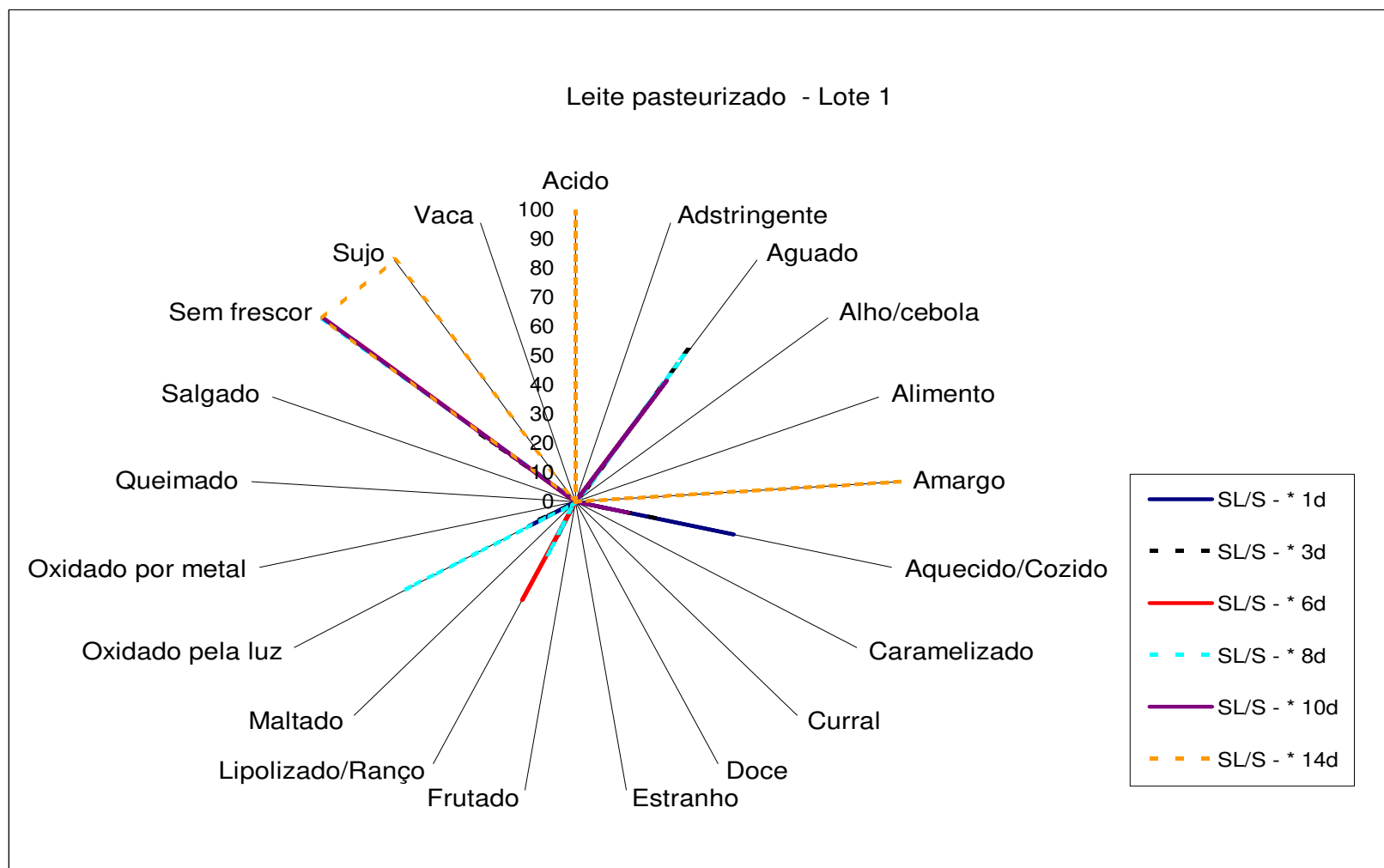


Figura 9. Perfil de defeitos do leite pasteurizado 74/SL/S no Lote 1, ao longo de 14 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito).

SL/S - envasado na sala limpa em saquinho

* vida-de-prateleira em dia

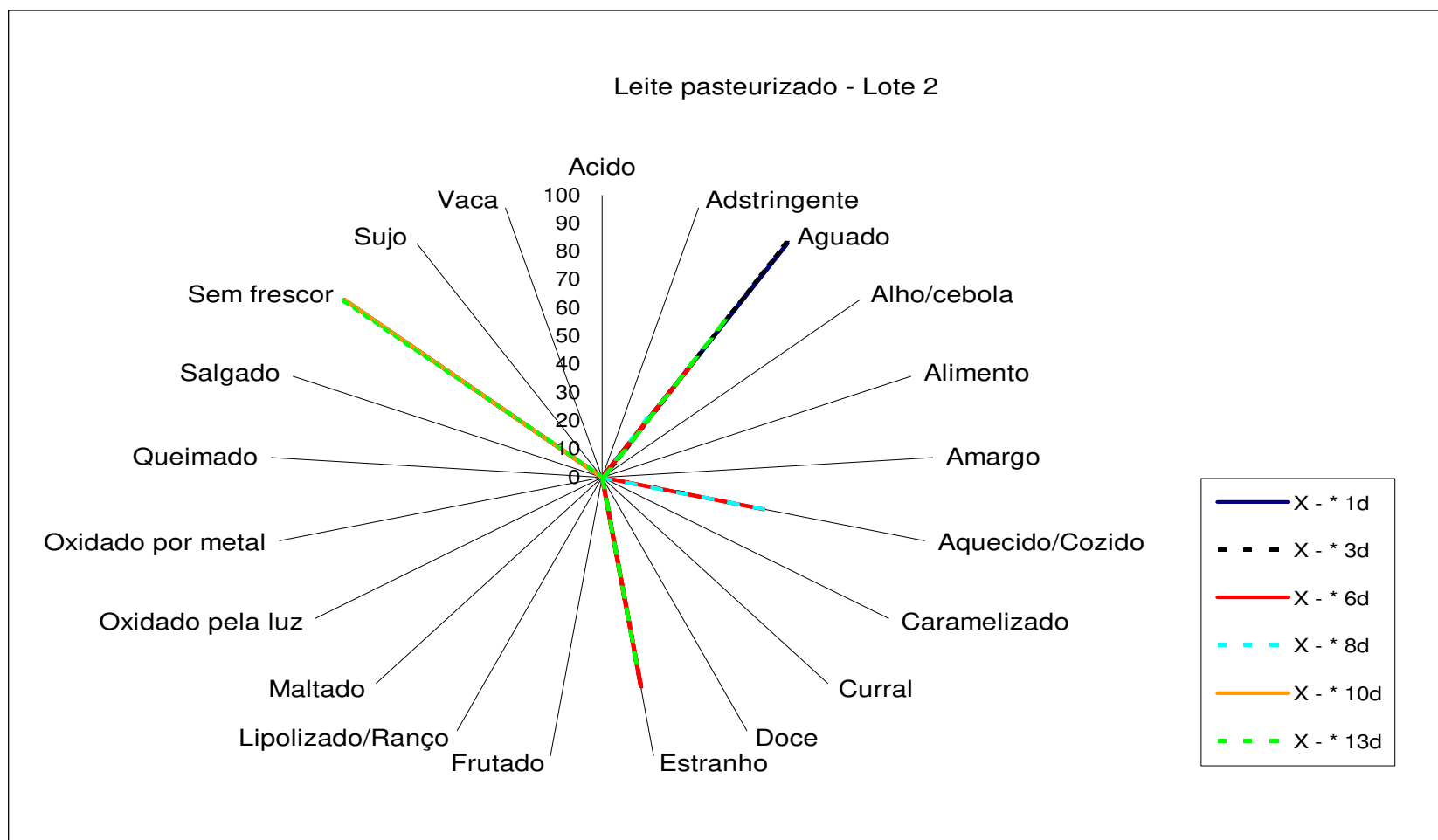


Figura 10. Perfil de defeitos do leite pasteurizado 74/X no Lote 2, ao longo de 13 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito).

X - envasado fora da sala limpa em saquinho

* vida-de-prateleira em dia

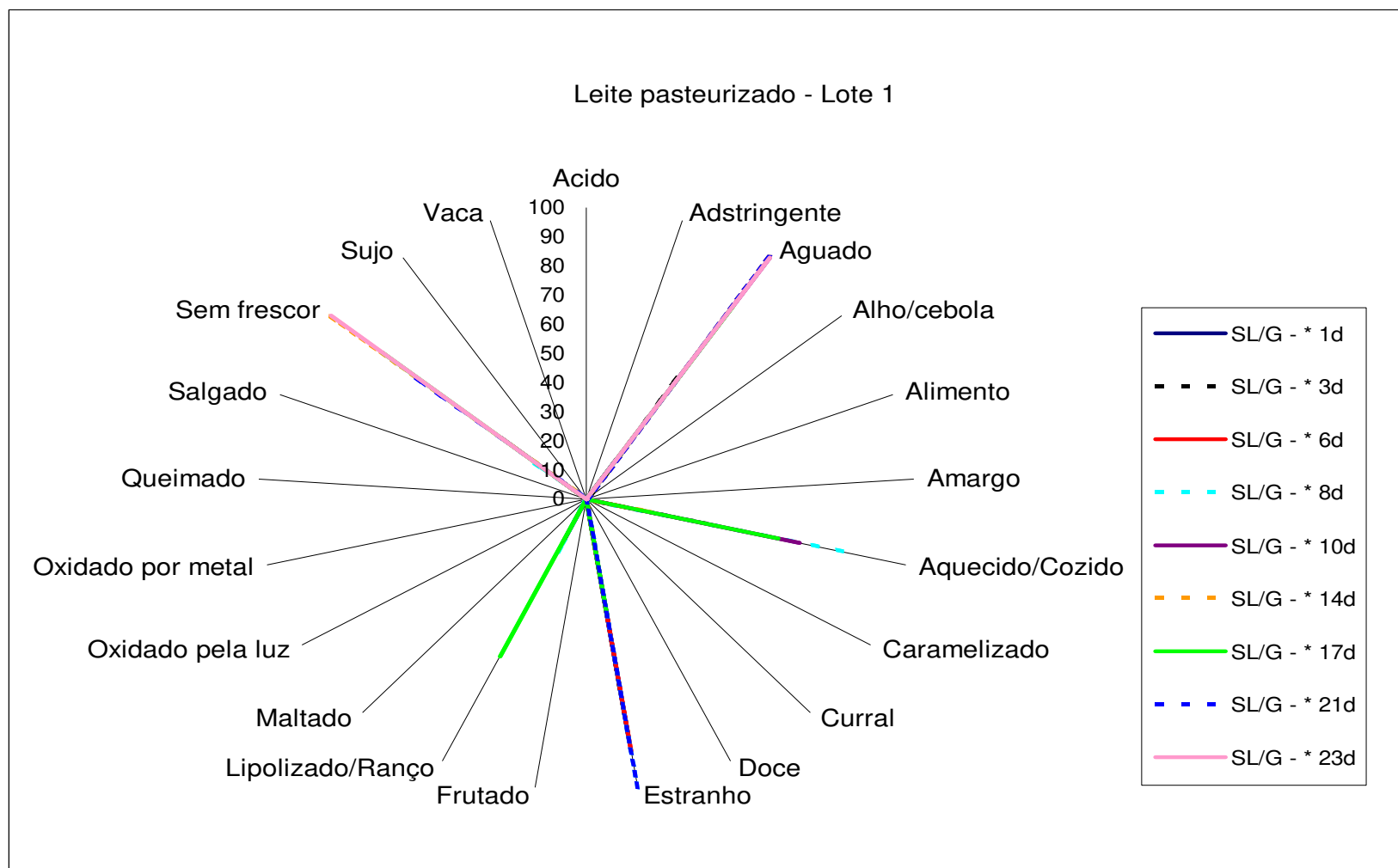


Figura 11. Perfil de defeitos do leite pasteurizado 74/SL/G no Lote 1, ao longo de 23 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito).

SL/S - envasado na sala limpa em garrafa

* vida-de-prateleira em dia

A avaliação da vida-de-prateleira do leite super-pasteurizado, é apresentada na Tabela 25, que mostra o resumo dos dados da contagem de mesófilos, psicrotróficos e da avaliação sensorial obtidos nos 3 lotes, nas diversas condições de embalagem, forma de descontaminação e ambiente de envase.

O leite super-pasteurizado 96/SL/S apresentou, no lote 1, final da vida-de-prateleira com 8 dias devido à contagem de psicrotróficos. No lote 2, o fim da vida útil foi determinado pela contagem de mesófilos, com 6 dias. Já no lote 3, o final da vida útil foi com 17 dias, sendo definido pelas contagens de mesófilos e psicrotróficos. Na avaliação sensorial, o final da vida-de-prateleira foi de 14, 10 e 22 dias, nos 3 lotes respectivamente, com pontuações de 35,4, 34,3 e 35,3, sendo todas classificadas como "pobre".

O leite super-pasteurizado 96/SL/G, nos lotes 1 e 2, não apresentou contagens de mesófilos e psicrotróficos até o último dia em que foi avaliado, limitado a 41 dias de estocagem, pelo final das amostras. No lote 3, o final da vida-de-prateleira foi verificado aos 31 dias em função da contagem de mesófilos.

Na avaliação sensorial, o final da vida-de-prateleira nos lotes 1 e 2 foi de 41 dias, com pontuações de 37,0 e 34,6, sendo classificadas, respectivamente, como "satisfatória" e "pobre". No lote 3, a vida-de-prateleira foi de 34 dias e a amostra obteve 32,4 pontos sendo classificada como "pobre".

Tabela 25. Vida-de-prateleira do leite super-pasteurizado, estocado a 4°C , nas diferentes condições experimentais em função da contagem de mesófilos, psicrótrófos e avaliação sensorial.

Tratamento		96/SL/S			96/SL/G	
Lote	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Dias	14 d	6 d	17 d	41 d	43 d	31 d
Contagem mesófilos (UFC/mL) *	4,05 x 10 ⁴	4,25 x 10 ³	6,9 x 10 ²	< 10	<10	<10
Dias	8 d	8 d	17 d	41 d	43 d	34 d
Contagem psicrótrófos (UFC/mL) **	1,76 x 10 ⁶	3,10 x 10 ⁷	8,15 x 10 ⁴	< 10	< 10	1,20 x 10 ⁷
Dias	14 d	10 d	22 d	41 d	41d	34 d
Sensorial (scorecard) nota / classificação***	35,4 Pobre	34,3 Pobre	35,3 Pobre	37,0 Satisfatória	34,6 Pobre	32,4 Pobre

96/SL/S - Leite super-pasteurizado 96°C/ 13 s, embalado dentro da sala limpa em saquinho

96/SL/G - Leite super pasteurizado 96°C/ 13 s, embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada

* Limite máx. de 8,0 x 10⁴UFC/mL (BRASIL, 2002).

** Limite máx. 10⁶ - 10⁷ UFC/mL (SCHRÖDER et al., 1982; KESSLER e HORAK, 1984).

*** Limite mínimo 31 pontos (NELSON e TROUT, 1964; SHIPE et al., 1978).

As Figuras 12 e 13, apresentadas a seguir mostram o perfil de defeitos do leite super-pasteurizado nos lotes em que o mesmo apresentou uma menor vida-de-prateleira no julgamento sensorial.

A Figura 12 indica que o leite super-pasteurizado 96/SL/S, do lote 2, avaliado por 4 julgadores, apresentou no primeiro dia de estocagem os defeitos aquecido, registrado por 100% dos julgadores, e o defeito caramelizado, registrado por 25% dos julgadores. Este leite pode ser caracterizado por apresentar ao longo dos 10 dias de estocagem refrigerada os defeitos aguado, aquecido, caramelizado, adstringente, sem frescor e ácido. No 10º dia, os defeitos aguado e ácido foram identificados por 33% dos julgadores, os defeitos de sabor estranho e o sem frescor foram percebidos por 67%, e 100% dos julgadores, respectivamente.

A Figura 13 indica que o leite super-pasteurizado 96/SL/G, do lote 3, no primeiro dia de estocagem, avaliado por 3 julgadores, apresentou os defeitos de sabor aquecido e estranho, que foram registrados respectivamente por 100% dos julgadores. Este leite pode ser caracterizado ao longo de 36 dias de estocagem refrigerada, pelos seguintes defeitos: aguado, aquecido, estranho, lipolizado e sem frescor ao longo de 36 dias de análise. O final da vida útil do leite na análise sensorial foi no 34º dia. Neste dia, os defeitos identificados foram o ácido, percebido por 60% dos julgadores, os defeitos aguado e aquecido, identificados respectivamente, por 80% e 40% dos julgadores, o defeito estranho, registrado por 100% dos julgadores, e, o defeito sem frescor, detectado por 20% da equipe.

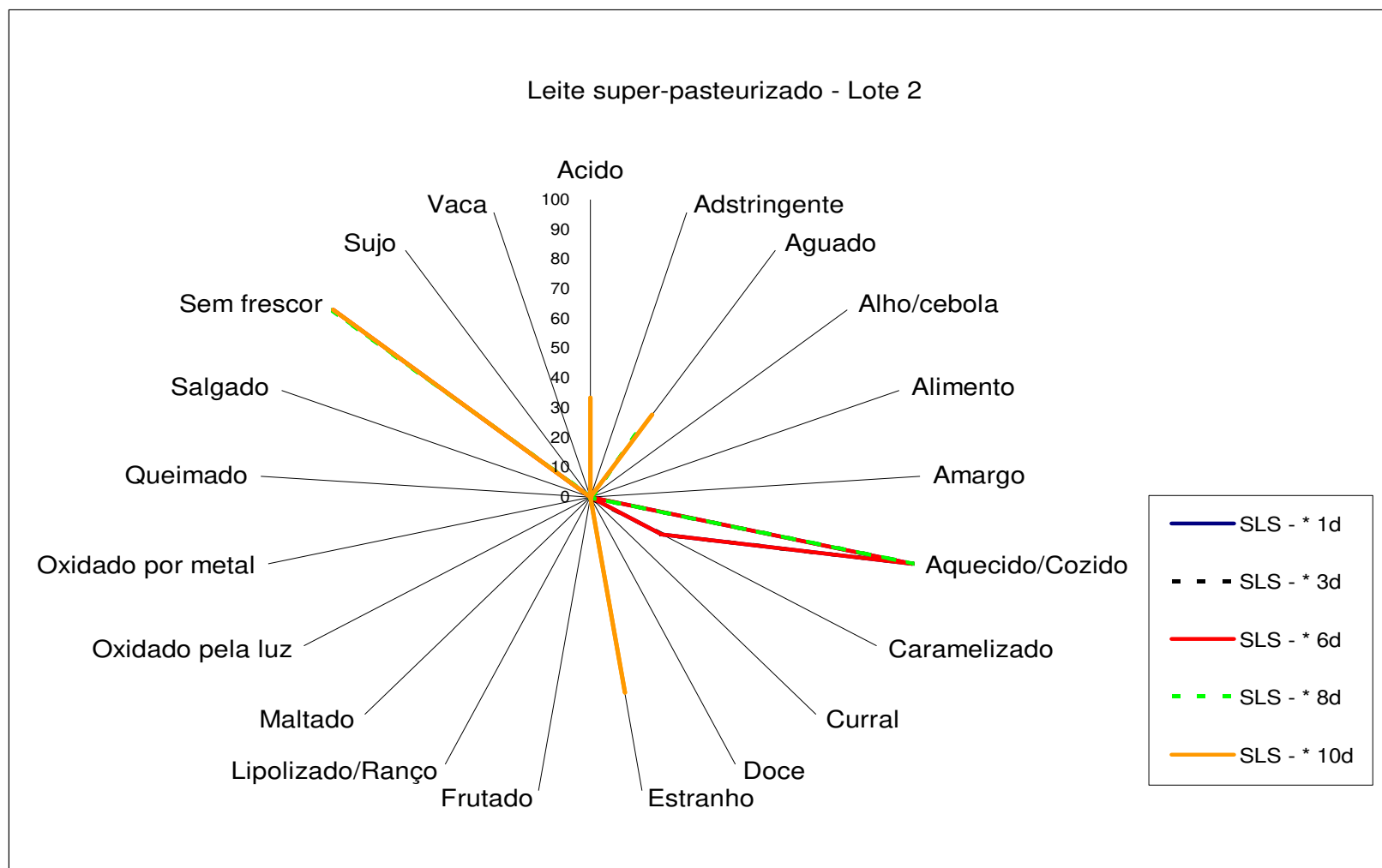


Figura 12. Perfil de defeitos do leite super-pasteurizado 96/SL/S no Lote 2, ao longo de 10 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito).

SL/L - envasado na sala limpa em saquinho

* vida-de-prateleira em dia

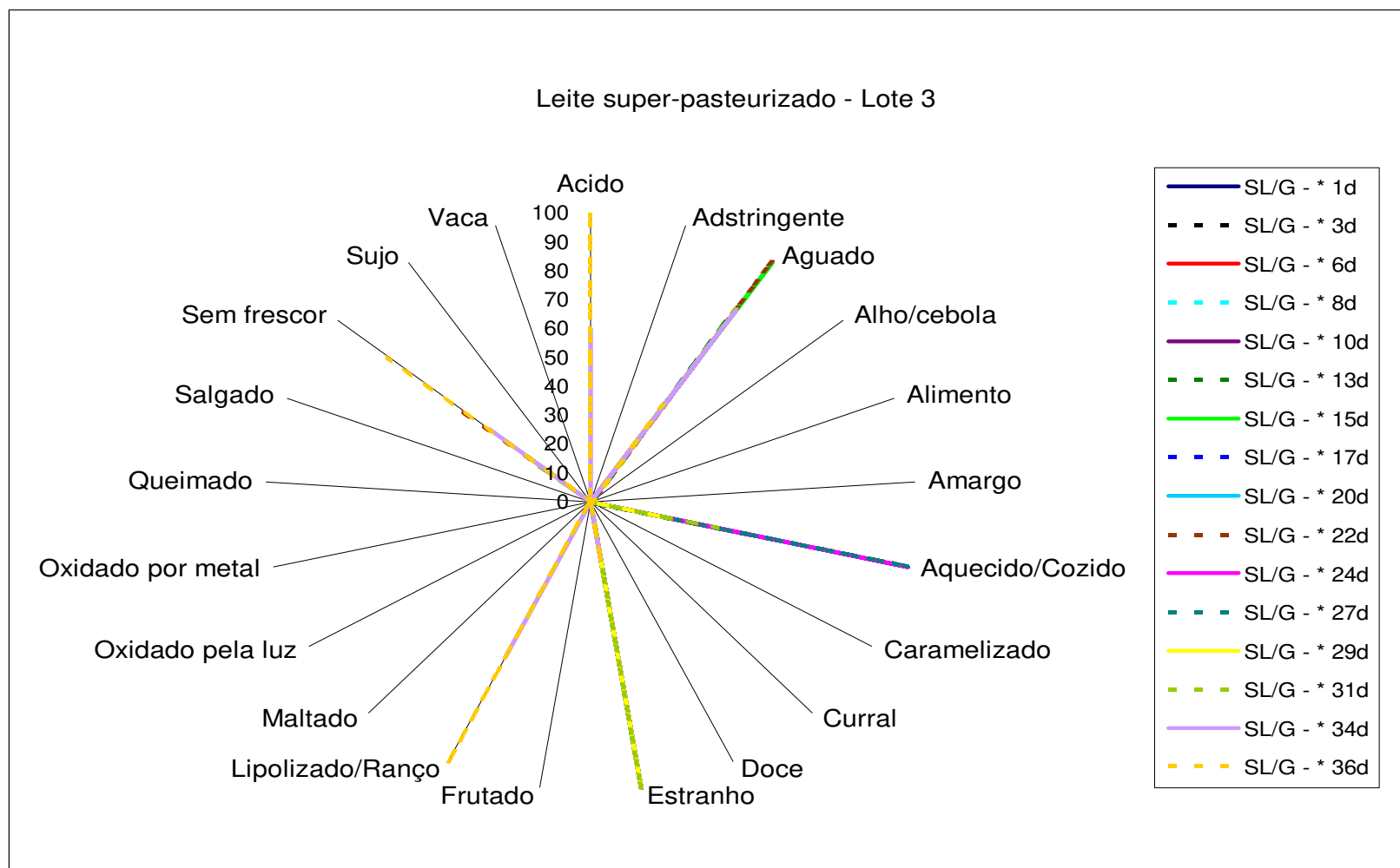


Figura 13. Perfil de defeitos do leite super-pasteurizado 96/SL/G no Lote 3, ao longo de 36 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito).

SL/G - envasado na sala limpa em garrafa

* dia da avaliação sensorial

A Tabela 26 apresenta o resumo dos dados da contagem de mesófilos, psicrotróficos e da avaliação sensorial do leite ultra-pasteurizado obtido nos 3 lotes, nas diversas condições de embalagem, forma de descontaminação e ambiente de envase.

O leite ultra-pasteurizado 138/SL/G nos 3 lotes não apresentou contagens de mesófilos e psicrotróficos acima dos limites estabelecidos até o último dia em que foi analisado, que foi limitado a 48, 43 e 52 dias, respectivamente, delimitado pelo término das amostras. Na avaliação sensorial, com o término das amostras, o leite obteve no lote 1, aos 48 dias, pontuação de 35,4 e classificação "pobre". Nos lotes 2 e 3, aos 41 e 52 dias, respectivamente, obteve pontuações de 32,0 e 34,3 sendo classificado como "pobre".

O leite ultra-pasteurizado 138/Y apresentou, nos lotes 1 e 3, contagens de mesófilos e psicrotróficos dentro dos limites estabelecidos ao final de 43 e 52 dias respectivamente, delimitado pela término das amostras. No lote 2, o final da vida-de-prateleira foi de 24 dias, tendo sido determinado pela contagem de mesófilos. A vida-de-prateleira relacionada ao julgamento sensorial foi de 38, 27 e 52 dias para os lotes 1, 2 e 3, onde as amostras obtiveram 36,8, 33,7 e 35,1 pontos respectivamente, sendo o leite do lote 1 classificado como "satisfatório" e o leite dos lotes 2 e 3 classificado como "pobre".

O leite ultra-pasteurizado 138/SL/S em função da contagem de mesófilos teve a vida útil definida aos 14 dias no lote 1; 3 dias, no lote 2, e 6 dias no lote 3. Na avaliação sensorial a vida-de-prateleira do leite nos 3 lotes foi de 14, 10 e 13 dias, respectivamente, com pontuação de 35,0, 35,3 e 32,9 pontos, sendo classificado como "pobre".

Tabela 26. Vida-de-prateleira do leite pasteurizado, estocado a 4°C , nas diferentes condições experimentais em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e avaliação sensorial.

Tratamento	138/SL/S			138/SL/G			138/Y		
Lote	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Dias	14 d	3 d	6 d	48 d	43 d	52 d	43 d	24 d	52 d
Contagem mesófilos (UFC/mL) *	6,50x10 ¹	< 10	2,0x10 ¹	1,95x10 ²	< 10	1,40x10 ³	<10	< 10	1,65x10 ²
Dias	14 d	8 d	10 d	48 d	43 d	52 d	43 d	29 d	52 d
Contagem psicrotróficos (UFC/mL) **	< 10	2,45x10 ⁷	2,11x10 ⁶	< 10	7,10x10 ²	<10	1,20 x10 ²	1,69x10 ³	1,00x10 ¹
Dias	14 d	10 d	13 d	48 d	41 d	52 d	38 d	27 d	52 d
Sensorial (scorecard) nota / classificação***	35,0 Pobre	35,3 Pobre	32,9 Pobre	35,4 Pobre	32,0 Pobre	34,3 Pobre	36,8 Satisfatória	33,7 Pobre	35,1 Pobre

138/SL/S - Leite ultra-pasteurizado 138°C/ 2 s, embalado dentro da sala limpa em saquinho

138/SL/G - Leite ultra-pasteurizado 138°C/ 2 s, embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada

138/Y - Leite ultra-pasteurizado 138°C/ 2 s, embalado dentro da sala limpa em garrafa não sanitizada

* Limite máx. de 8,0 x 10⁶ UFC/mL (BRASIL, 2002).

** Limite máx. 10⁶ - 10⁷ UFC/mL (SCHRÖDER et al., 1982; KESSLER e HORAK, 1984).

*** Limite mínimo 31 pontos (NELSON e TROUT, 1964; SHIPE et al., 1978).

O perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado é apresentado nas Figuras 14, 15 e 16, para os lotes em que o mesmo apresentou uma menor vida-de-prateleira no julgamento sensorial, que, neste caso, foi o Lote 2.

A Figura 14 indica que o leite ultra-pasteurizado 138/SL/G, do lote 2, avaliado por 5 julgadores, no primeiro dia de estocagem refrigerada, apresentou o defeito aquecido registrado por 100% dos julgadores, e os defeitos caramelizado, e estranho, identificados respectivamente por 25% e 100% dos julgadores. Este leite pode ser caracterizado pelos seguintes defeitos: aguado, aquecido, caramelizado, lipolizado, estranho e sem frescor ao longo de 41 dias de estocagem, que foi finalizada por não se ter mais amostras. Neste dia os defeitos registrados foram o aguado, percebido por 75% dos julgadores, os defeitos aquecido e sem frescor identificados por 25% dos julgadores e o defeito lipolizado registrado por 100% dos julgadores.

A Figura 15 indica que o leite ultra-pasteurizado 138/Y, do lote 2, foi julgado por 4 painelistas, onde 100% registrou o defeitos aquecido e 25% identificou o defeito caramelizado. Este leite, pode ser caracterizado pelos seguintes defeitos: aguado, aquecido, caramelizado, lipolizado, sem frescor e ácido ao longo de 31 dias de estocagem refrigerada. O final da vida útil do leite na análise sensorial foi no 27º dia. Neste dia, os defeitos identificados foram o aquecido, percebido por 80% dos julgadores, o defeito caramelizado, identificado por 20% dos julgadores e o defeito de sabor sem frescor, que foi registrado por 60% dos julgadores.

A Figura 16 mostra que o leite ultra-pasteurizado 138/SL/S, lote 2, apresentou no primeiro dia de estocagem, após ser avaliado por 4 julgadores, os defeitos aquecido, identificado por 100% dos julgadores, o defeito caramelizado, percebido por 25% dos julgadores e o estranho, registrado por 100% dos avaliadores. Este leite pode ser caracterizado pelos seguintes defeitos: aguado, aquecido, caramelizado, estranho e sem frescor, ao longo de 10 dias de estocagem refrigerada. O final da vida útil do leite, na análise sensorial, foi no 10º dia. Neste dia, os defeitos registrados foram o aguado e caramelizado, percebidos por 33% dos julgadores, e, os defeitos aquecido e sem frescor, identificados por 100% dos julgadores.

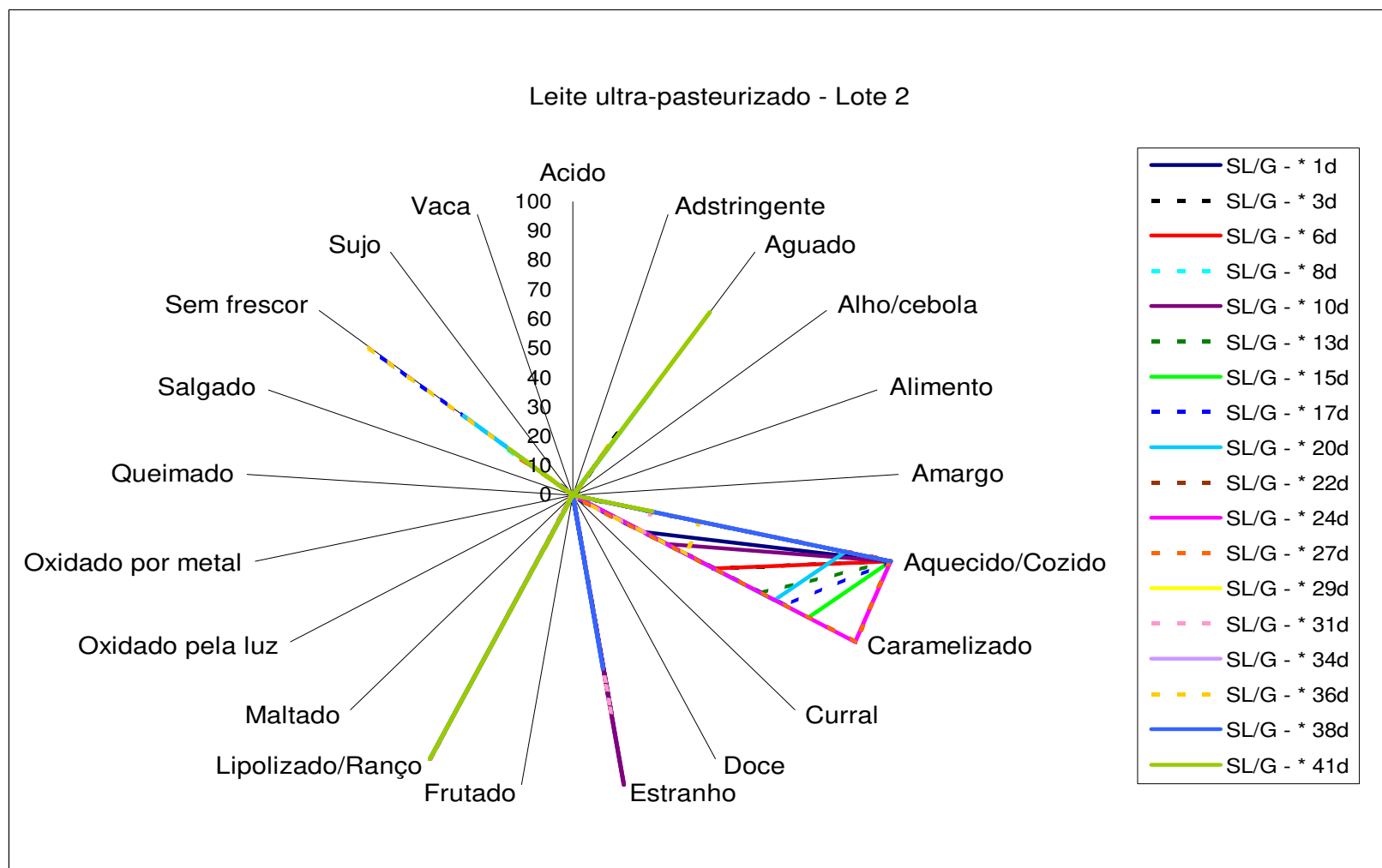


Figura 14. Perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado 138/SL/G no lote 2, ao longo de 41 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito).

SL/G - envasado na sala limpa em garrafa

* dia da avaliação sensorial

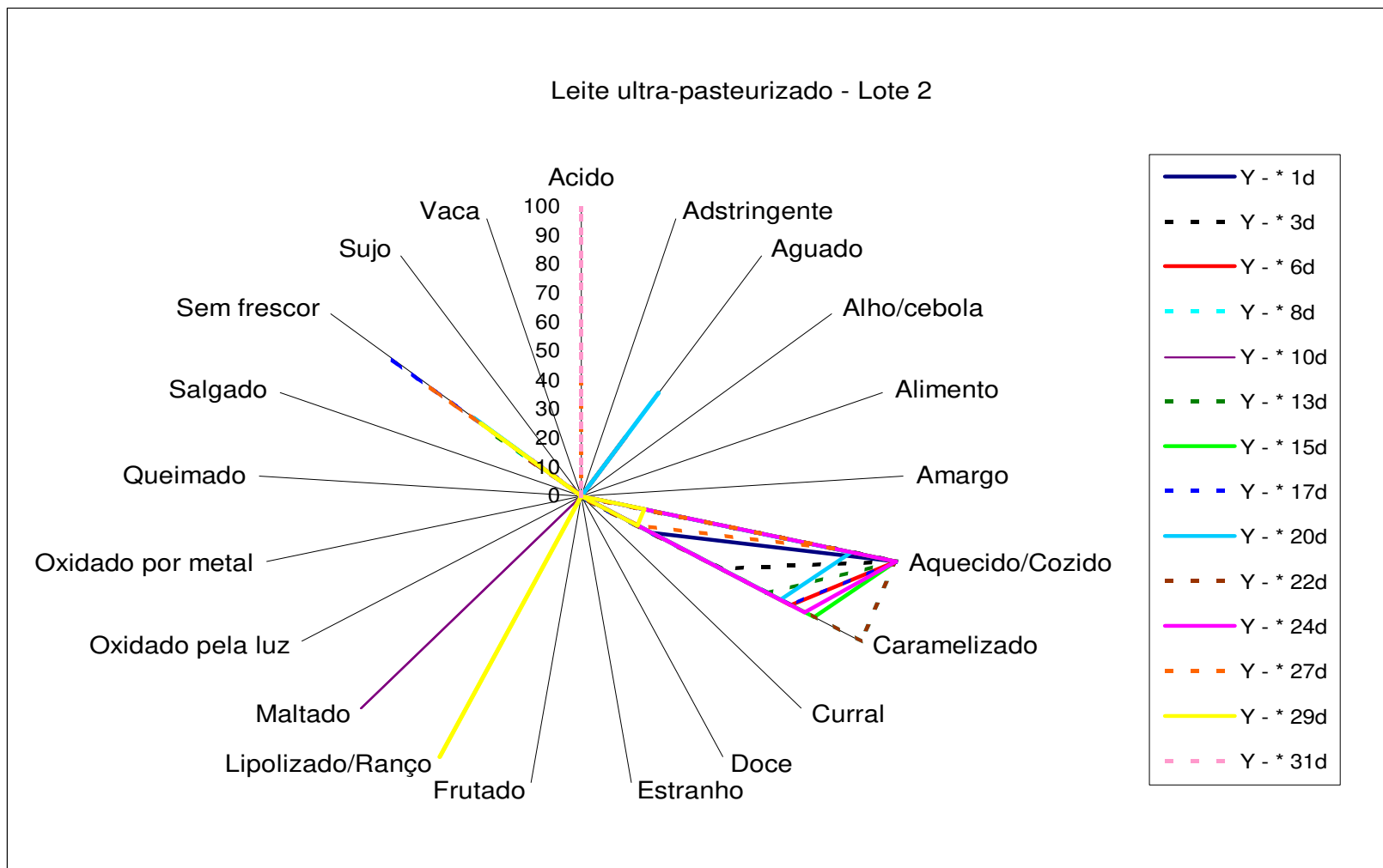


Figura 15. Perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado 138/Y no lote 2, ao longo de 31 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito).

Y - envasado na sala limpa em garrafa não sanitizada

* dia da avaliação sensorial

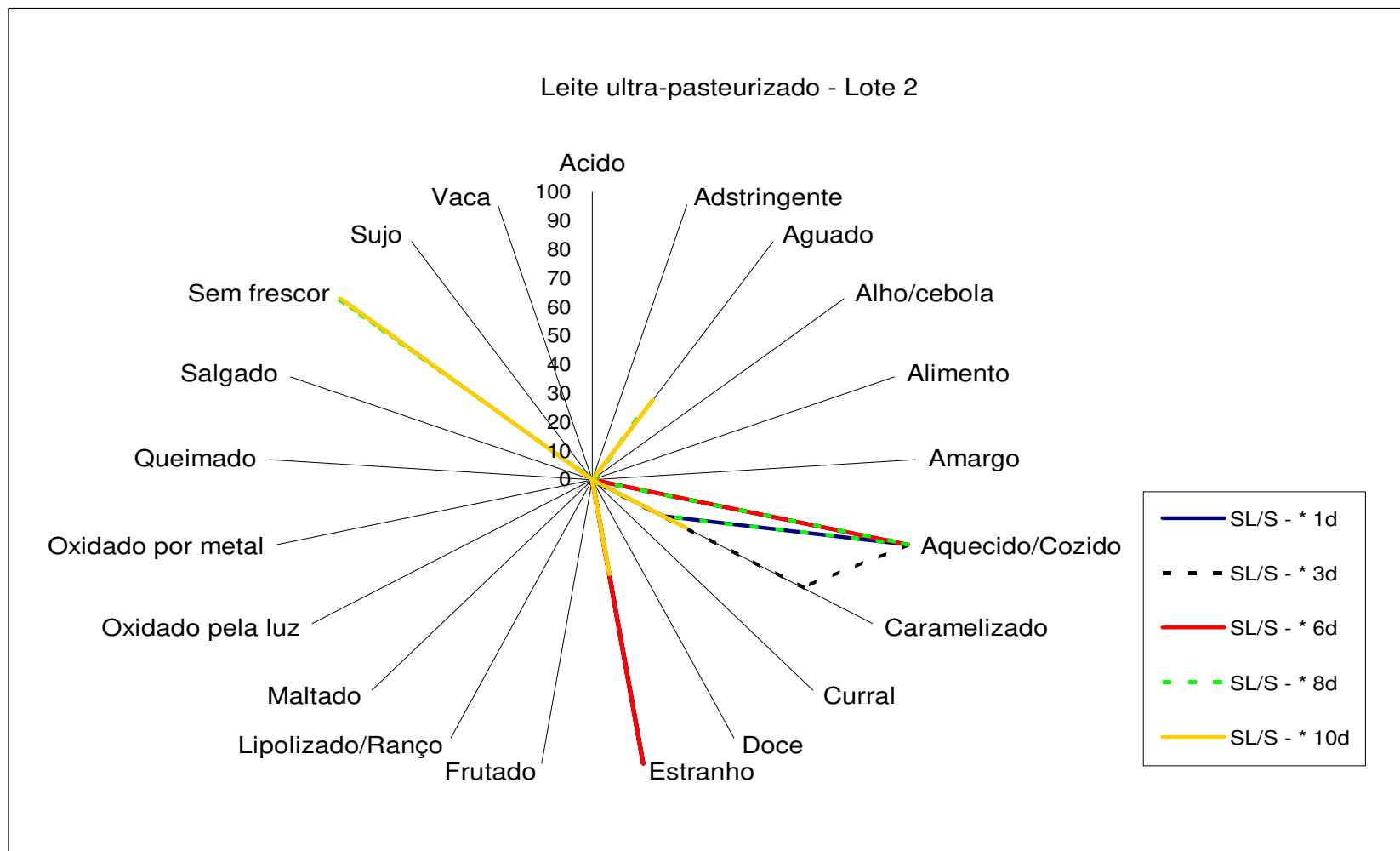


Figura 16. Perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado 138/SL/S no lote 2 ao longo de 10 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito).

SL/S - envasado na sala limpa em saquinho

* dia da avaliação sensorial

5.7. Avaliação do perfil de defeitos de sabor dos leites processados durante a estocagem

As amostras do tratamento térmico de ultra-pasteurização são caracterizadas ao longo de todo o julgamento sensorial pela presença constante dos defeitos aquecido e caramelizado. Os defeitos de sabor denominados cozido, aquecido/rico e caramelizado desenvolvem-se no leite, quanto mais severo for o tratamento térmico. Esses defeitos são caracterizados pela presença de vários compostos voláteis induzidos pelo calor, incluindo metilcetonas, vanilina, benzaldeídos, furfural, fenilacetaldéido, δ -lactonas, maltol, benzotiazol, diacetil, entre outros. O diacetil é um produto da reação de Maillard que pode ser produzido em leite aquecido (SCANLAN et al., 1968).

Avaliando as amostras de leite que foram envasadas em garrafas sanitizadas com ácido peracético (74/SL/G, 96/SL/G e 138/SL/G) em todos os tratamentos térmicos, pasteurização, super-pasteurização e ultra-pasteurização, pode-se perceber que o defeito de sabor estranho apareceu quase sempre nessas amostras. Esse problema pode estar relacionado ao sabor residual do sanitizante no material de embalagem, uma vez que a amostra 138/Y, também envasada em garrafa, porém sem sanitização com ácido peracético, não apresenta este defeito ao longo dos julgamentos sensoriais realizados.

O ácido peracético é considerado um potente agente antimicrobiano, tendo uma rápida ação em baixas concentrações sobre um grande número de microrganismos, sendo considerado eficiente esporicida em baixas temperaturas e com ação contínua na presença de matéria orgânica (Baldry, 1983). Porém, apresenta, como desvantagem, um odor residual bastante pronunciável (ALASRI et al., 1992; SUTTON, 1996; BLACKSTON et al., 1999).

Através do julgamento sensorial dos leites processados durante estocagem refrigerada, verifica-se que os defeitos de sabor sem frescor, sujo, amargo, frutado, lipolizado, maltado, metal, gosto ácido e aguado são os que frequentemente apareceram ao final da vida útil do leite. Esses defeitos de sabor estão normalmente associados à contagens bacterianas que excedem 10^7 a 10^8 UFC/mL (BURTON, 1986).

O defeito de gosto ácido resulta da produção de ácido láctico e pequenas quantidades de ácido acético e propiônico que acompanham o ácido láctico. O defeito de gosto amargo está associado produção de proteases, normalmente de origem microbiana, produzidas principalmente por *Pseudomonas*. Já os defeitos de sabor, sem frescor e aguado podem ser causados por bactérias, mas também podem ser de origem química (MORGAN, 1970; DEETH, 1986).

O defeito de sabor lipolizado em leite pasteurizado, está relacionado à presença de lipases na matéria-prima, e resistentes ao calor, ou pode ser devido à lipases produzidas no produto, devido a uma contaminação pós-pasteurização, por bactérias psicrotróficas, principalmente, por *Pseudomonas*.

O defeito de gosto amargo e defeito de sabor sujo, também estão relacionados à produção de enzimas de bactérias psicrotróficas, principalmente *Pseudomonas*. O desenvolvimento de algumas bactérias termodúricas, como os *Bacillus*, podem também ser responsável por esses defeitos, embora não sejam, usualmente observadas, até as contagens atingirem cerca de 10^7 UFC/mL (DEETH, 1986).

5.8. Análise estatística dos resultados

5.8.1. Avaliação do efeito do tratamento térmico e do tipo de embalagem sobre a vida-de-prateleira dos leites processados em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial

A Tabela 27 apresenta o nível de significância, obtido através da ANOVA, para os efeitos tratamento térmico e tipo de embalagem sobre a vida-de-prateleira para cada parâmetro avaliado, ou seja, contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial.

Tabela 27. Nível de significância para os efeitos de tratamento térmico e tipo de embalagem sobre a vida-de-prateleira do leite, para cada parâmetro avaliado (contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial).

EFEITO	Nível de sigificância ($p < 0,05\%$)					
	Mesófilos		Psicrotróficos		Sensorial	
	F	valor p	F	valor p	F	valor p
Tratamento Térmico (T.T)	5,62 *	0,0232	5,15 *	0,029	4,11 *	0,0498
Embalagem (EMB.)	104,92 *	0,0000	105,38 *	0,0000	121,95 *	0,0000
Interação T.T x EMB	11,17 *	0,0028	8,31 *	0,0075	13,99 *	0,0013
Repetição	1,87 n.s	0,2048	2,59 n.s	0,1241	2,21 n.s	0,1607

* significativo a nível de 5% de probabilidade
n.s - não significativo

Através da Tabela 27, observa-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as repetições dos experimentos, o que equivale a dizer que não houve diferença significativa entre as matérias-primas utilizadas nas 3 repetições.

Observa-se também o efeito significativo ($p < 0,05$) do tratamento térmico e da embalagem sobre a vida-de-prateleira do leite fluido quando considerados os parâmetros, contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial.

Segundo os três parâmetros, a interação entre o tratamento térmico e a embalagem também apresentou-se significativa ($p < 0,05$), o que indica que o efeito do tratamento térmico é significativamente diferente para cada embalagem, ou seja, o efeito de uma variável é dependente da outra.

A Tabela 28 apresenta os resultados do teste de Tukey, comparando as médias, em dias, dos efeitos tratamento térmico e tipo de embalagem sobre a vida-de-prateleira do leite fluido.

Tabela 28. Resultados do teste de Tukey para as médias dos efeitos tratamento térmico e tipo de embalagem, em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e da análise sensorial.

Efeito Tratamento Térmico (T.T)	Média de vida-de-prateleira (dias)*			Efeito Embalagem (EMB)	Média de vida-de-prateleira (dias)*		
	Mesófilos	Psicrotróficos	Sensorial		Mesófilos	Psicrotróficos	Sensorial
74°C	18.16a	19.5a	22.66a	Saquinho	11.22a	12.0a	15.33a
96°C	26.33ab	25.66ab	27.0ab	Garrafa	36.88b	37.55b	37.55b
138°C	27.66b	29.16b	29.66b				

*Letras iguais numa mesma coluna, as médias não diferem significativamente ($p < 0,05$), segundo teste de Tukey.

Através da Tabela 28, analisando o efeito do tratamento térmico observa-se que o leite ultra-pasteurizado, processado a 138°C/2 s, apresentou uma maior vida-de-prateleira em dias, em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e na análise sensorial. A vida útil média foi de aproximadamente 28, 29 e 30 dias, respectivamente.

No tratamento térmico de 96°C/13 s, o leite apresentou uma vida de prateleira média de 26 dias em relação à contagem de mesófilos e psicrotróficos e 27 dias na análise sensorial.

Para o leite pasteurizado processado a 74°C/15 s a vida-de-prateleira foi de 18, 19 e 23 dias respectivamente, em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial.

Os resultados apresentados confirmam os dados da literatura, onde vários autores descrevem a obtenção de leite de vida-de-prateleira estendida (VPE) utilizando tratamentos térmicos mais intensos, na faixa de 100 a 140°C. Mans (1996), descrevendo um processo para produção de leite VPE, aqueceu o leite a 143,3°C em menos de 1 segundo. Blake *et al* (1995), aquecendo o leite entre 100 e 140°C/2-4 s, obtiveram um produto com vida-de-prateleira de 15 a 30 dias, armazenado a 7°C. Hill (1988), recomendou tratamento térmico de 137,8°C ou acima durante 2 s para leite ultra-pasteurizado, obtendo um produto comercialmente não estéril, mas que apresentou vida-de-prateleira estendida em condição de baixa refrigeração.

Em contraste, os resultados apresentados na Tabela 28 diferem daqueles obtidos por vários autores, que observaram não haver melhoria no aumento da vida útil de leite pasteurizado em condições de temperatura acima de faixa de 72°C/15 s (KESSLER e HORAK 1984; SCHMIDT et al.,1989; CROMIE et al.,1989; CROMIE, 1991).

Na análise do efeito do tipo de embalagem sobre a vida-de-prateleira do leite, apresentado na Tabela 28, verifica-se que o leite envasado em garrafa apresentou uma maior vida-de-prateleira em dias, em comparação ao produto envasado em saquinho. Em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e da análise sensorial, os leite envasados em garrafas apresentaram vida útil de 37, 37,56 e 37,55 dias respectivamente. Em contraste, os leites envasados em saquinho, em função dos mesmos parâmetros analisados, apresentaram uma acentuada diminuição na vida útil, sendo respectivamente 11, 13 e 15 dias.

De acordo com Cromie (1991), as prováveis causas que podem afetar a qualidade microbiológica do leite pasteurizado e, conseqüentemente, sua vida-de-prateleira estão relacionadas à temperatura de estocagem do produto após a pasteurização, a ação de contaminantes após a pasteurização, tipos e atividades de microrganismos resistentes à pasteurização, particularmente aqueles capazes de crescer à temperatura de refrigeração, a temperatura de pasteurização e qualidade microbiológica do leite *in natura*.

Neste trabalho, várias medidas foram tomadas com o objetivo de se evitar a diminuição da vida-de-prateleira do leite, entre eles, a utilização de matéria-prima de qualidade aceitável, o controle microbiológico do material de embalagem, não tendo sido constatada contaminação das mesmas, a estocagem refrigerada do produto à temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$, o controle da contaminação no local de envase, a limpeza e sanitização dos equipamentos, entre outros.

Apesar de todos cuidados terem sido tomados para se evitar uma contaminação pós-processamento, pode-se inferir esta diminuição da vida-de-prateleira do leite envasado no saquinho, a uma contaminação do produto durante o envase na envasadora automática, pela possível presença de um biofilme na

mesma, ou por ainda, por uma contaminação do produto no tanque de leite pasteurizado, devido à mistura do produto com o ar do tanque.

Estas suposições podem ser fundamentadas por Baker (1983), que afirma que a maior fonte de contaminação do leite se dá durante o enchimento em máquinas envasadoras, e ressalta a necessidade de cuidados neste aspecto, de modo a não prejudicar a vida-de-prateleira do leite. Por outro lado, Ren e Frank (1992), relatam que uma das principais causas de contaminação do leite via ar se dá durante o enchimento do tanque de leite pasteurizado, devido à mistura do produto com o ar do tanque.

Como a interação entre as variáveis tratamento térmico e embalagem foi significativa, a escolha da condição de processamento que resultou em melhor vida-de-prateleira será feita em conjunto. Para auxiliar essa verificação, a Tabela 29 apresenta as médias de vida-de-prateleira para todos os tratamentos.

Tabela 29. Efeito da interação do tratamento térmico e embalagem na vida-de-prateleira do leite fluido em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e da análise sensorial.

Embalagem	Tratamento Térmico								
	Mesófilos			Psicrotróficos			Sensorial		
	74°C	96°C	138°C	74°C	96°C	138°C	74°C	96°C	138°C
Garrafa	23.66	39.33	47.66	25.66	39.33	47.66	27.0	38.66	47.0
Saquinho	12.66	13.33	7.66	13.33	12.0	10.66	18.33	15.33	12.33

Através da Tabela 29 observa-se que a melhor condição de processamento, ou seja, a que resultou em leite com a maior vida-de-prateleira, foi o tratamento térmico de 138°C/2 s, envasado na garrafa. Este leite apresentou uma vida-de-prateleira de 48 dias, em função da contagem de mesófilos e psicrotróficos e 47 dias na análise sensorial.

Verifica-se também na Tabela 29, que a tendência de aumento da vida-de-prateleira, em função da interação do tratamento e da embalagem, é confirmada nos processamentos de 96°C/13 s (super-pasteurizado) e 74°C (pasteurizado) envasados em garrafa. O leite super-pasteurizado envasado em garrafa

apresentou uma vida útil de 39 dias, em função das contagens de mesófilos, psicrotróficos e avaliação sensorial respectivamente. Porém, o leite envasado em saquinho apresentou 13, 12 e 15 dias de vida-de-prateleira respectivamente.

O leite pasteurizado acondicionado na garrafa e avaliado sob os mesmos critérios, apresentou respectivamente 24, 26 e 27 dias de vida útil.

Através da Tabela 29, verifica-se que a maior vida-de-prateleira, dos leites processados, foi observada com relação ao parâmetro da análise sensorial. Este fato pode ser justificado pela nota de corte da amostra, que foi de 31 pontos, com classificação pobre. No entanto, por motivos de segurança, a prevalência da vida-de-prateleira deverá ser definida em função da análise microbiológica.

Através da Tabela 29, observa-se também que através da interação entre as duas variáveis, a condição de processamento que resultou em leite com menor vida-de-prateleira foi o tratamento térmico 138°C/2 s, envasado no saquinho. A essa menor vida útil, atribui-se como prováveis causas, a contaminação pós-processamento durante o envase, associada a um tratamento térmico mais intenso que destruiria o sistema antimicrobiano natural do leite e a uma menor competição de outras bactérias.

Cromie (1991), constatou uma diminuição na vida-de-prateleira de leites pasteurizados à temperaturas mais elevadas e estocados à temperatura de 3°C, e para explicar porque o tratamento térmico mais severo do leite pode aumentar o crescimento de bactérias, sugeriu fatores como a destruição do sistema antimicrobiano natural do leite, a ativação de esporos e a menor competição de outras bactérias.

5.8.2. Avaliação do efeito da sanitização da embalagem sobre a vida-de-prateleira dos leites processados em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial

A Tabela 30 apresenta os resultados do teste t de Student, comparando as médias, em dias, dos efeitos da sanitização e não sanitização da embalagem sobre a vida-de-prateleira do leite fluido.

Tabela 30. Médias da vida-de-prateleira do leite fluido para o efeito da sanitização da embalagem em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e da sensorial.

Efeito	Vida-de-prateleira (dias)*		
Sanitização	Mesófilos	Psicrotróficos	Sensorial
Garrafa sanitizada	47,66a	47,66a	47a
Garrafa não sanitizada	39,66a	41,33a	39a

* Letras iguais numa mesma coluna, as médias não diferem significativamente ($p < 0,05$), segundo teste t-Student.

Através da Tabela 30, verifica-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias dos tratamentos sobre a vida-de-prateleira do leite, o que equivale a dizer que não houve diferença significativa entre os tratamentos de sanitização e não sanitização empregados na garrafa.

5.8.3. Avaliação do efeito do ambiente de envase sobre a vida-de-prateleira dos leites processados em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial

A Tabela 31 apresenta os resultados do teste t de Student, comparando as médias, em dias, dos efeitos do ambiente de envase sobre a vida-de-prateleira do leite fluido.

Tabela 31. Médias da vida-de-prateleira do leite fluido para o efeito do ambiente de envase em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e da análise sensorial.

Efeito	Vida-de-prateleira (dias)*		
Condição de envase	Mesófilos	Psicrotróficos	Sensorial
Sala limpa	12,66a	13,33a	18,33a
Fora da sala limpa	13,66a	12a	14,66a

* Letras iguais numa mesma coluna, as médias não diferem significativamente ($p < 0,05$), segundo teste t-Student.

Através da Tabela 30, verifica-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias dos tratamentos sobre a vida-de-prateleira do leite, o que equivale a dizer que não houve diferença significativa entre os leites envasados em saquinhos dentro e fora da sala limpa.

6. CONCLUSÕES

- O efeito do tratamento térmico e do tipo de embalagem foi significativo ($p < 0,05$) sobre a vida-de-prateleira dos leites processados em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial.
- O efeito da interação entre o tratamento térmico e a embalagem foi significativo ($p < 0,05$), para os parâmetros de contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial, o que indica que o efeito do tratamento térmico é significativamente diferente para cada embalagem.
- A maior vida-de-prateleira do leite em relação ao tratamento térmico foi obtida pelo processamento de ultra-pasteurização ($138^{\circ}/2$ s), que em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial apresentou vida útil de 28, 29 e 30 dias, respectivamente.
- A maior vida-de-prateleira do leite em relação ao tipo de embalagem foi obtida pelo acondicionamento em garrafas PEAD, que em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial apresentou vida útil de 37 dias, respectivamente.
- A maior vida-de-prateleira do leite em relação à interação tratamento térmico e tipo de embalagem foi obtida pelo processamento de ultra-pasteurização (138°C) envasado em garrafas PEAD, que em função da contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial apresentou vida útil de 48 dias, respectivamente.
- A menor vida-de-prateleira do leite em relação à interação tratamento térmico e tipo de embalagem foi obtida pelo processamento de ultra-pasteurização (138°C) envasado em saquinho PEBD, que em função da

contagem de mesófilos, psicrotróficos e análise sensorial apresentou vida útil de 7, 11 e 12 dias, respectivamente.

- O defeito de sabor aquecido foi mais intenso e consequentemente identificado pela maioria dos julgadores nos leites processados a 138°C/2s.
- No tratamento térmico de super-pasteurização (96°C/13s), o defeito de sabor aquecido foi identificado pela maioria dos julgadores.
- O efeito da sanitização garrafas PEAD com ácido peracético apresentou-se não significativo ($p < 0,05$) sobre a vida-de-prateleira do leite fluido, que neste trabalho foi submetido à ultra-pasteurização (138°C/2s).
- O efeito do ambiente de envase, dentro e fora da sala limpa, apresentou-se não significativo ($p < 0,05$) sobre a vida-de-prateleira do leite fluido, que neste trabalho foi submetido à pasteurização (74°C/15s).
- O julgamento de defeito de sabor pela metodologia do *scorecard* em leites envasados em garrafas PEAD sanitizadas com ácido peracético comprovou que a sanitização contribuiu para uma menor pontuação e pior classificação dos leites com relação ao sabor.
- O julgamento de defeitos de sabor em leites envasados em garrafas sanitizadas com ácido peracético levou à percepção e registro por toda a equipe de julgadores de um sabor estranho, extremamente desagradável, percebido principalmente nos primeiros dez dias de estocagem refrigerada.
- Leites tratados à temperatura de 138°C/2s e 96°C/13s não apresentaram ao longo da vida-de-prateleira problemas relacionados com *B.cereus*, no entanto em leites pasteurizados houve crescimento deste microrganismo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-13413. Controle de contaminação em áreas limpas. 1995.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBRISO-14644-1. Salas limpas e ambientes controlados associados - parte 1: Classificação da limpeza do ar. 2005.

ABREU, L. F.; FARIA, J. A. F. Evaluation of a system for chemical sterilization of packages. **Packaging Technology and Science**, v. 7, p. 37-42, 2004.

ABREU, L. F.; FARIA, J. A. F. Evaluation of a system for chemical sterilization of packages. **Packaging Technology and Science**, n. 17, p. 37-42, 2004

AIRES, G. S. B. **Treinamento de um painel de estudantes para julgamento de qualidade sensorial de leite fluído**. 2002. 149p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

ALASRI, A.; VALDERDE, M.; ROQUES, C.; MICHEL, G. Bactericidal properties of peracetic acid and hydrogen peroxide, alone and in combination, in comparison with chlorine and formaldehyde against bacterial water strains. **Canadian Journal Microbiology**, v. 38, n. 7, 1992.

ALVES, R. M. V.; GARCIA, E. E.C.; DANTAS, S. T.; PADULA, M. **Embalagem para Produtos de Laticínios**. Campinas: ITAL/CETEA, 1994. 85p.

ANDERSSON, A. ;RONNER, U.;GRANUM, P. E. What problem does the food industry have with the spore-forming pathogens *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 28, n. 2, p.145-156, 1995.

ASIA PACIFIC FOOD INDUSTRY. Extending the shelf life of fluid milk, p. 82-87, Nov/Dec., 1997.

AUCLAIR, J. Monograph on pasteurized milk – Processes avoiding recontamination of pasteurized milk. **Bulletin International Dairy Federation**, n. 200, p. 15-16, 1986.

AULDIST, M. Milk anality and udder health: effect on processing characteristics. in: ROGINSKI, H.; FUQUAY, J. W.; FOX, P. F. **Encyclopedia of Dairy Sciences**. San Diego: Elsevier Science Ltda, 2002. v.3, p. 2002-2007.

BAKER, S. K. The Keeping Quality of Refrigerated Pasteurized Milk. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v. 38, n. 33, p. 124-127, September, 1983.

BALDRY, M.G.C. The bactericidal, fungicidal and esporicidal properties of hydrogen peroxide and peracetic acid. **Journal of Applied Bacteriology**, v.54, n. 3, p. 417-423, 1983.

BENNETT, E. S. F. O fim de uma era. **Revista da Sociedade Brasileira de Controle de Contaminação (SBCC)**, São José dos Campos, n. 6, p. 28-30, jan./fev. 2002.

BENNETT, R.W. & BELAY, N. *Bacillus cereus*. In: DOWNES, F. P., and K. ITO (ed.), **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**, 4th ed. Washington, D. C: American Public Health Association. 2001. Chapter 32, p.311-316.

BLAKE, M. R.; WEIMER, B. C.; MCMAHON, D. J.; SAVELLO, P. A. Sensory and microbial quality of milk processed for extended shelf life by direct steam injection. **Journal of Food Protection**, n. 58, p. 1007-1013, 1995.

BLAKSTONE, B.; CHUTYATE, R.; KEUTTER, JR.; CHARBONNEAU, J.; SUIT, K. Efficacy of oxonia active against selected spore formers. **Journal of Food Protection**, v. 62, n. 3, p. 262-267, 1999.

BLOCK, S. S. Peroxygen compounds. in: BLOCK, S.S. (ED) **Desinfection, sterilization and preservation**, Philadelphia: Lea Febiger, 1991, chap. 9, p. 167-181.

BODYFELT, F. W.; TOBIAS, J.; TROUT, G. M. In: **The Sensory Evaluation of Dairy Products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. 598p.

BOOR, K. J. Fluid dairy product quality and safety: looking to the future. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 1, p. 1-5, 2001.

BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 42, de 20 de dezembro de 1999. Altera o Plano Nacional de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal - PNCR e os Programas de Controle de Resíduos em Carne - PCRC, Mel - PCRM, Leite - PCRL e Pescado - PCRP. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 08 de jun. 2007.

BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova os regulamentos técnicos de

produção, identidade e qualidade do leite tipo A, do 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.. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/segisleg-consulta/consultarlegislação>> Acesso em: 07 de maio 2006.

BRASIL – Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos de Análises Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água com seus respectivos capítulos e anexos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados no Sistema de Laboratório Animal do Departamento de Defesa Animal. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 08 de jun. 2007.

BRASIL. Portaria nº 102, de 17 de setembro de 2003. Dispõe sobre os métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 set. 2003.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de Dezembro de 2006. Oficializa os métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/segisleg-consulta/consultarlegislação>> acesso em: 15 de dez. 2006.

BRODY, A. L. The when and why of aseptic packaging. **Food Technology**, v.54, n. 9, september, 2000.

BURTON, H. Monograph on pasteurized milk – microbiological aspects. **Bulletin International Dairy Federation**, n. 200, p. 9-14, 1986.

BUSANI, S. F. B. **Estudo da viabilidade de tratamentos térmicos alternativos para leite pasteurizado e de vida de prateleira estendida**. 2005. 239 p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

CARDOSO, A. L. de M. P. **Ocorrência, multiplicação e produção de toxina diarreica por cepas mesofílicas e psicrotróficas de *Bacillus cereus* em leite pasteurizado**. 2000. 95 p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

CARDOSO, C. F. **Avaliação da esterilização de filme de polietileno com peróxido de hidrogênio e radiação ultra violeta**. 2007. 111p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

CHEVROTON, D. The aseptic filling of beverage in bottles. **Industrie Delle Bevande**. Dreux, v. 25, n. 142, p. 120-122, apr., 1996.

CLARKE, R. A shelf life less ordinary. **Milk Treatment**, n. 23, Apr, 1998.

COUSIN, M.A., JAY, J.M. & VASAVADA, P.C. Psychrotrophic microorganisms. In: DOWNES, F. P., and K. ITO (ed.), **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**, 4th ed. Washington, D. C :American Public Health Association, 2001. Chapter 13, p.159-166.

CROMIE, S. J. Microbiological aspects of extended shelf life products. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v. 46, n. 2, p. 101-104, Nov, 1991.

DEETH, H. C. Monograph on pasteurized milk – The appearance, texture, flavor and defects of pasteurized milk. **Bulletin International Dairy Federation**, n. 200, p. 22-26, 1986.

DOWNES, F. P. ; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington, D.C : American Public Health Association, 2001.

EVANCHO, G. M.; SVEUM, W. H.; MOBERG, L. J.; FRANK, J.F. Microbiological monitoring of the food processing environment. in: DOWNES, F. P. ; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington, D.C : American Public Health Association, 2001. Chapter 3, p. 25-35.

EXTRAORDINARY DAIRY. **Achieving extended shelf life in fluid milk: creating hurdles for spoilage factors**. Disponível em: <
<http://www.extraordinarydairy.com>> Acesso em: 1 jun. 2004.

FARIA, J. A. F. Estabilidade de alimentos processados assepticamente. in: II SEMINÁRIO LATINO AMERICANO - AVANÇOS EM TECNOLOGIA PARA PROCESSAMENTO ASSÉPTICO DE ALIMENTOS. Campinas, 1993. p. 7-28.

FLOROS, J. D.; NIELSEN, P. V.; FARKAS, J. K. Advances in modified atmosphere and active packaging with applications in dairy industry. **Bulletin of International Dairy Federation**, n. 346, p. 22-28, 1999.

FLUCKIGER, E. Alternative methods to avoid recontamination during aseptic filling and packaging. **Bulletin of the IDF 300**. p.52-56, 1995.

FREDSTED, L. B.; RYSSTAD, G.; EIE, T. Pure-Lac: The new milk with protected freshness and extended shelf life. Heat treatments & Alternative Methods. **International Dairy Federation**, Symposium Viena (Austria), p. 104-125, 1995.

FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H. **Dairy Chemistry and Biochemistry**. London: Blackie Academic & Professional, 1998. 476 p.

GOMES, S. T. Diagnóstico e perspectiva da produção de leite no Brasil, In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A. S. (Eds.). **Cadeia de Lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento**, Brasília: MCT/CNPQ; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001, 484 p.

GRIFFITHS, M. W.; PHILLIPS, J. D. The application of the pre incubation test in the commercial dairies. **Australian Journal of Dairy Technology**, n. 41, p. 71-79, 1986.

GUERREIRO, P. K.; MACHADO, M. R. F.; BRAGA, G. C.; GASPARINO, E.; FRANZENER, A. S. M. Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciência Agrotecnológica**, v. 29, n.1, p. 216-222, 2005.

HADDADIN, M. S.; IBRAHIM, S. A.; ROBINSON, R. R. preservation of raw milk by ativation of the natural lactoperoxidase system. **Food Control**, v. 7, n. 3, p. 149-152, 1996.

HANKIN, L.; DILLMAN, W. F.; STEPHENS, G. R. keeping Quality of Pasteurized Milk for Retail Sale Related to Code Date, Storage Temperature, and Microbial Counts. **Journal Off Food Protection**, v. 40, n.12, p. 848-853, December, 197.

HAYES, M. C.; BOOR, K. Raw milk and fluid milk products. in: MARTH, E. H.; STEELE, J. L. Applied dairy microbiology 2 ed. New York: Marcel Dekker, 2001. cap. 2, p. 59-76.

HELDMAN, D. R. Factors ilfluencing air-borne contamination of foods. **Journal of Food Sciense**, Chicago, v. 39, n. 5, p. 962-969, set./out. 1974.

HENYON, D. K. Extended shelf-life milks in North America: a perspective. **International Journal of Dairy Technology**, v. 52, n. 3, p. 95-101, august, 1999.

HILL, A. R. Food Technology. V. 42, p. 92, 1988.

HOFFMANN, W.; KLOBES, H.; KIESNER, CRH.; SUHREN, G.; KRUSCH, V.; CLAWIN-RADECKER, I.; LARSEN, P. H. Use of the microfiltration for the production of pasteurized milk with extended shelf life. **Bulletin International Dairy Federation**, n. 311, p. 45-46, 1986.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS, ICMSF. Microorganisms in food 4: application of the hazard analysis critical control point (HACCP) system to ensure microbiological safety and quality. Vitória: Blackwell scientific publications, 1988. 357p.

JANZEN, J. J.; BODINE, A. B.; BISHOP, J. R. Effects of Package Temperature and Days of Storage on the Flavor Score of Processed Milk. **Journal of Food Protection**, v. 44, p. 455-458, June, 1981.

JENSEN, J. A.; WELTERT, J. P. A new consumer milk generation. **European Dairy Magazine**, n.7, p. 18-19, 1985.

KANG, YOUNG-JAE; FRANK, J. F. Biological aerosols: A review of airborne contamination and its measurement in dairy processing plants. **Journal of Food Protection**, v. 52, n. 7, p. 512-524, July, 1989.

KANG, YOUNG-JAE; FRANK, J. F. Characteristics of biological aerosols in dairy processing plants. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n.3, p. 621-626, 1990.

KEEHNER, K. Easy life. **Dairy Field**, Mar, p. 57-60, 1994.

KESSLER, H. G.; HORAK, F. P. Effect of heat treatment and storage conditions on the keeping quality of pasteurized milk. **Milchwissenschaft Milk Science International**, v. 39, n. 8, p. 451-454, 1984.

KONINKLIJKE PHILIPS ELETRONICS. **UV Disinfection**. application information. Disponível em: <<http://www.lighting.philips.com/>>. Acesso em: 20 fevereiro 2006.

MANS, J. Long-Life leader. **Dairy Foods**, p. 49-55, Feb, 1996.

MARTH, E. H. Extended shelf life refrigerated foods: Microbiological quality and safety. **Food Technology**, v. 52, n. 2, p. 57-62, Feb, 1998.

MARTINS, J. F.L.; AZEREDO, R. M. C.; MILAGRES, R. C. R. M.; COELHO, A. I. M.; SANTANA, A. M. C. Avaliação da contaminação do ar em serviços de alimentação. **Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC**, Florianópolis, SC, Julho, 2006. Disponível em:<<http://www.sbpcnet.org.br/livro/58ra/SENIOR/Resumos/resumo>> Acesso em: 07 maio 2007.

MAUBOIS, J. L. **A new extended shelf life milk that taste like farm fresh raw milk**. 2002. Disponível em: <<http://www.inra.fr/presse/oct02/gb/nb1.htm>> Acesso em: 1 jun 2004.

McKELLAR, R. C. Enzymes of psychrotrophics in raw food. Boca Raton: CRC Press, 1989. 310p.

MEUNIER-GODIKK, L. Liquid Milk products: pasteurized milk. in: ROGINSKI, H.; FUQUAY, J. W.; FOX, P. F. **Enciclopédia of Dairy Sciences**. San Diego: Elsevier Science Ltda, 2002. v.3, p. 1627-1632.

MORGAN, M. E. Microbial flavor defects in dairy products and methods for their simulation. I. Fruity flavor. Journal of Dairy Science, **V. 53**, p. 273, 1970.

MOTTAR, J.; WAES, G. Monograph on pasteurized milk: Quality control of pasteurized milk. **Bulletin International Dairy Federation**, n. 200, p. 66-70, 1986.

MUIR, D. D. The shelf life of dairy products: 1. Factors influencing raw milk and fresh products. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v. 49, n. 1, p. 24-32, February, 1996.

NELSON, J. A. and TROUT, G. M. **Judging Dairy Products**. Westport: AVI Publ. Co., 1964. 463p.

PETRUS, R. R.; FARIA, J. A. F. Testing a Small Scale Aseptic System for Milk in Plastic Bottles. **Food Science and Biotechnology**, v. 16, n.1, p. 18-22, 2007.

PETRUS, R. R. **Adaptação e avaliação de desempenho de sistema asséptico para leite fluido em garrafa plástica**. 2004. 220 p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

PETRUS, R. R.; FARIA, J. A. F. A importância da aplicação da tecnologia de salas limpas na indústria de alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37. n.1, p. 48-51, 2003.

PETRUS, R. R.; FARIA, J. A. F.; DELBEN, L. A. S. Avaliação de conformidade das condições operacionais de uma área limpa para envase asséptico. **Revista Higiene Alimentar**, v.17, n. 112, p. 22-30, setembro, 2003.

POULSEN, P. R.; WAINESS, H. Packaging, storage and distribution. **Bulletin International Dairy Federation**, n. 200, cap. 12, p.64-65, 1986.

PRATA, L. F. **Fundamentos de ciência do leite**. Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 2001. 281p.

RANKIN, S. A. Liquid Milk products: super-pasteurized milk. in: ROGINSKI, H.; FUQUAY, J. W.; FOX, P. F. **Enciclopédia of Dairy Sciences**. San Diego: Elsevier Science Ltda, 2002. v.3, p. 1633-1637.

RAVANIS, S.; LEWIS, M.J. Observations on the effect of raw milk quality on the keeping quality of pasteurized milk. **Letters in Applied Microbiology**, n. 20, p. 164-167, 1995.

REUTER, H. **Aseptic packaging of food**. Pennsylvania: Technomic Publishing Company, 1988, 269p.

ROWAN, N. J.; MacGREGOR, S.J.; ANDERSON, J.G.; FOURACRE, R.A.; McILVANEY, L.; FARISH, O. Pulsed-light inactivation of food-related microorganisms. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, n. 3, p. 1312-1315, mar., 1999.

RUSSEL, P. Plant for extended life milks. **Milk Industry International**, v. 98, n. 6, p. 28-33, Jun, 1996.

SAGRIPANTI, J. L.; BONIFACINO, A. Comparative sporicidal Effects of liquid chemical agents. **Applied and Environmental Microbiology**, feb., p. 545-551, 1996.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. ; OLIVEIRA, L. M. ; PADULA, M. ; COLTRO, L. ; ALVES, R. M. V. ; GARCIA, E. E. C. **Embalagens Plásticas Flexíveis: Principais Polímeros e Avaliação de Propriedades**. Campinas: CETEA/ITAL, 2002. 267p.

SARKAR, S. Techniques to extend the shelf life of pasteurized milk. **Indian Food Industry**, v. 18, n. 3, p. 174-177, Mai/June, 1999.

SCANLAN, R. A., LINDSAY, R. C., LIBBEY, L. M. and DAY, E. A. Heat-induced volatile compounds in milk. **Journal of Dairy Science**. V. 51, p. 1001, 1968.

SCHMIDT, D.; CROMIE, S. J.; DOMMETT, T. W. Effect of pasteurization and storage conditions on the shelf life and sensory quality of aseptically packaged milk. **The Australian Journal of Dairy Technology**, May, 1989.

SCHRÖDER, M. J. A.; COUSINS, C.M.; MCKINNON, C.H. Effect of psychrotrophic post-pasteurization contamination on the keeping quality at 11 and 5 °C of HTST-pasteurized milk in the UK. **Journal of Dairy Research**, n. 49, p. 619-630, 1982.

SCHRÖDER, M. J. A.; BLAND, M.A. Post-pasteurization contamination and shelf-life of HTST - pasteurized milk when filled in a Liqui-Pak[®] conventional or Model 820A cartoning machine. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v. 16, n. 2, p. 43-49, April, 1983.

SCHRÖDER, M. J. A.; BLAND, M. A. Effect of pasteurization temperature on keeping quality of whole milk. **Journal of Dairy Research**, n. 51, p. 569-578, 1984.

SHIPE, W. F., BASSETTE, R., DEANE, D. D., DUNKLEY, W. L., HAMMOND, E.G., HARPER, W. J., KLEYN, D. H., MORGAN, M. E., NELSON, J. H., SCANLAN, R. A. Off-flavors in Milk: Nomenclature, standards, and bibliography. **Journal of Dairy Science**, V. 61, n. 7, p. 855-869, 1978.

SIQUEIRA Jr., w.m.; CARELI, R. T.; SALUSTIANO, V. C.; ANDRADE, N. J.; MENDONÇA, R. C. S. Qualidade microbiológica do ar de ambientes de uma indústria de processamento de carnes, avaliada pelas técnicas da sedimentação em placas e impressão em meio sólido. **Higiene Alimentar**, v. 19, n. 135, p. 98-102, set., 2005.

SIZER, C.E.; BALASUBRAMANIAM, V. M. New intervention processes for minimally processed juices. **Food Technology**, v. 53, n.10, p. 64-67, 1999.

SMITHWELL, N.; KAILASAPATHY, K. Psychrotrophic bacteria in pasteurized milk: problems with shelf life. **The Australian Journal of Dairy Technology**, n. 50, p. 28-31, May, 1995.

SOLANO-LOPEZ, C. E.; TAEHYUN JI.; ALVAREZ, V.B. Volatile Compounds and Chemical Changes in Ultra-pasteurized Milk Packaged in Polyethylene Terephthalate Containers. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 6, p. 407-412, 2005.

SOUZA, M. R. **Avaliação da eficiência da pasteurização do leite beneficiado em granjas leiteiras, entrepostos usinas e propriedades rurais do Estado de Minas Gerais**. 1994. 78p. Dissertação (mestrado em inspeção de carnes, leite e derivados) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

SOUZA, M. R.; CERQUEIRA, M. M. O.P.; FONSECA, L. M.; SILVA, T. J. P.; RODRIGUES, R. Avaliação microbiológica e físico-química de leite integral submetido a pasteurização lenta em banho-maria em propriedades rurais do Estado de Minas Gerais. **Anais do XIII Congresso Nacional de Laticínios**. CEPE - ILCT- EPAMIG, 1995.

STAAL, P. Monograph on Pasteurized Milk - IDF and the development of milk pasteurization. **Bulletin of the International Dairy Federation**, n. 200, p.4-6, 1986.

STATGRAPHICS Centurion XV. Versão 15.102. Statpoint, 1982 - 2006.

SUTTON, S. V. W. Neutralizer evaluations as control experiments for antimicrobial efficacy test. In: ASCENZI, J. M. (ED) **Handbook of disinfectants and antiseptics**. New York: Marcel Dekker, Inc., 1996. Chap. 3, p. 43-64.

THE SUCCESS of HDPE in mil packaging. 2001 Disponível em:
<<http://www.poymers.sabic-europe.com/>> Acesso em: 1 jun. 2004.

TROLLER, M.; BUSSE, M. **Sanitation in food processing**. 2nd ed. London: Ed. Academic Press. 1993. 478p.

VASSILA, E.; BADEKA, A.; KONDYLI, E.; SAVVAIDIS, I.; KONTOMINAS, M. G.. Chemical and microbiological changes in fluid milk as affected by packaging conditions. **International Dairy Journal**, n. 12, p. 715-722, 2002.

VATNE, K. B.; CASTBERG, H. B. Processing and packaging aspects of extended shelf life products. **The Australian Journal of Dairy Technology**, Nov, 1991.

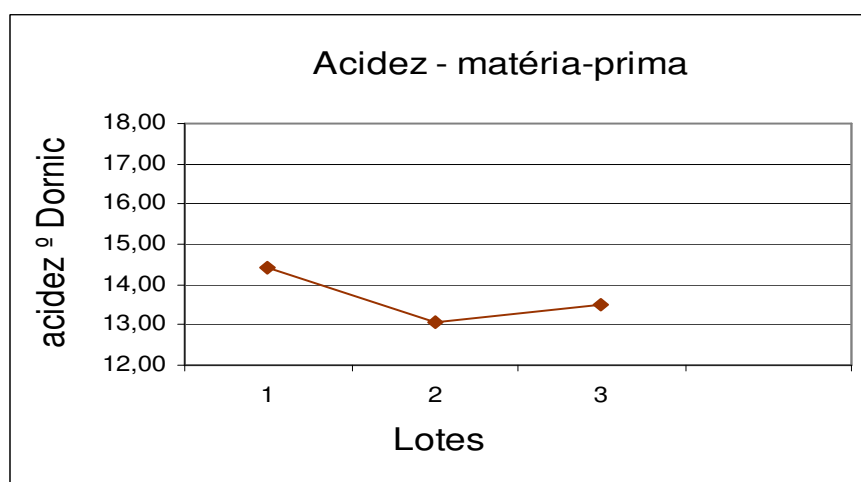
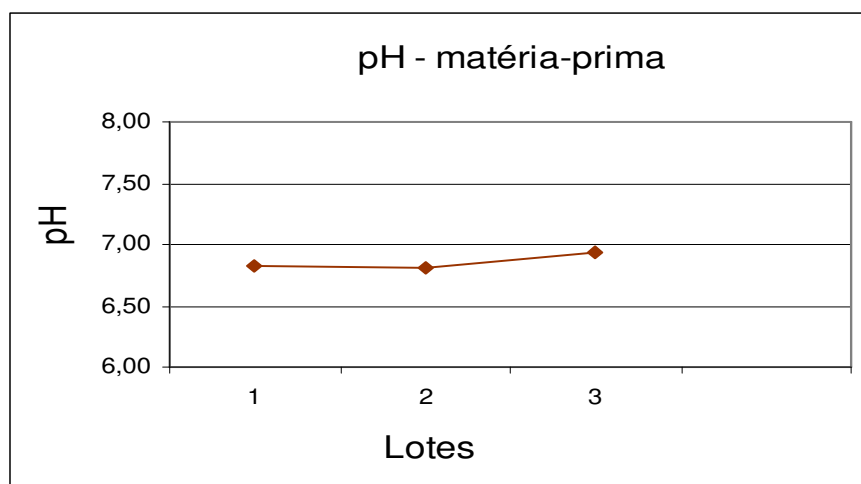
VILLAMIEL, M.; FANDINO, R. L.; CARZO, N.; CASTRO, I. M. OLANO, A. Effects of continuous flow microwave treatment on chemical and microbiological characteristics of milk. **Lebensmittel Untersuch**, n.202, p. 15-18, 1996.

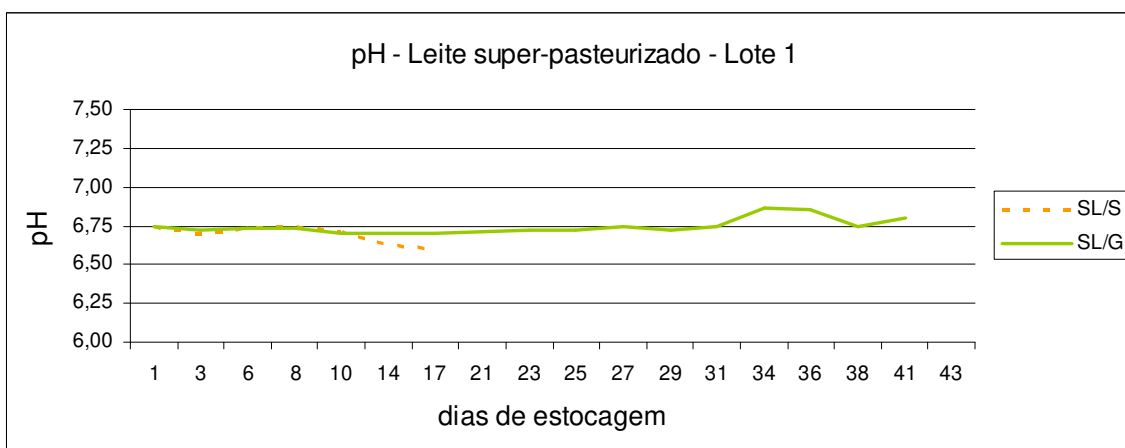
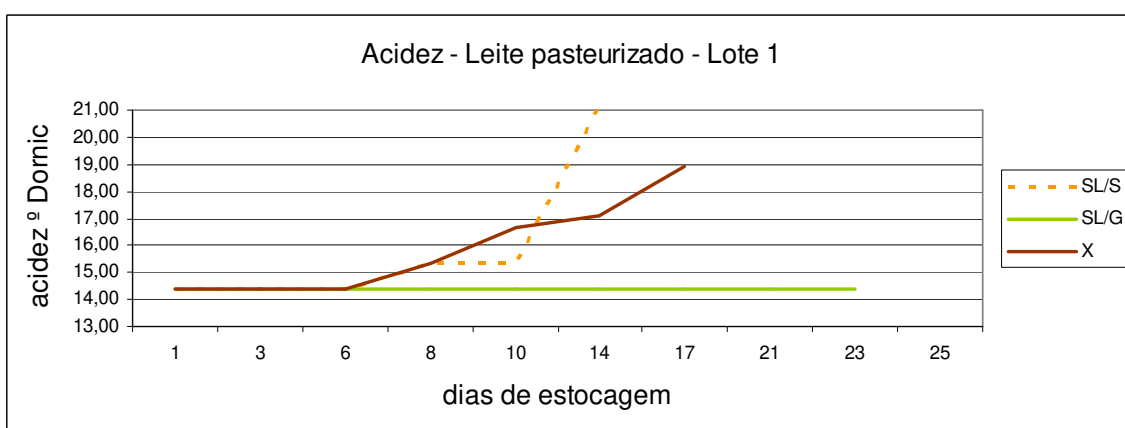
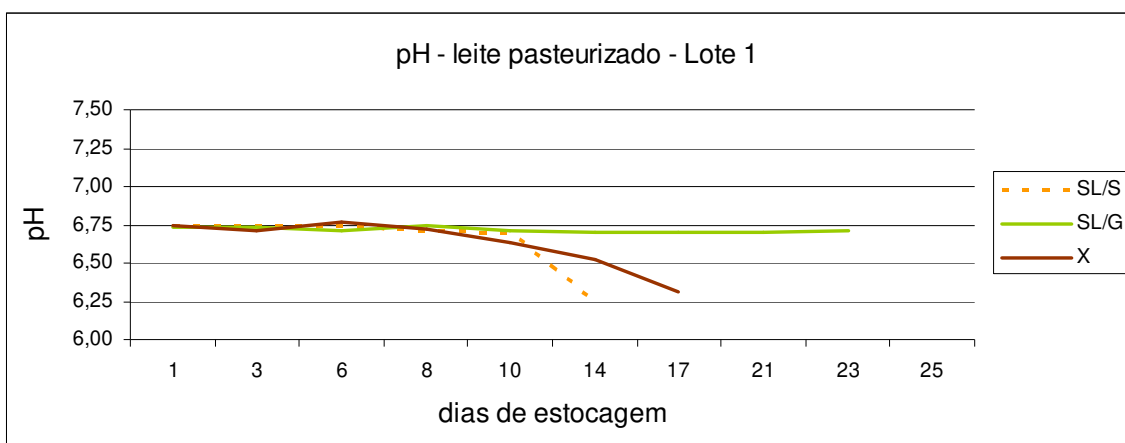
WALSTRA, P. ; GEURTS, T. J. ; NOOMEN, A. ; JELLEMA, A. ; VAN BOEKEL, M. A. J. S. **Ciência de la leche y Tecnología de los Productos Lácteos**. Zaragoza: Acribia, 2001. 730 p.

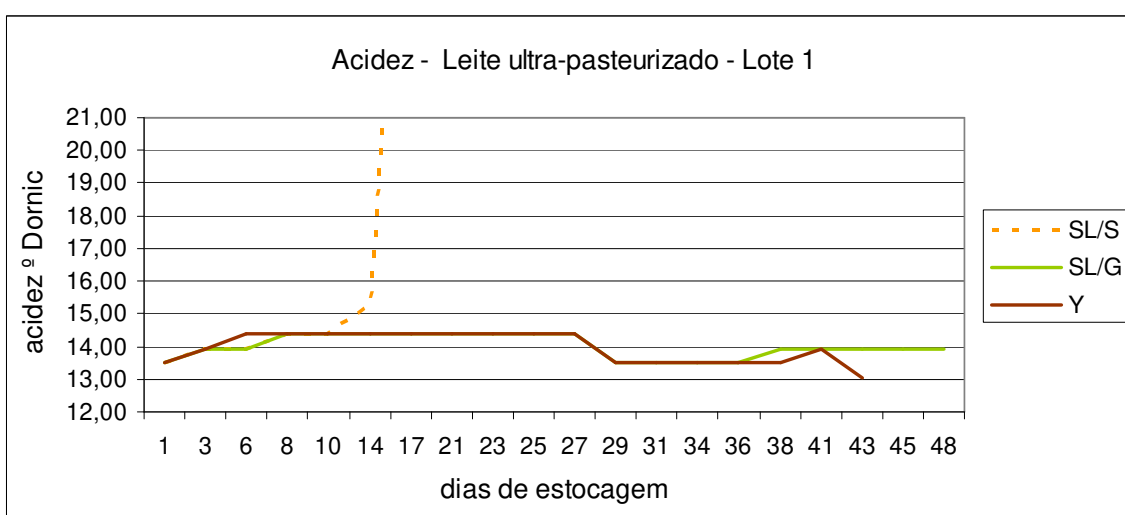
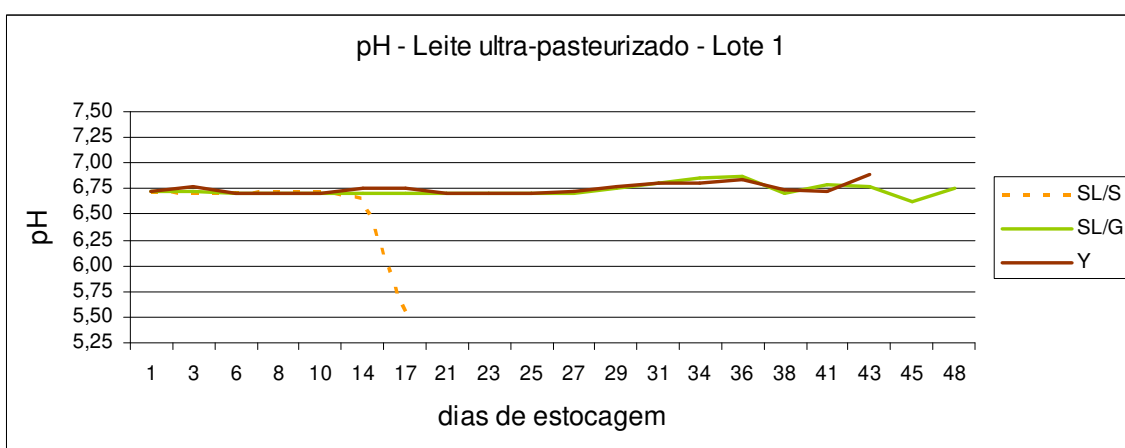
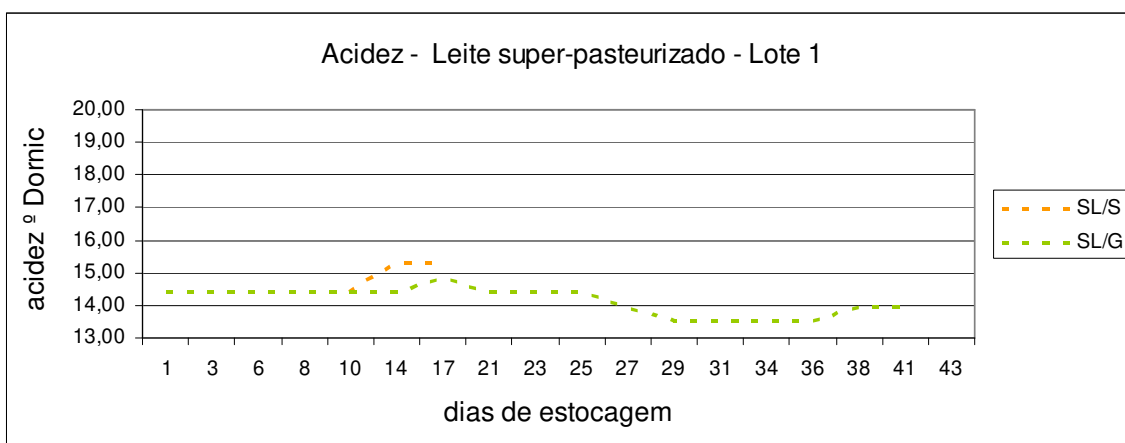
WOLFSON, M. L.; SUMNER, S. S. Antibacterial activity of the lactoperoxidase system: A review. **Journal of Food Protection**, v. 36, n. 10, p. 887-892, october, 1993.

8. ANEXOS

Anexo 1. Caracterização físico-química das matérias-primas.







Lote 2										
pH										
	pasteurizado				super			ultra		
d	SL/S	SL/G	X	d	SL/S	SL/G	d	SL/S	SL/G	Y
1	6,86	6,83	6,86	1	6,80	6,86	1	6,80	6,84	6,80
3	6,80	6,80	6,81	3	6,79	6,82	3	6,83	6,81	6,78
6	6,78	6,75	6,77	6	6,87	6,88	6	6,83	6,85	6,82
8	6,75	6,79	6,78	8	6,75	6,88	8	6,74	6,76	6,75
10	6,81	6,79	6,81	10	6,62	6,81	10	6,70	6,74	6,71
13	6,75	6,78	6,70	13		6,83	13		6,80	6,81
15	6,81	6,90		15		6,88	15		6,86	6,82
17	6,75	6,76		17		6,76	17		6,75	6,75
20		6,75		20		6,72	20		6,77	6,76
22		6,73		22		6,71	22		6,79	6,81
24		6,71		24		6,71	24		6,72	6,68
27		6,63		27		6,70	27		6,72	6,64
29		6,25		29		6,72	29		6,71	6,70
31				31		6,79	31		6,80	6,24
34				34		6,74	34		6,73	
36				36		6,75	36		6,70	
38				38		6,68	38		6,64	
				41		6,74	41		6,74	
				43		6,82	43		6,75	

Lote 2										
Acidez										
	pasteurizado				super			ultra		
d	SL/S	SL/G	X	d	SL/S	SL/G	d	SL/S	SL/G	Y
1	13,05	13,05	13,05	1	13,05	13,05	1	13,05	13,05	13,05
3	13,05	13,05	13,50	3	13,50	13,50	3	13,05	13,05	13,05
6	13,05	13,05	13,05	6	13,05	13,05	6	13,05	13,05	13,05
8	13,50	13,05	13,50	8	13,50	13,50	8	13,05	13,05	13,05
10	13,95	13,95	13,95	10	14,40	13,95	10	13,95	13,50	13,95
13	14,40	13,95	15,75	13		14,40	13		13,50	13,95
15	14,40	13,50		15		13,05	15		14,40	13,95
17	14,40	13,50		17		13,95	17		14,40	13,95
20		14,40		20		13,50	20		14,85	14,85
22		14,85		22		14,40	22		13,95	14,40
24		14,40		24		14,40	24		14,85	14,40
27		18,00		27		15,75	27		13,50	14,85
29		19,80		29		14,85	29		13,95	14,85
31				31		14,85	31		14,40	24,75
34				34		14,85	34		14,40	
36				36		14,40	36		14,40	
38				38		13,95	38		14,85	
				41		14,4	41		14,40	
				43		13,95	43		15,30	

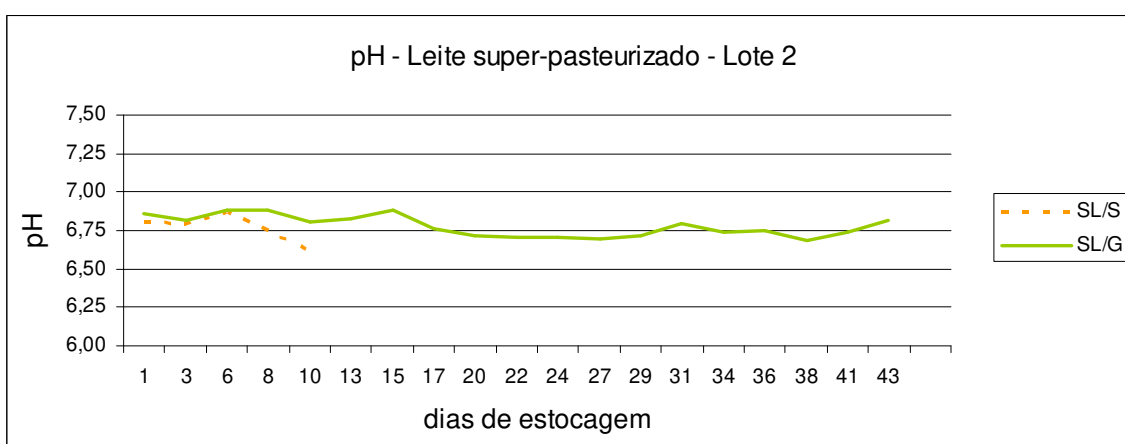
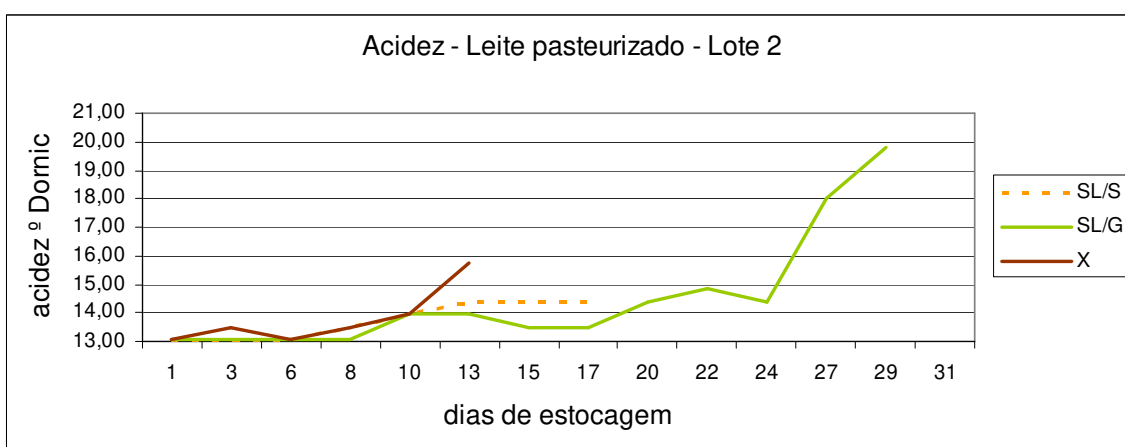
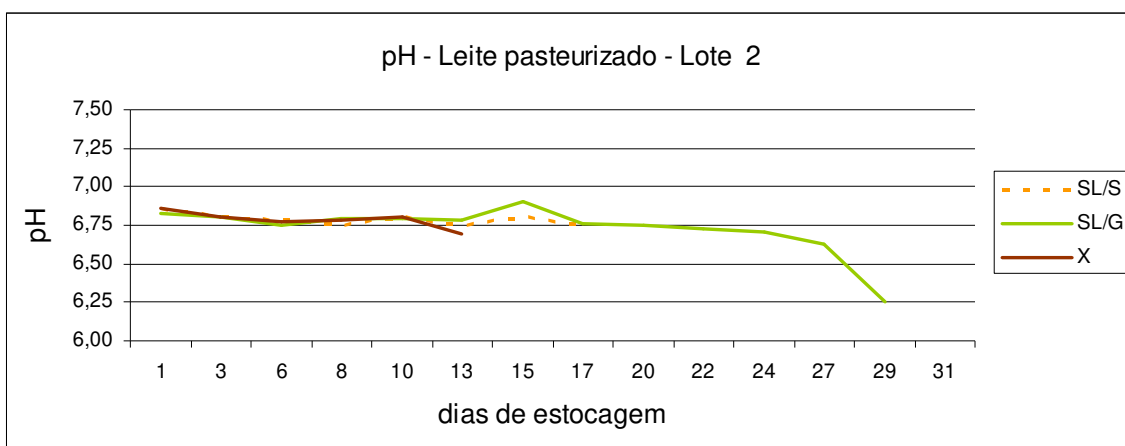
Legenda do anexo 2 - Lote 2

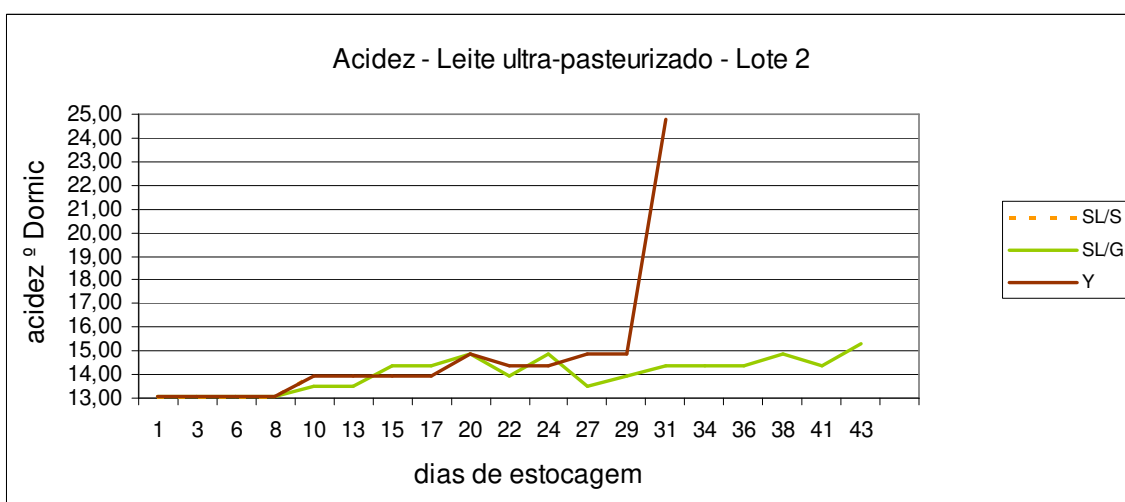
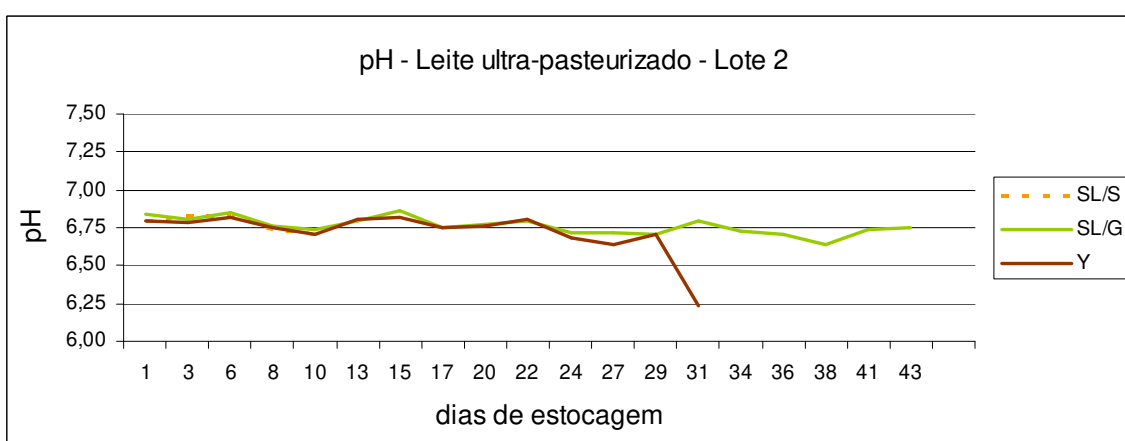
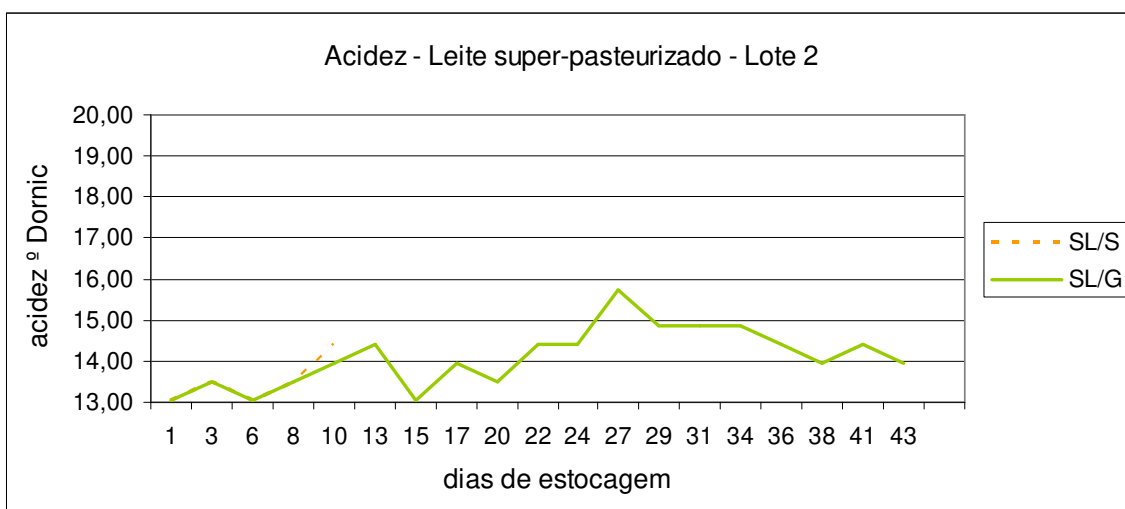
d - Vida-de-prateleira em dias.

SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.

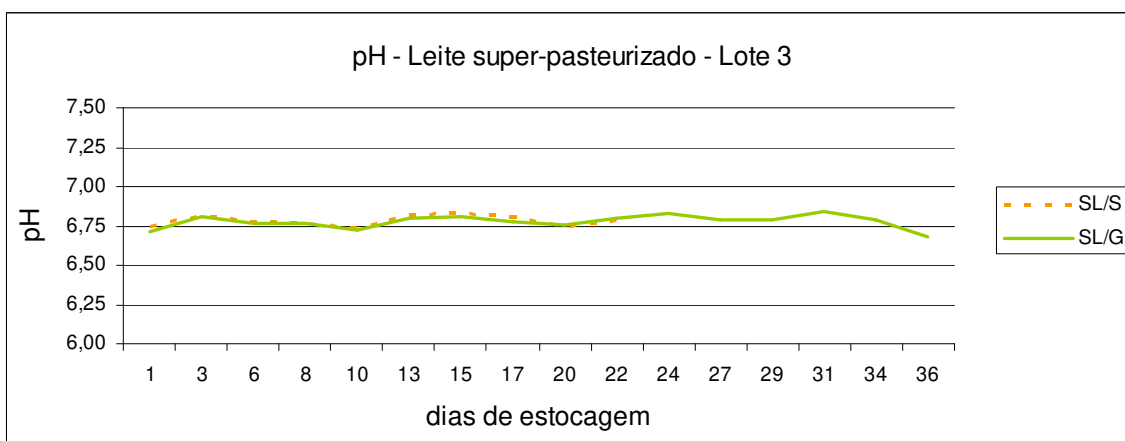
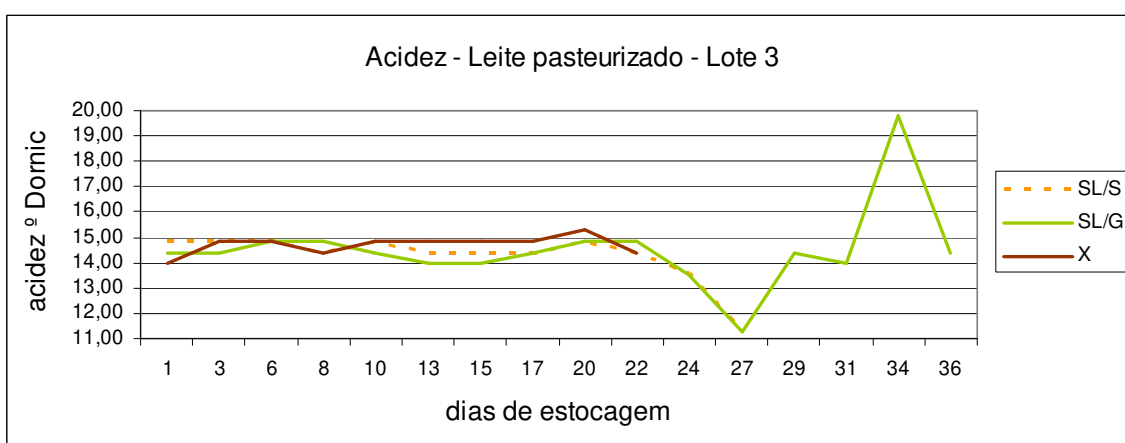
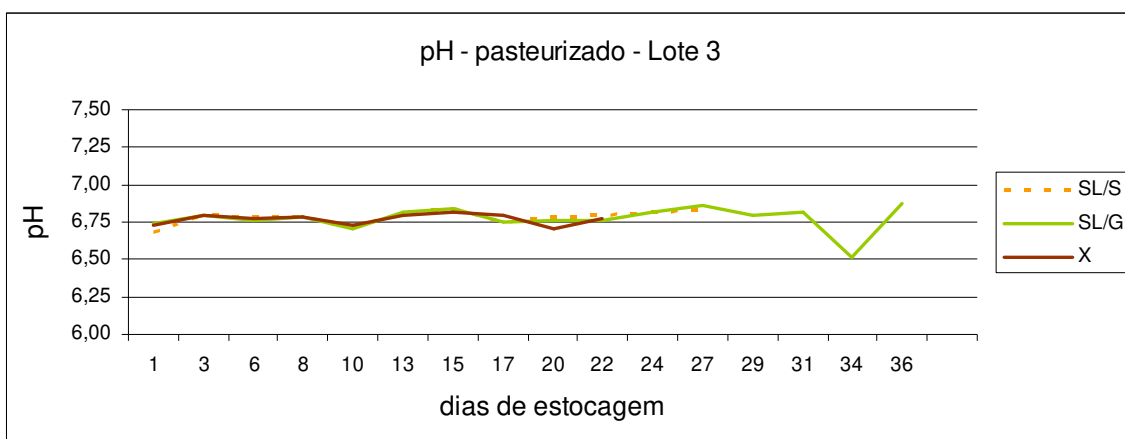
SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.

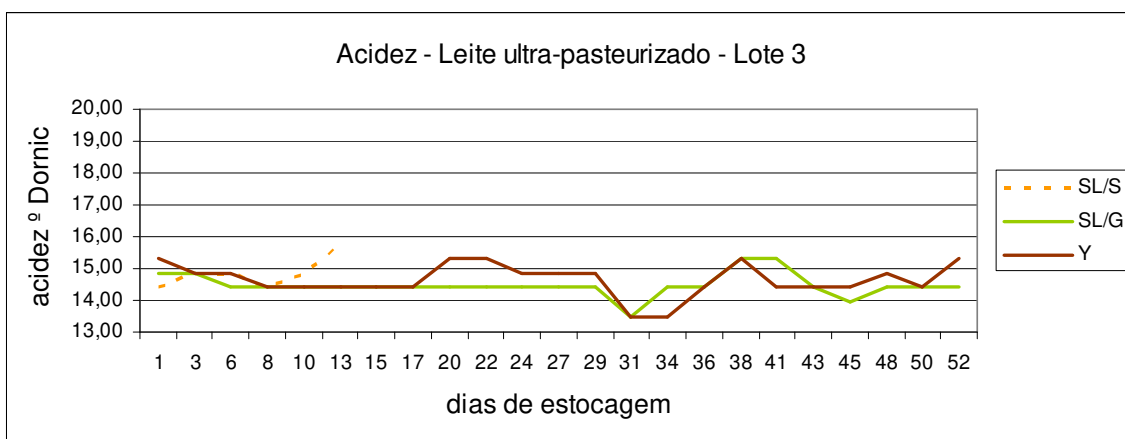
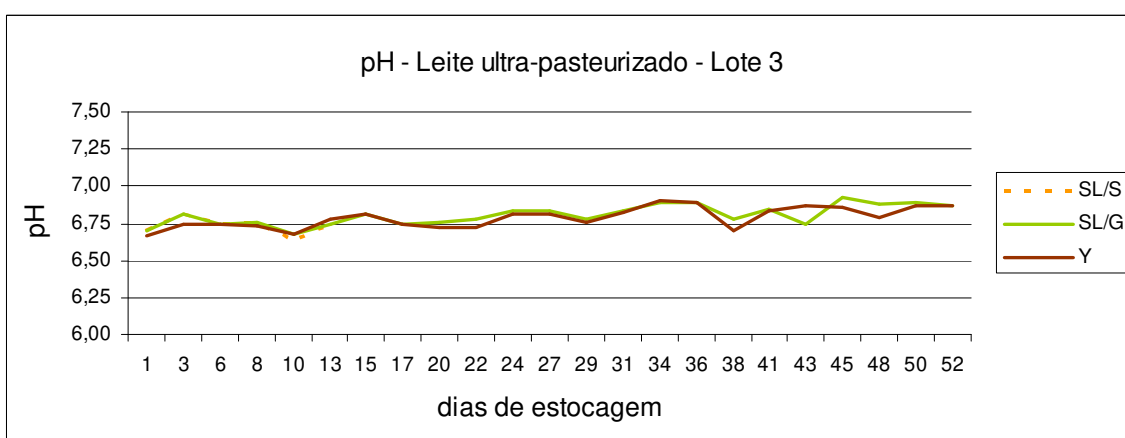
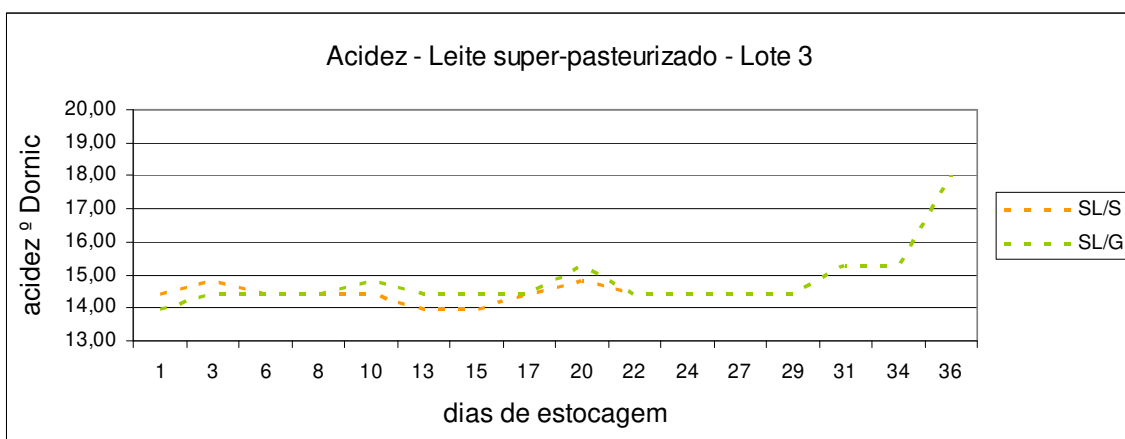
X - embalado em saquinho fora da sala limpa.





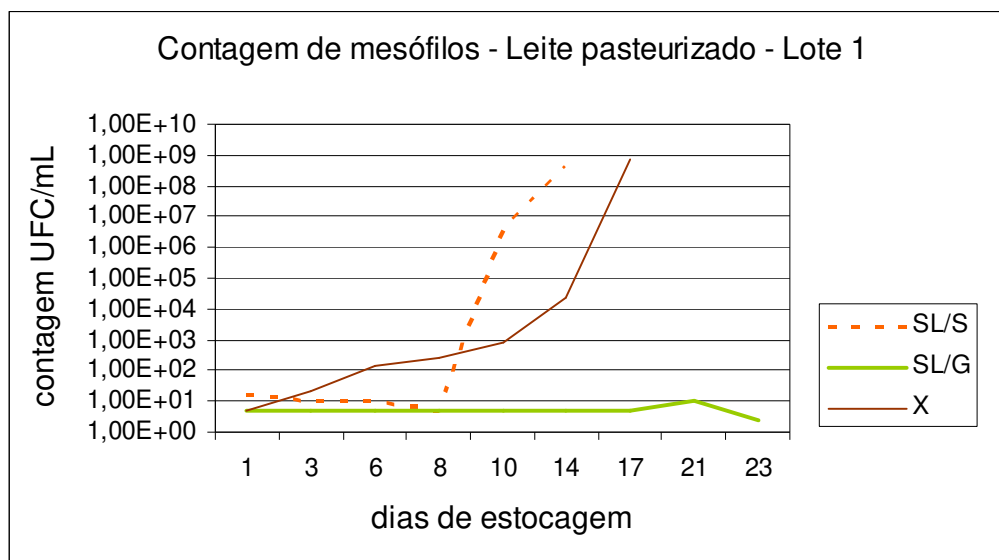
Lote 3										
pH										
	pasteurizado				super			ultra		
d	SL/S	SL/G	X	d	SL/S	SL/G	d	SL/S	SL/G	Y
1	6,68	6,74	6,73	1	6,74	6,71	1	6,70	6,70	6,67
3	6,80	6,80	6,80	3	6,82	6,81	3	6,81	6,81	6,75
6	6,78	6,76	6,77	6	6,78	6,77	6	6,74	6,74	6,74
8	6,78	6,78	6,78	8	6,77	6,77	8	6,76	6,76	6,73
10	6,72	6,71	6,73	10	6,73	6,72	10	6,63	6,68	6,68
13	6,81	6,82	6,80	13	6,82	6,80	13	6,74	6,74	6,78
15	6,84	6,84	6,82	15	6,83	6,81	15		6,81	6,81
17	6,75	6,75	6,80	17	6,81	6,78	17		6,75	6,75
20	6,78	6,76	6,71	20	6,74	6,76	20		6,76	6,72
22	6,80	6,76	6,77	22	6,79	6,8	22		6,78	6,72
24	6,82	6,82		24		6,83	24		6,83	6,81
27	6,83	6,86		27		6,79	27		6,84	6,81
29		6,8		29		6,79	29		6,78	6,76
31		6,82		31		6,84	31		6,83	6,82
34		6,52		34		6,79	34		6,89	6,90
36		6,87		36		6,68	36		6,89	6,89
							38		6,78	6,7
							41		6,85	6,84
							43		6,75	6,87
							45		6,92	6,86
							48		6,88	6,79
							50		6,89	6,87
							52		6,87	6,87
Lote 3										
Acidez										
	pasteurizado				super			ultra		
d	SL/S	SL/G	X	d	SL/S	SL/G	d	SL/S	SL/G	Y
1	14,85	14,40	13,95	1	14,40	13,95	1	14,40	14,85	15,30
3	14,85	14,40	14,85	3	14,85	14,40	3	14,85	14,85	14,85
6	14,85	14,85	14,85	6	14,40	14,40	6	14,85	14,40	14,85
8	14,40	14,85	14,40	8	14,40	14,40	8	14,40	14,40	14,40
10	14,85	14,40	14,85	10	14,40	14,85	10	14,85	14,40	14,40
13	14,40	13,95	14,85	13	13,95	14,40	13	15,75	14,40	14,40
15	14,40	13,95	14,85	15	13,95	14,40	15		14,40	14,40
17	14,40	14,40	14,85	17	14,4	14,40	17		14,40	14,40
20	14,85	14,85	15,30	20	14,85	15,30	20		14,40	15,30
22	14,40	14,85	14,40	22	14,40	14,40	22		14,40	15,30
24	13,55	13,50		24		14,40	24		14,40	14,85
27	11,25	11,25		27		14,40	27		14,40	14,85
29		14,4		29		14,40	29		14,40	14,85
31		13,95		31		15,30	31		13,50	13,50
34		19,80		34		15,30	34		14,40	13,50
36		14,40		36		18,00	36		14,40	14,40
							38		15,30	15,30
							41		15,30	14,40
							43		14,40	14,40
							45		13,95	14,40
							48		14,40	14,85
							50		14,40	14,40
							52		14,40	15,30
Legenda do anexo 2 - Lote 3										
d - Vida-de-prateleira em dias.										
SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.										
SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.										
X - embalado em saquinho fora da sala limpa.										



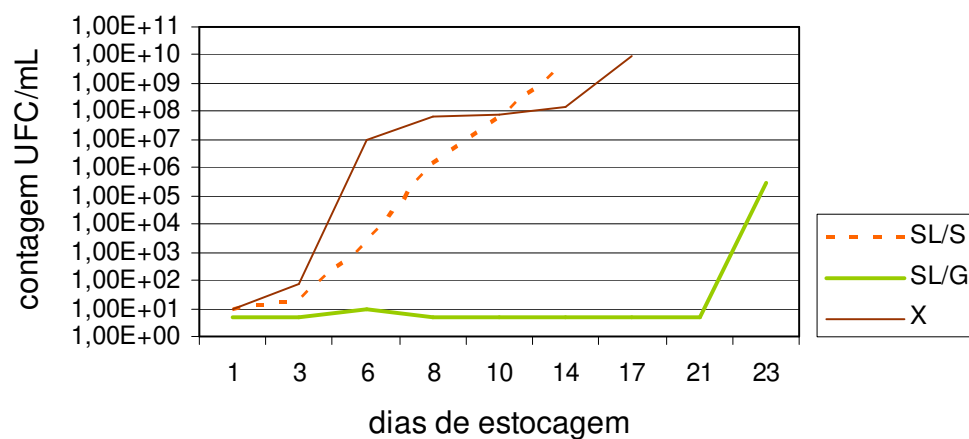


Anexo 3. Contagens de mesófilos e psicrotróficos das amostras de leite pasteurizado, super-pasteurizado e ultra-pasteurizado ao longo da vida-de-prateleira nos 3 lotes.

Leite pasteurizado - Lote 1							
Contagem de mesófilos (UFC/mL)				Contagem de psicrotróficos (UFC/mL)			
dias	SL/S	SL/G	X	dias	SL/S	SL/G	X
1	1,50E+01	5,00E+00	5,00E+00	1	1,00E+01	5,00E+00	1,00E+01
3	1,00E+01	5,00E+00	2,00E+01	3	2,00E+01	5,00E+00	7,00E+01
6	1,00E+01	5,00E+00	1,50E+02	6	2,11E+03	1,00E+01	1,04E+07
8	5,00E+00	5,00E+00	2,65E+02	8	1,48E+06	5,00E+00	6,82E+07
10	3,96E+06	5,00E+00	7,85E+02	10	6,66E+07	5,00E+00	7,32E+07
14	4,16E+08	5,00E+00	2,24E+04	14	5,11E+09	5,00E+00	1,50E+08
17		5,00E+00	7,37E+08	17		5,00E+00	8,67E+09
21		1,00E+01		21		5,00E+00	
23		2,50E+00		23		2,82E+05	
dias - vida-de-prateleira							
SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.							
SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.							
X - embalado em saquinho fora da sala limpa.							

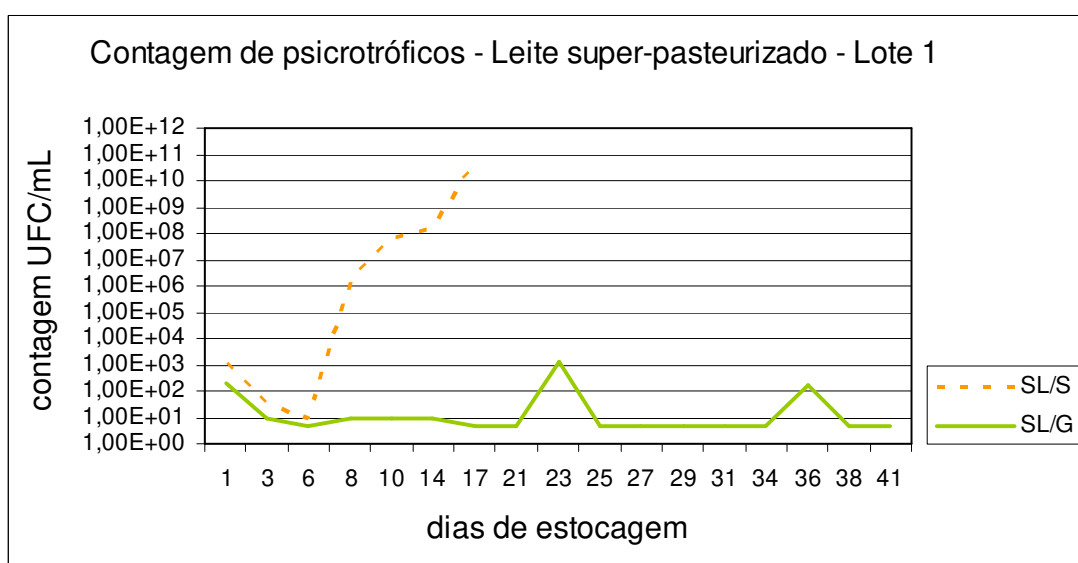
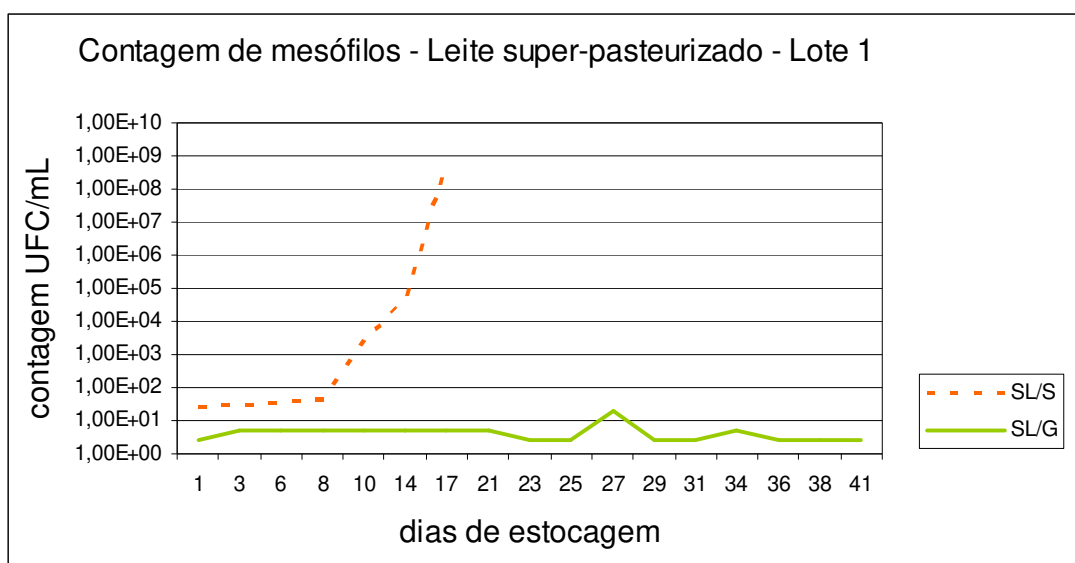


Contagem de psicrotróficos - Leite pasteurizado - Lote 1

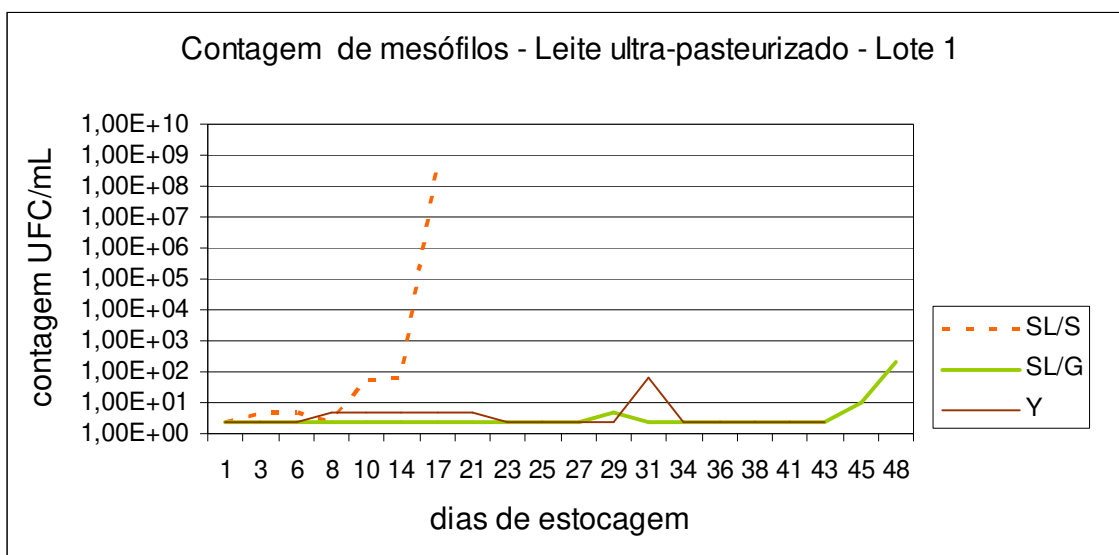


Leite super-pasteurizado - Lote 1

Leite super-pasteurizado - Lote 1					
Contagem de mesófilos (UFC/mL)			Contagem de psicrotróficos (UFC/mL)		
	SL/S	SL/G		SL/S	SL/G
1	2,50E+01	2,50E+00	1	1,08E+03	2,00E+02
3	3,00E+01	5,00E+00	3	3,00E+01	1,00E+01
6	3,50E+01	5,00E+00	6	1,00E+01	5,00E+00
8	4,50E+01	5,00E+00	8	1,76E+06	1,00E+01
10	2,69E+03	5,00E+00	10	6,50E+07	1,00E+01
14	4,05E+04	5,00E+00	14	1,60E+08	1,00E+01
17	5,65E+08	5,00E+00	17	4,97E+10	5,00E+00
21		5,00E+00	21		5,00E+00
23		2,50E+00	23		1,35E+03
25		2,50E+00	25		5,00E+00
27		2,00E+01	27		5,00E+00
29		2,50E+00	29		5,00E+00
31		2,50E+00	31		5,00E+00
34		5,00E+00	34		5,00E+00
36		2,50E+00	36		1,70E+02
38		2,50E+00	38		5,00E+00
41		2,50E+00	41		5,00E+00
dias - vida-de-prateleira					
SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.					
SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.					



Leite ultra-pasteurizado - Lote 1								
Contagem de mesófilos (UFC/mL)				Contagem de psicrotóxicos (UFC/mL)				
dias	SL/S	SL/G	Y	dias	SL/S	SL/G	Y	
1	2,50E+00	2,50E+00	2,50E+00	1	5,00E+00	5,00E+00	5,00E+00	
3	5,00E+00	2,50E+00	2,50E+00	3	5,00E+00	5,00E+00	5,00E+00	
6	5,00E+00	2,50E+00	2,50E+00	6	5,00E+00	5,00E+00	5,00E+00	
8	2,50E+00	2,50E+00	5,00E+00	8	3,00E+01	5,00E+00	5,00E+00	
10	5,50E+01	2,50E+00	5,00E+00	10	5,00E+00	5,00E+00	5,00E+00	
14	6,50E+01	2,50E+00	5,00E+00	14	5,00E+00	5,00E+00	5,00E+00	
17	8,16E+08	2,50E+00	5,00E+00	17	4,02E+09	5,00E+00	5,00E+00	
21		2,50E+00	5,00E+00	21		5,00E+00	8,00E+02	
23		2,50E+00	2,50E+00	23		5,00E+00	5,00E+00	
25		2,50E+00	2,50E+00	25		5,00E+00	5,00E+00	
27		2,50E+00	2,50E+00	27		5,00E+00	5,00E+00	
29		5,00E+00	2,50E+00	29		5,00E+00	5,00E+00	
31		2,50E+00	6,50E+01	31		1,00E+01	1,00E+01	
34		2,50E+00	2,50E+00	34		5,00E+00	5,00E+00	
36		2,50E+00	2,50E+00	36		5,00E+00	1,00E+02	
38		2,50E+00	2,50E+00	38		5,00E+00	4,00E+01	
41		2,50E+00	2,50E+00	41		5,00E+00	2,30E+02	
43		2,50E+00	2,50E+00	43		1,00E+01	1,20E+02	
45		1,00E+01		45		1,00E+01		
48		1,95E+02		48		5,00E+00		
dias - vida-de-prateleira								
SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.								
SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.								
Y - embalado dentro da sala limpa em garrafa não sanitizada.								



Leite pasteurizado - Lote 2							
Contagem de mesófilos (UFC/mL)				Contagem de psicrotóxicos (UFC/mL)			
dias	SL/S	SL/G	X	dias	SL/S	SL/G	X
1	2,00E+01	1,50E+01	5,50E+01	1	5,00E+00	5,00E+00	5,00E+00
3	1,65E+02	1,50E+02	6,00E+01	3	5,00E+00	5,00E+00	5,00E+00
6	1,40E+02	3,00E+01	1,30E+02	6	5,00E+00	2,00E+01	6,00E+01
8	1,70E+02	1,00E+01	3,95E+02	8	1,28E+03	5,00E+00	1,00E+02
10	1,70E+04	7,00E+01	2,55E+03	10	3,05E+06	1,90E+02	3,40E+02
13	9,00E+04	6,00E+01	6,16E+08	13	5,60E+08	3,60E+02	1,21E+09
15	6,00E+05	1,90E+02		15	8,80E+08	1,25E+05	
17	9,20E+06	2,80E+04		17	6,15E+07	2,60E+04	
20		1,50E+06		20		1,78E+06	
22		2,42E+07		22		1,64E+07	
24				24			
27		7,85E+05		27		1,34E+08	

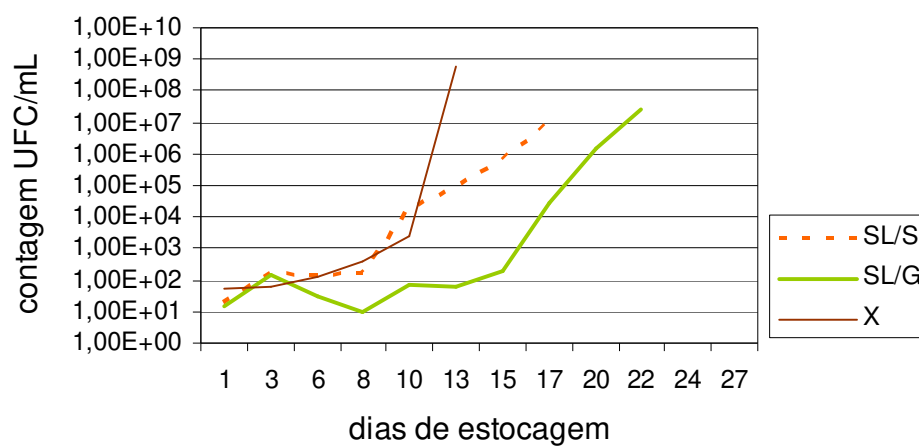
dias - vida-de-prateleira

SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.

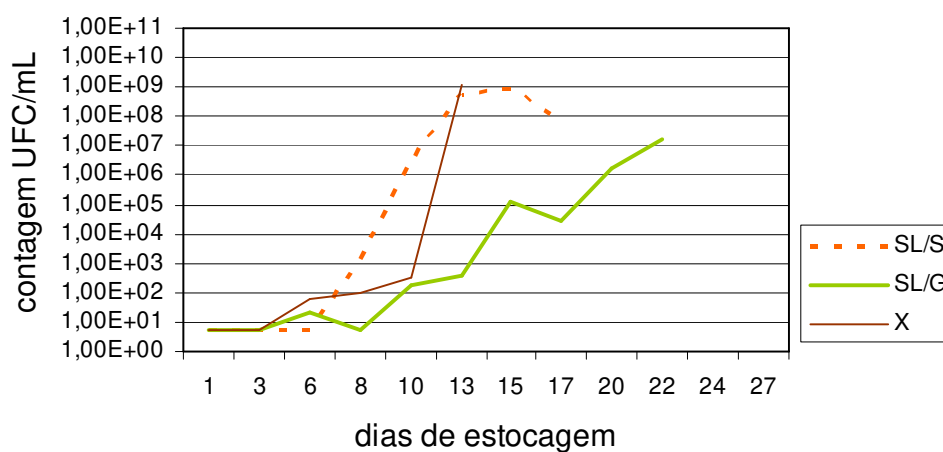
SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.

X - embalado em saquinho fora da sala limpa.

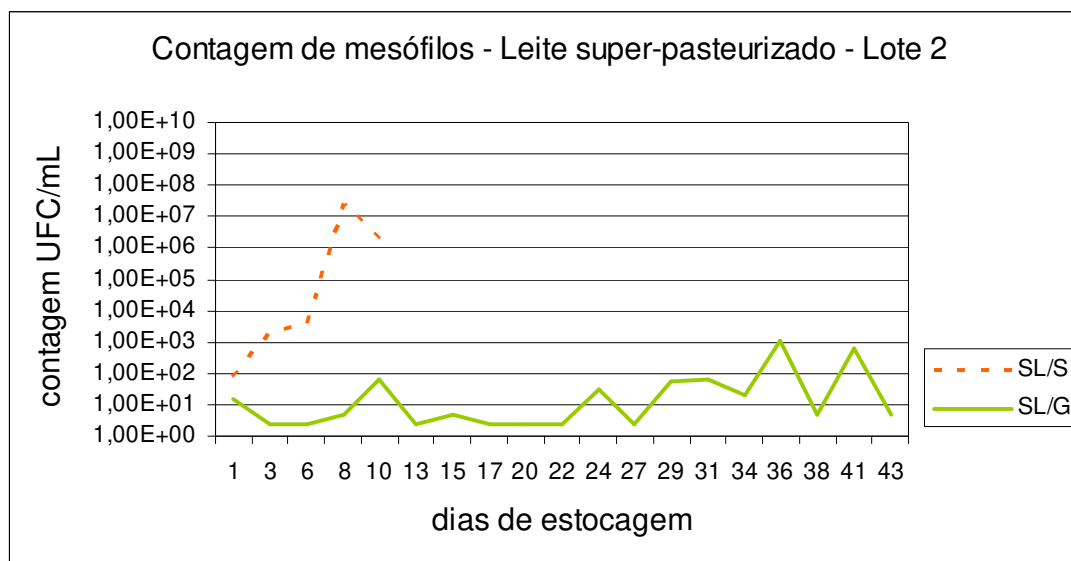
Contagem de mesófilos - Leite pasteurizado - Lote 2

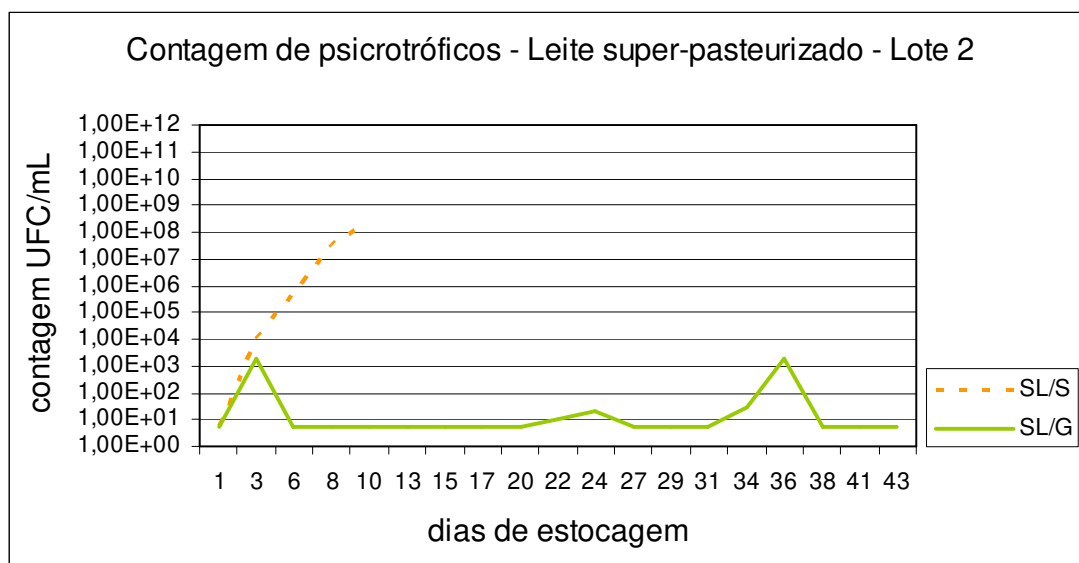


Contagem de psicrótópicos - Leite pasteurizado - Lote 2



Leite super-pasteurizado - Lote 2					
Contagem de mesófilos (UFC/mL)			Contagem de psicotróficos (UFC/mL)		
dias	SL/S	SL/G	dias	SL/S	SL/G
1	7,50E+01	1,50E+01	1	5,00E+00	5,00E+00
3	1,88E+03	2,50E+00	3	9,23E+03	1,73E+03
6	4,25E+03	2,50E+00	6	4,75E+05	5,00E+00
8	2,33E+07	5,00E+00	8	3,10E+07	5,00E+00
10	1,76E+06	6,00E+01	10	2,59E+08	5,00E+00
13		2,50E+00	13		5,00E+00
15		5,00E+00	15		5,00E+00
17		2,50E+00	17		5,00E+00
20		2,50E+00	20		5,00E+00
22		2,50E+00	22		1,00E+01
24		3,00E+01	24		2,00E+01
27		2,50E+00	27		5,00E+00
29		5,50E+01	29		5,00E+00
31		6,00E+01	31		5,00E+00
34		2,00E+01	34		3,00E+01
36		1,11E+03	36		1,78E+03
38		5,00E+00	38		5,00E+00
41		5,90E+02	41		5,00E+00
43		5,00E+00	43		5,00E+00
dias - vida-de-prateleira					
SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.					
SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.					





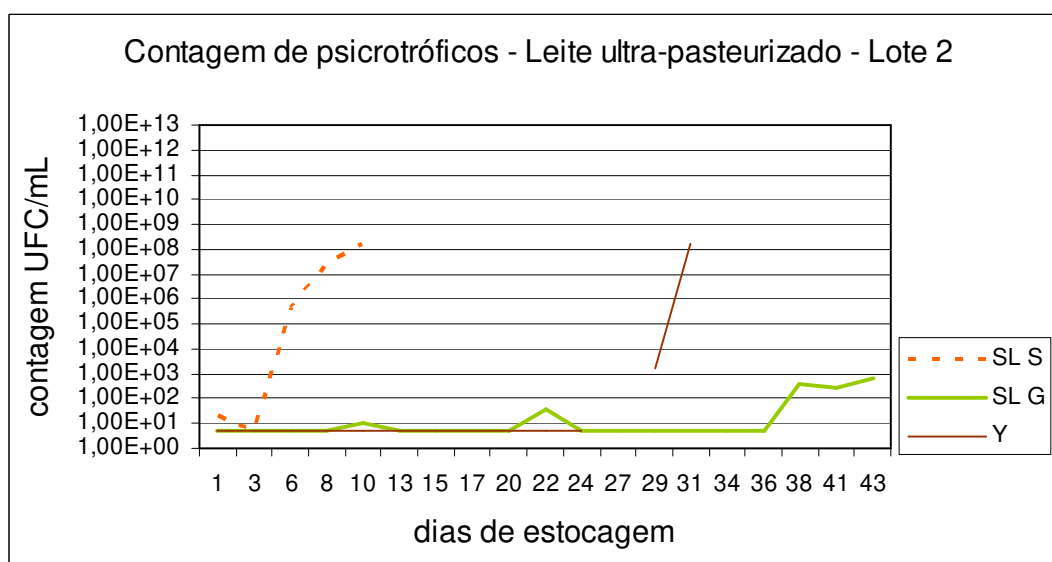
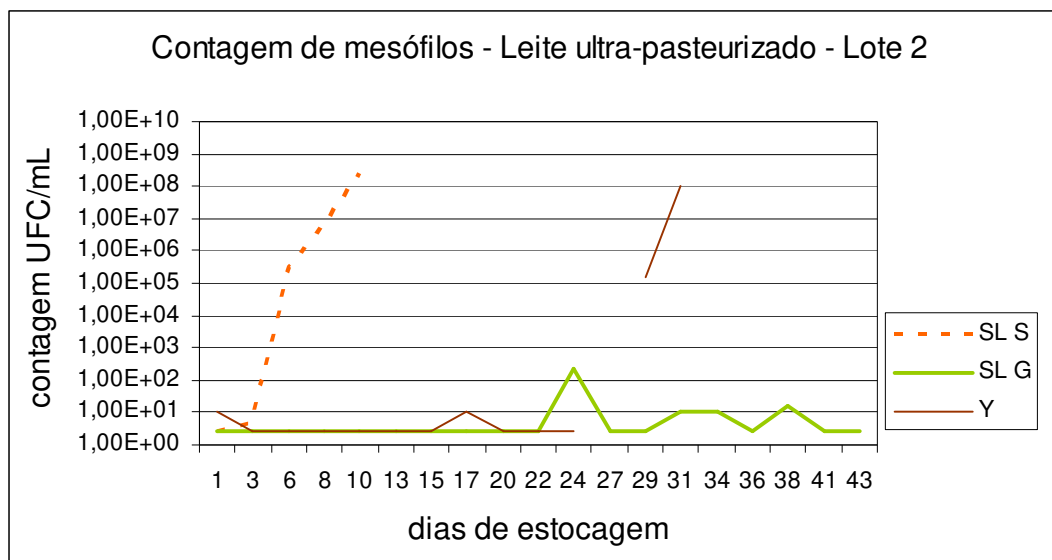
Leite ultra-pasteurizado - Lote 2							
Contagem de mesófilos (UFC/mL)				Contagem de psicrotróficos (UFC/mL)			
dias	SL S	SL G	Y	dias	SL S	SL G	Y
1	2,50E+00	2,50E+00	1,00E+01	1	2,00E+01	5,00E+00	5,00E+00
3	5,00E+00	2,50E+00	2,50E+00	3	5,00E+00	5,00E+00	5,00E+00
6	3,09E+05	2,50E+00	2,50E+00	6	4,70E+05	5,00E+00	5,00E+00
8	6,25E+06	2,50E+00	2,50E+00	8	2,45E+07	5,00E+00	5,00E+00
10	2,48E+08	2,50E+00	2,50E+00	10	1,65E+08	1,00E+01	5,00E+00
13		2,50E+00	2,50E+00	13		5,00E+00	5,00E+00
15		2,50E+00	2,50E+00	15		5,00E+00	5,00E+00
17		2,50E+00	1,00E+01	17		5,00E+00	5,00E+00
20		2,50E+00	2,50E+00	20		5,00E+00	5,00E+00
22		2,50E+00	2,50E+00	22		4,00E+01	5,00E+00
24		2,20E+02	2,50E+00	24		5,00E+00	5,00E+00
27		2,50E+00		27		5,00E+00	
29		2,50E+00	1,50E+05	29		5,00E+00	1,69E+03
31		1,00E+01	9,75E+07	31		5,00E+00	1,62E+08
34		1,00E+01		34		5,00E+00	
36		2,50E+00		36		5,00E+00	
38		1,50E+01		38		4,20E+02	
41		2,50E+00		41		2,60E+02	
43		2,50E+00		43		7,10E+02	

dias - vida-de-prateleira

SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.

SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.

Y - embalado dentro da sala limpa em garrafa não sanitizada.



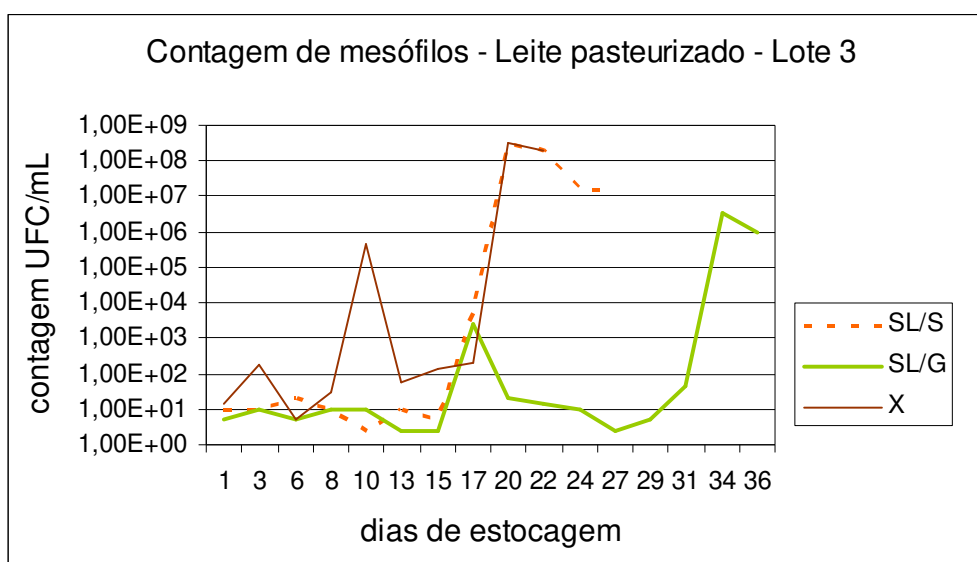
Leite pasteurizado - Lote 3								
Contagem de mesófilos (UFC/mL)				Contagem de psicrotróficos (UFC/mL)				
dias	SL/S	SL/G	X	dias	SL/S	SL/G	X	
1	1,00E+01	5,00E+00	1,50E+01	1	5,00E+00	5,00E+00	5,00E+00	
3	1,00E+01	1,00E+01	1,80E+02	3	5,00E+00	5,00E+00	2,00E+01	
6	2,00E+01	5,00E+00	5,00E+00	6	2,00E+01	1,00E+01	5,00E+00	
8	1,00E+01	1,00E+01	3,00E+01	8	1,00E+01	5,00E+00	2,00E+01	
10	2,50E+00	1,00E+01	4,70E+05	10	5,00E+00	5,00E+00	5,40E+05	
13	1,00E+01	2,50E+00	5,50E+01	13	5,00E+00	5,00E+00	1,81E+03	
15	5,00E+00	2,50E+00	1,45E+02	15	2,39E+03	5,00E+00	1,78E+05	
17	5,10E+03	2,40E+03	1,90E+02	17	9,73E+03	1,46E+03	1,24E+06	
20	3,28E+08	2,00E+01	3,28E+08	20	1,00E+01	2,93E+03	4,94E+09	
22	2,05E+08	1,50E+01	2,05E+08	22	3,90E+06	1,56E+03	5,60E+08	
24	1,51E+07	1,00E+01		24	4,40E+05	5,00E+00		
27	1,51E+07	2,50E+00		27	1,27E+07	5,00E+00		
29		5,00E+00		29		1,00E+01		
31		4,50E+01		31		4,00E+01		
34		3,54E+06		31		2,95E+07		
36		9,65E+05		31		1,75E+07		

dias - vida-de-prateleira

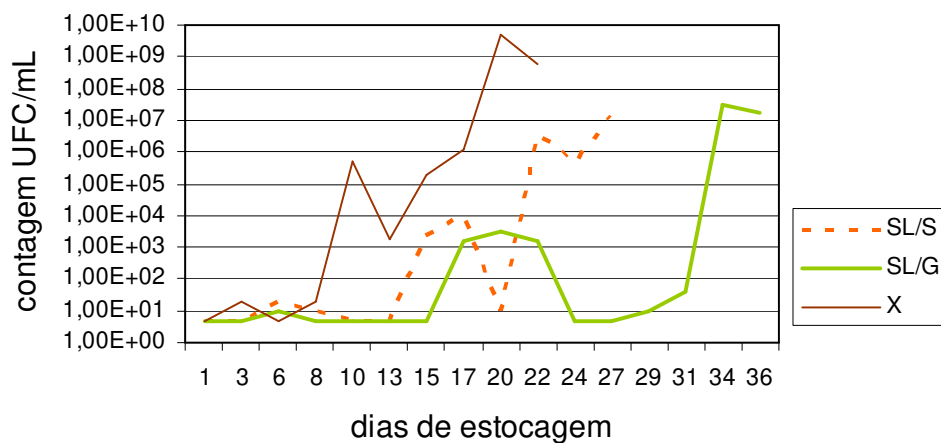
SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.

SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.

X - embalado em saquinho fora da sala limpa.



Contagem de psicrotróficos - Leite pasteurizado - Lote 3



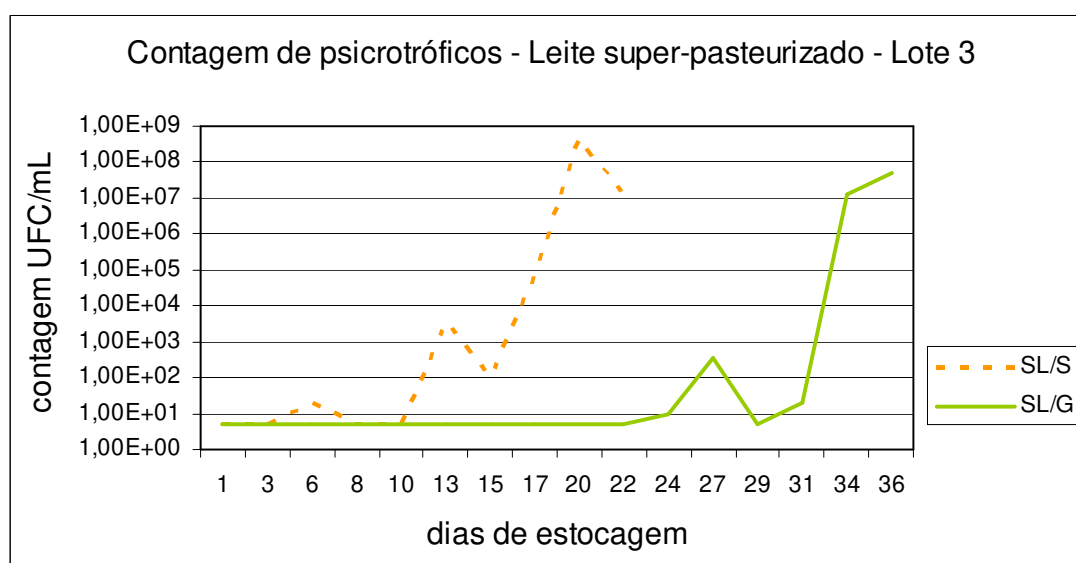
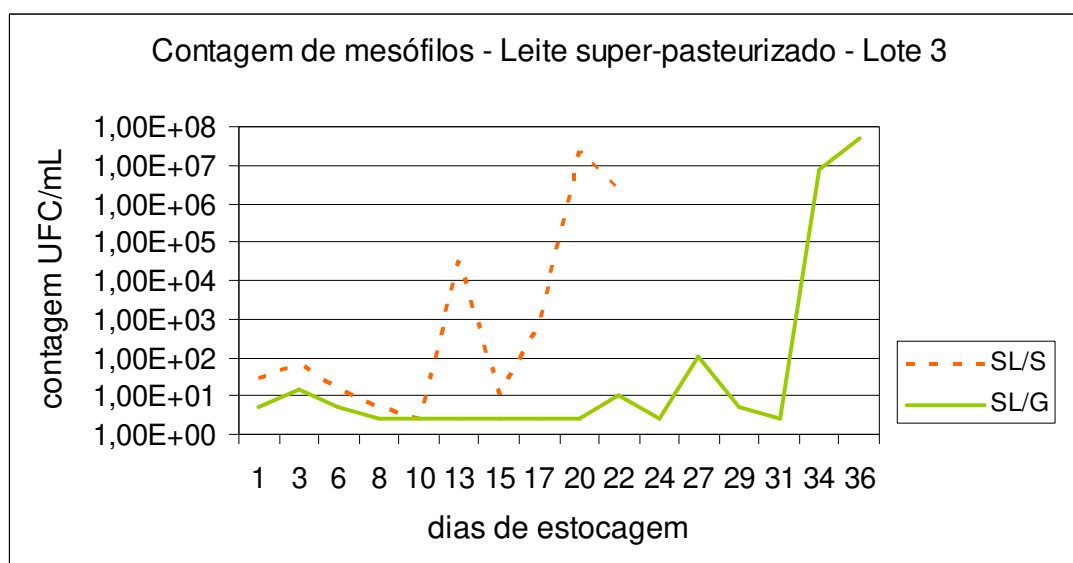
Leite super-pasteurizado - Lote 3

Contagem de mesófilos (UFC/mL)			Contagem de psicrotróficos (UFC/mL)		
dias	SL/S	SL/G	dias	SL/S	SL/G
1	3,00E+01	5,00E+00	1	5,00E+00	5,00E+00
3	6,50E+01	1,50E+01	3	5,00E+00	5,00E+00
6	1,50E+01	5,00E+00	6	2,00E+01	5,00E+00
8	5,00E+00	2,50E+00	8	5,00E+00	5,00E+00
10	2,50E+00	2,50E+00	10	5,00E+00	5,00E+00
13	3,37E+04	2,50E+00	13	3,46E+03	5,00E+00
15	1,00E+01	2,50E+00	15	1,00E+02	5,00E+00
17	6,90E+02	2,50E+00	17	8,15E+04	5,00E+00
20	2,10E+07	2,50E+00	20	4,09E+08	5,00E+00
22	2,03E+06	1,00E+01	22	1,28E+07	5,00E+00
24		2,50E+00	24		1,00E+01
27		1,05E+02	27		3,60E+02
29		5,00E+00	29		5,00E+00
31		2,50E+00	31		2,00E+01
34		7,70E+06	34		1,20E+07
36		5,15E+07	36		4,90E+07

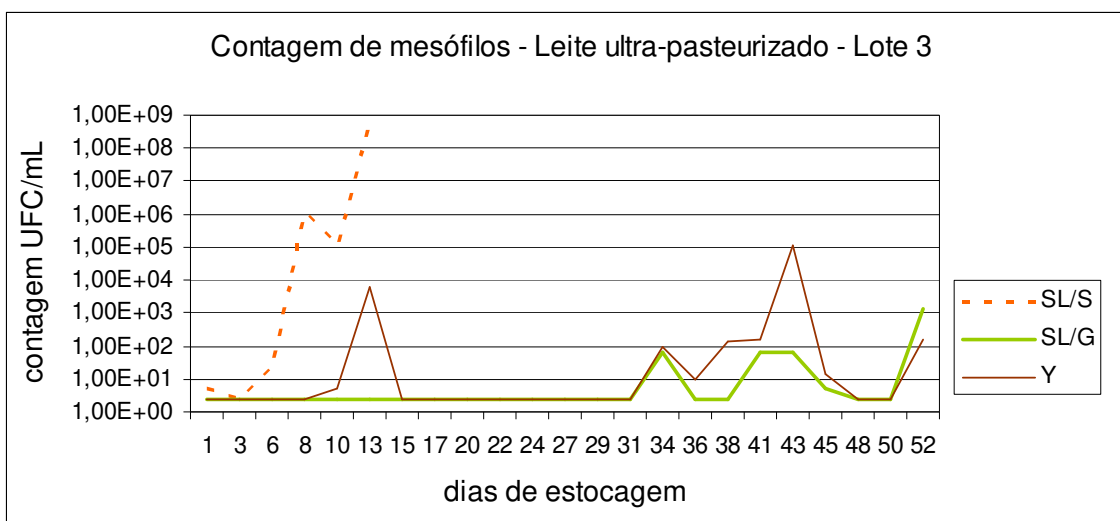
dias - vida-de-prateleira

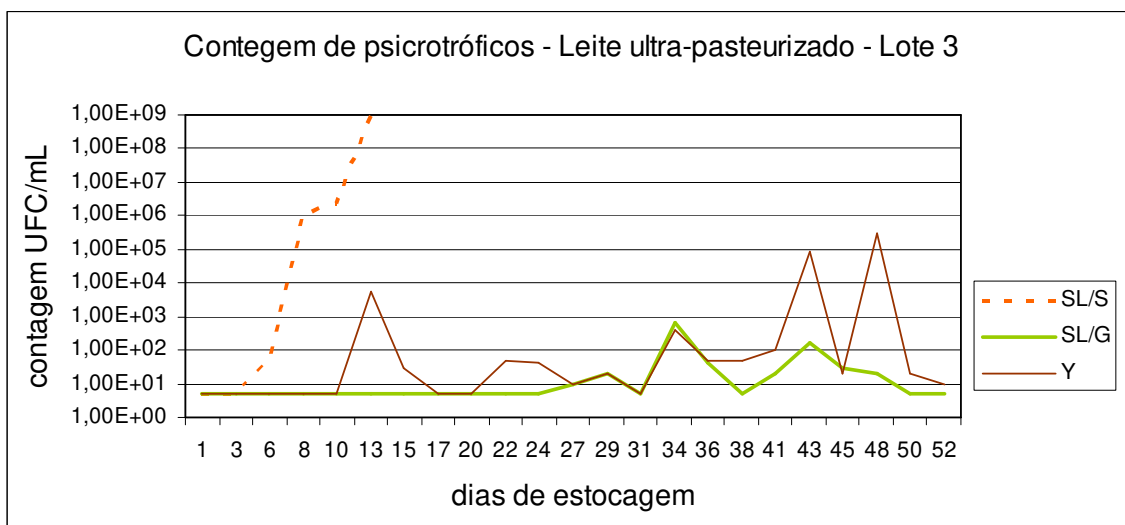
SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.

SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.



Leite ultra-pasteurizado - Lote 3							
Contagem de mesófilos (UFC/mL)				Contagem de psicrotróficos (UFC/mL)			
dias	SL/S	SL/G	Y	dias	SL/S	SL/G	Y
1	5,00E+00	2,50E+00	2,50E+00	1	5,00E+00	5,00E+00	5,00E+00
3	2,50E+00	2,50E+00	2,50E+00	3	5,00E+00	5,00E+00	5,00E+00
6	2,00E+01	2,50E+00	2,50E+00	6	5,00E+01	5,00E+00	5,00E+00
8	1,04E+06	2,50E+00	2,50E+00	8	1,21E+06	5,00E+00	5,00E+00
10	1,07E+05	2,50E+00	5,00E+00	10	2,11E+06	5,00E+00	5,00E+00
13	5,61E+08	2,50E+00	5,90E+03	13	9,85E+08	5,00E+00	5,51E+03
15		2,50E+00	2,50E+00	15		5,00E+00	3,00E+01
17		2,50E+00	2,50E+00	17		5,00E+00	5,00E+00
20		2,50E+00	2,50E+00	20		5,00E+00	5,00E+00
22		2,50E+00	2,50E+00	22		5,00E+00	5,00E+01
24		2,50E+00	2,50E+00	24		5,00E+00	4,00E+01
27		2,50E+00	2,50E+00	27		1,00E+01	1,00E+01
29		2,50E+00	2,50E+00	29		2,00E+01	2,00E+01
31		2,50E+00	2,50E+00	31		5,00E+00	5,00E+00
34		6,50E+01	1,00E+02	34		6,90E+02	4,20E+02
36		2,50E+00	1,00E+01	36		4,00E+01	5,00E+01
38		2,50E+00	1,35E+02	38		5,00E+00	5,00E+01
41		6,50E+01	1,50E+02	41		2,00E+01	1,00E+02
43		6,50E+01	1,07E+05	43		1,60E+02	8,85E+04
45		5,00E+00	1,50E+01	45		3,00E+01	2,00E+01
48		2,50E+00	2,50E+00	48		2,00E+01	3,08E+05
50		2,50E+00	2,50E+00	50		5,00E+00	2,00E+01
52		1,40E+03	1,65E+02	52		5,00E+00	1,00E+01
dias - vida-de-prateleira							
SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.							
SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.							
Y - embalado dentro da sala limpa em garrafa não sanitizada.							





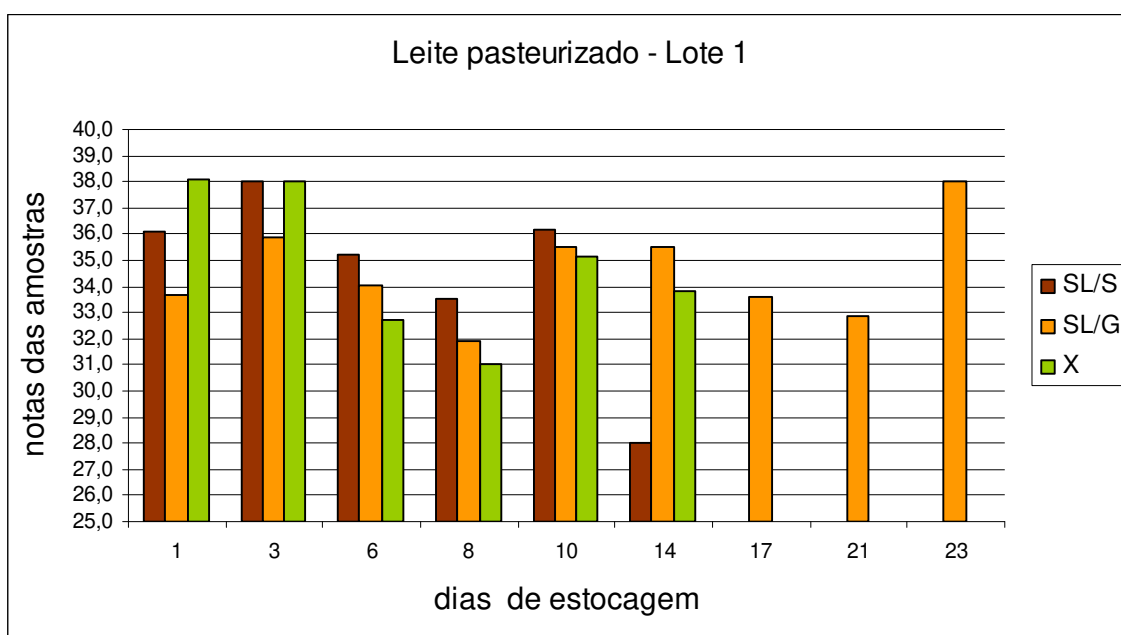
Anexo 4. Média das notas das amostras na análise sensorial ao longo da vida-de-prateleira de leite pasteurizado, super-pasteurizado e ultra-pasteurizado nos 3 lotes.

Leite pasteurizado - Lote 1									
	dias de estocagem								
	1	3	6	8	10	14	17	21	23
SL/S	36,1	38,0	35,3	33,5	36,2	28,0			
SL/G	33,7	35,9	34,1	31,9	35,5	35,5	33,6	32,8	38,0
X	38,1	38,0	32,8	31,0	35,2	33,8	25,0		

SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.

SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.

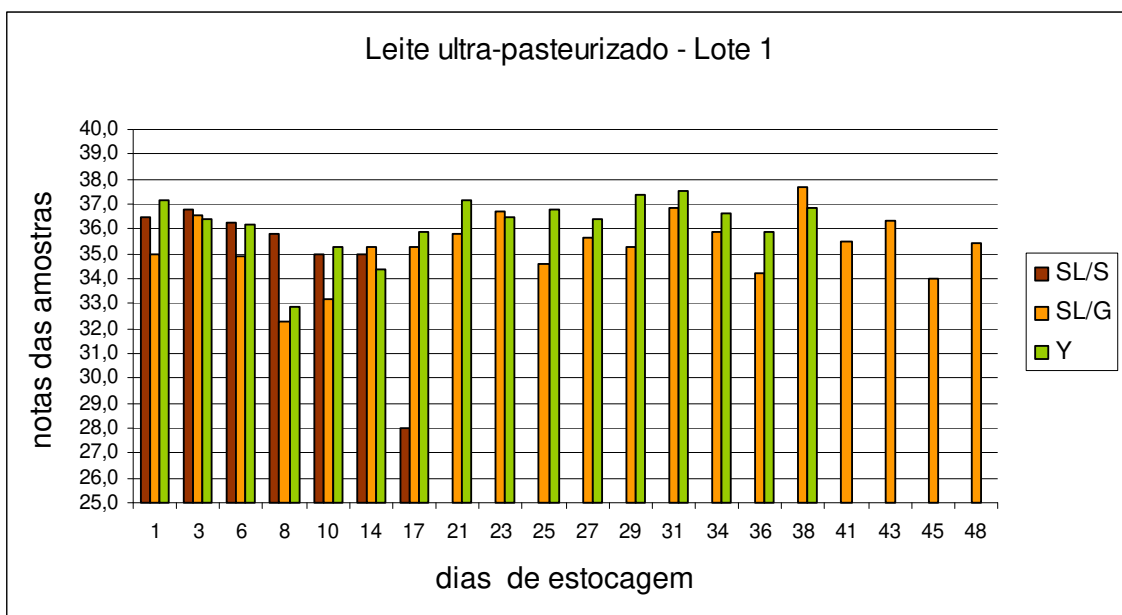
X - embalado em saquinho fora da sala limpa.



Leite super-pasteurizado - Lote 1																	
	dias de estocagem																
	1	3	6	8	10	14	17	21	23	25	27	29	31	34	36	38	41
SL/S	37,6	37,6	36,3	36,3	35,8	35,4	27,2										
SL/G	34,2	34,6	33,5	35,4	36,5	33,3	33,4	34,8	38,2	37,4	36,8	38,0	36,4	36,9	36,6	37,2	37,0

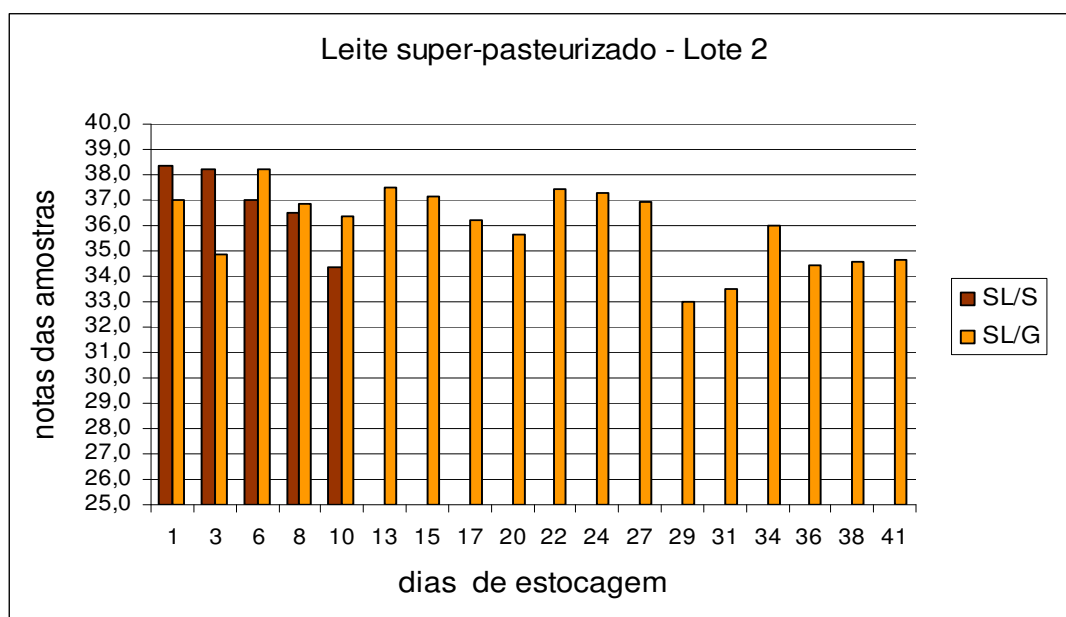
SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.

SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.

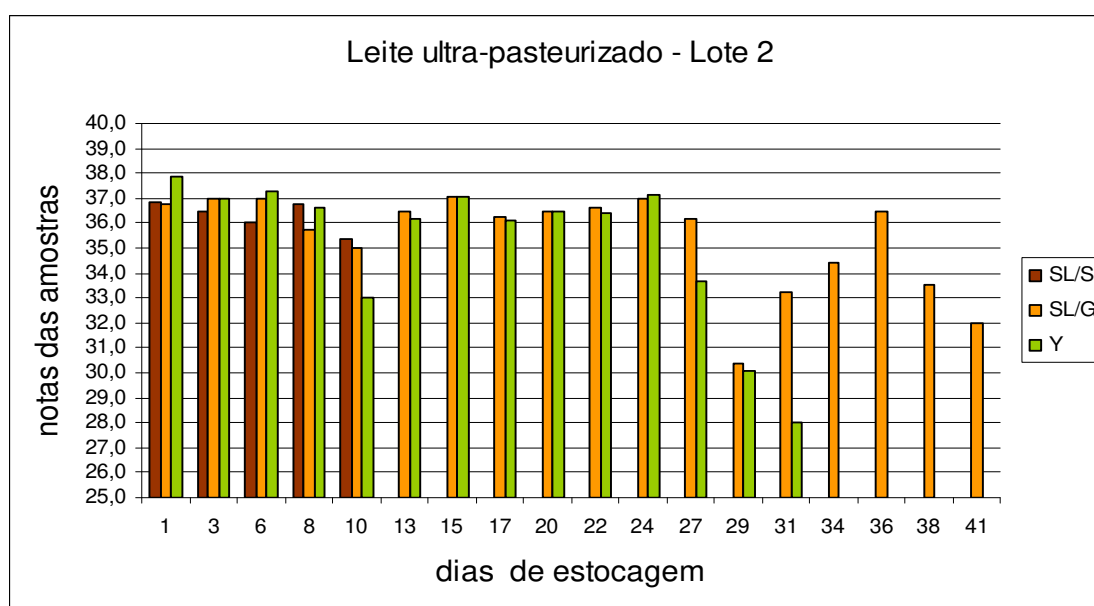


Leite pasteurizado - Lote 2													
	dias de estocagem												
	1	3	6	8	10	13	15	17	20	22	24	27	29
SL/S	40,0	34,3	37,3	36,1	36,3	34,3	34,7	32,0					
SL/G	34,0	39,0	38,3	37,1	33,3	34,7	37,1	34,5	33,6	34,9	35,3	33,2	30,0
X	39,0	37,4	36,3	36,0	37,0	34,7							

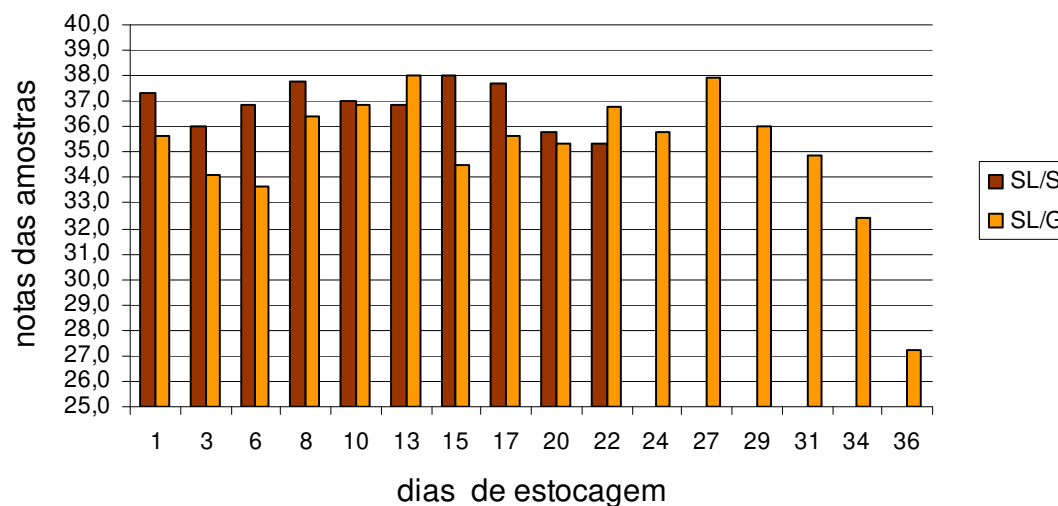
SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.
 SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.
 X - embalado em saquinho fora da sala limpa.



Leite ultra-pasteurizado - Lote 2																		
	dias de estocagem																	
	1	3	6	8	10	13	15	17	20	22	24	27	29	31	34	36	38	41
SL/S	36,9	36,5	36,0	36,8	35,3													
SL/G	36,8	37,0	37,0	35,8	35,0	36,5	37,1	36,3	36,5	36,6	37,0	36,2	30,4	33,3	34,4	36,5	33,5	32,0
Y	37,9	37,0	37,3	36,6	33,0	36,2	37,1	36,1	36,5	36,4	37,1	33,7	30,1	28,0				
SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.																		
SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.																		
Y - embalado dentro da sala limpa em garrafa não sanitizada.																		



Leite super-pasteurizado - Lote 3

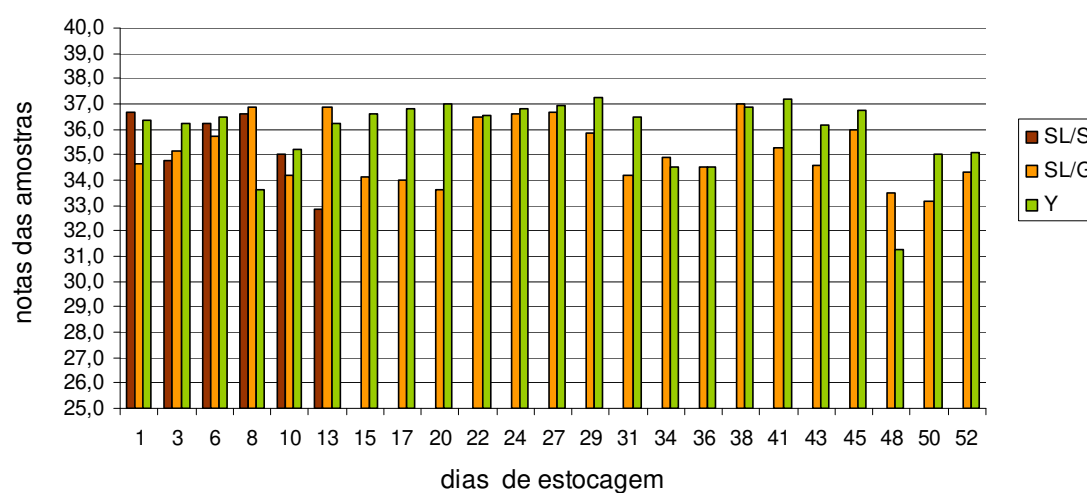


Leite ultra-pasteurizado - Lote 2

	dias de estocagem																			
	1	3	6	8	10	13	15	17	20	22	24	27	29	31	34	36	38	41	43	45
SL/S	36,7	34,8	36,3	36,6	35,0	32,9														
SL/G	34,7	35,1	35,8	36,9	34,2	36,9	34,1	34,0	33,6	36,5	36,6	36,7	35,9	34,2	34,9	34,5	37,0	35,3	34,6	36,0
Y	36,3	36,3	36,5	33,6	35,2	36,3	36,6	36,8	37,0	36,6	36,8	36,9	37,3	36,5	34,5	34,5	36,9	37,2	36,2	36,8

SL/S - embalado dentro da sala limpa em saquinho.
 SL/G - embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.
 Y - embalado dentro da sala limpa em garrafa não sanitizada.

Leite ultra-pasteurizado - Lote 3



Anexo 5. Julgamento e perfil de defeitos do leite pasteurizado nas diferentes condições de embalagem no Lote 1

Julgamento de defeitos - leite pasteurizado - Lote 1

Dias Defeitos	SL/S - *									
	1d	3d	6d	8d	10d	14d				
Acido						100				
Aguado	50	63	50	60	50					
Amargo						100				
Aquecido/Cozido	50	25			17					
Lipolizado/Ranço	17	13	38	20						
Oxidado pela luz	17	13		60						
Sem frescor	17	38	88	100	100	100				
Sujo						100				
Nota	36,1	38,0	35,3	33,5	36,2	28,0				
Classificação	SATIS	BOM	POBRE	POBRE	SATIS	DESC				

Julgamento de defeitos - leite pasteurizado - Lote 1

Dias Defeitos	SL/G - *								
	1d	3d	6d	8d	10d	14d	17d	21d	23d
Aguado	17	50			100	100	80	100	100
Aquecido/Cozido		38	13	80	67	20	60		
Estranho	83	75	88	100		20	40	100	
Lipolizado/Ranço	17			20			60		
Sem frescor			13	20	33	100	80	67	100
Nota	33,7	35,9	34,1	31,9	35,5	35,5	33,6	32,8	38,0
Classificação	POBRE	SATIS	POBRE	POBRE	POBRE	POBRE	POBRE	POBRE	BOM

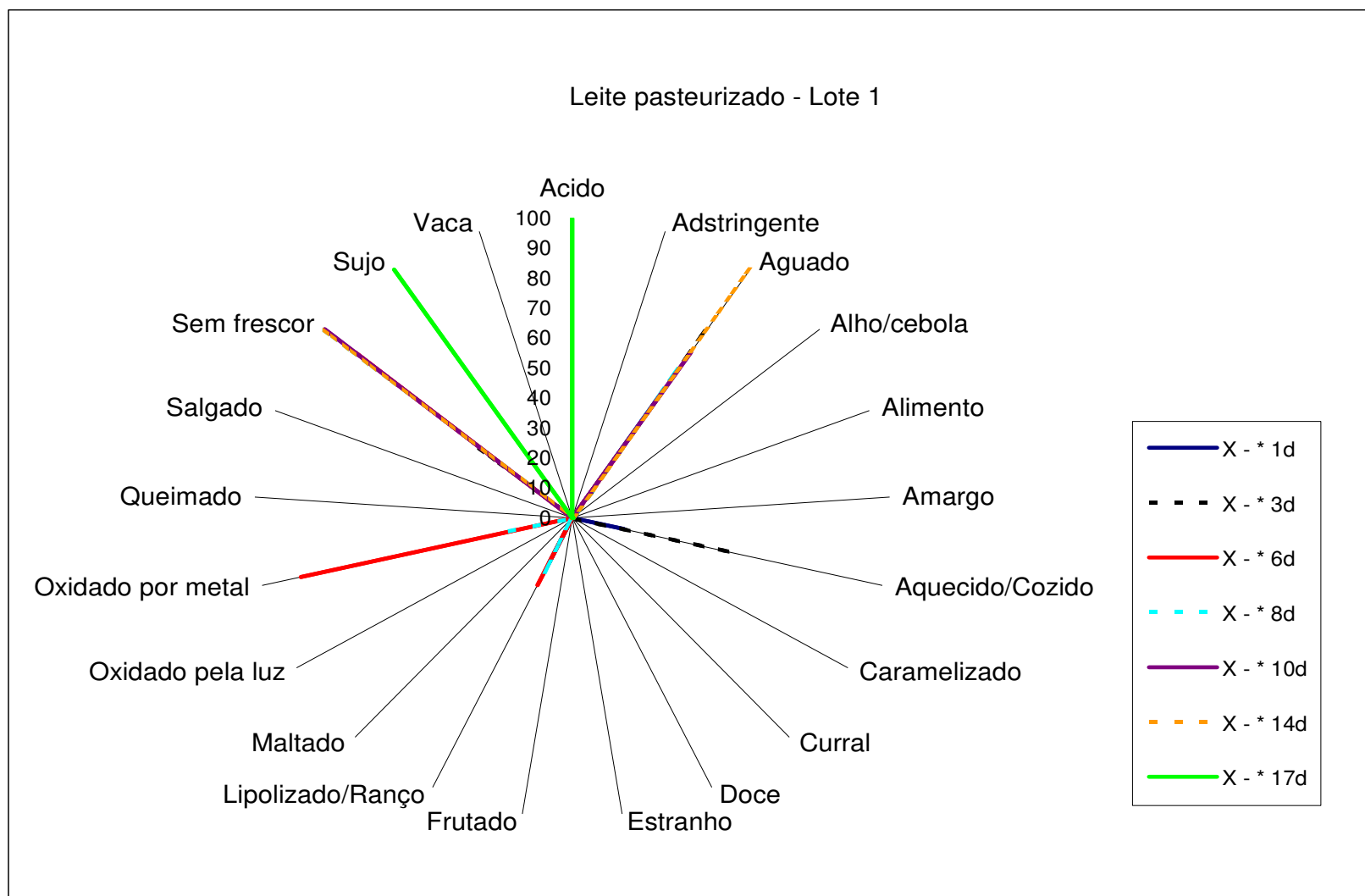
Julgamento de defeitos - leite pasteurizado - Lote 1

Dias Defeitos	X - *									
	1d	3d	6d	8d	10d	14d	17d			
Acido							100			
Aguado	50	75	25	60	67	100				
Aquecido/Cozido	17	50								
Lipolizado/Ranço	17		25	20						
Oxidado por metal			88	20						
Sem frescor		38	88	100	100	100				
Sujo							100			
Nota	38,1	38,0	32,8	31,0	35,2	33,8	25,0			
Classificação	BOM	BOM	POBRE	POBRE	POBRE	POBRE	DESC			

Legenda do Anexo 5

d - vida-de-prateleira em dias.

SL/S - * embalado dentro da sala limpa em saquinho; SL/G - * embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada; X - * embalado fora da sala limpa em em saquinho.



Perfil de defeitos do leite pasteurizado 74/X no Lote 1, ao longo de 17 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito).

Anexo 6. Julgamento e perfil de defeitos do leite super-pasteurizado nas diferentes condições de embalagem no Lote 1

Julgamento de defeitos - leite super-pasteurizado - Lote 1

Dias Defeitos	SL/S - *						
	1d	3d	6d	8d	10d	14d	17d
Acido					17		100
Aguado	33			60			
Aquecido/Cozido	100	100	100	80	83	100	20
Caramelizado			25				
Lipolizado/Ranço							20
Sem frescor			25	40	83	80	20
Sujo							80
Nota	37,6	37,6	36,3	36,3	35,8	35,4	27,2
Classificação	BOM	BOM	SATIS	SATIS	SATIS	POBRE	DESC

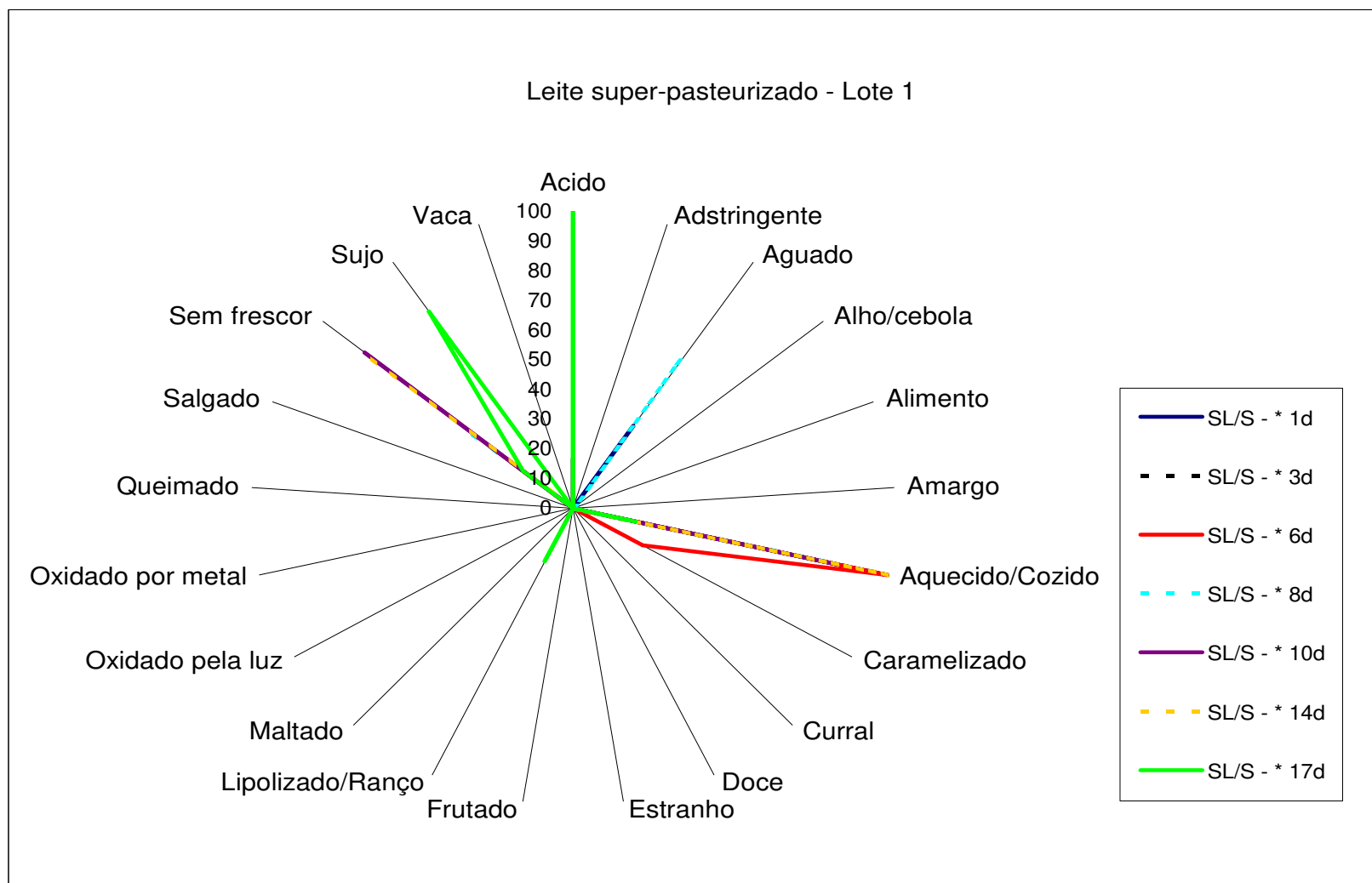
Julgamento de defeitos - leite super-pasteurizado - Lote 1

Dias Defeitos	SL/G - *																
	1d	3d	6d	8d	10d	14d	17d	21d	23d	25d	27d	29d	31d	34d	36d	38d	41d
Aguado		13			33	80	40	67	33	100	50	25	100	50	50	100	67
Aquecido/Cozido	33	88	75	100	100	60	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	67
Caramelizado										25	25				25		
Estranho	67	75	88			100	100				50				50		
Sem frescor			13	40	17	40	20	100		25	50	100	100	75	50	100	100
Nota	34,2	34,6	33,5	35,4	36,5	33,3	33,4	34,8	38,2	37,4	36,8	38,0	36,4	36,9	36,6	37,2	37,0
Classificação	POBRE	POBRE	POBRE	POBRE	SATIS	POBRE	POBRE	POBRE	BOM	SATIS	SATIS	BOM	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS

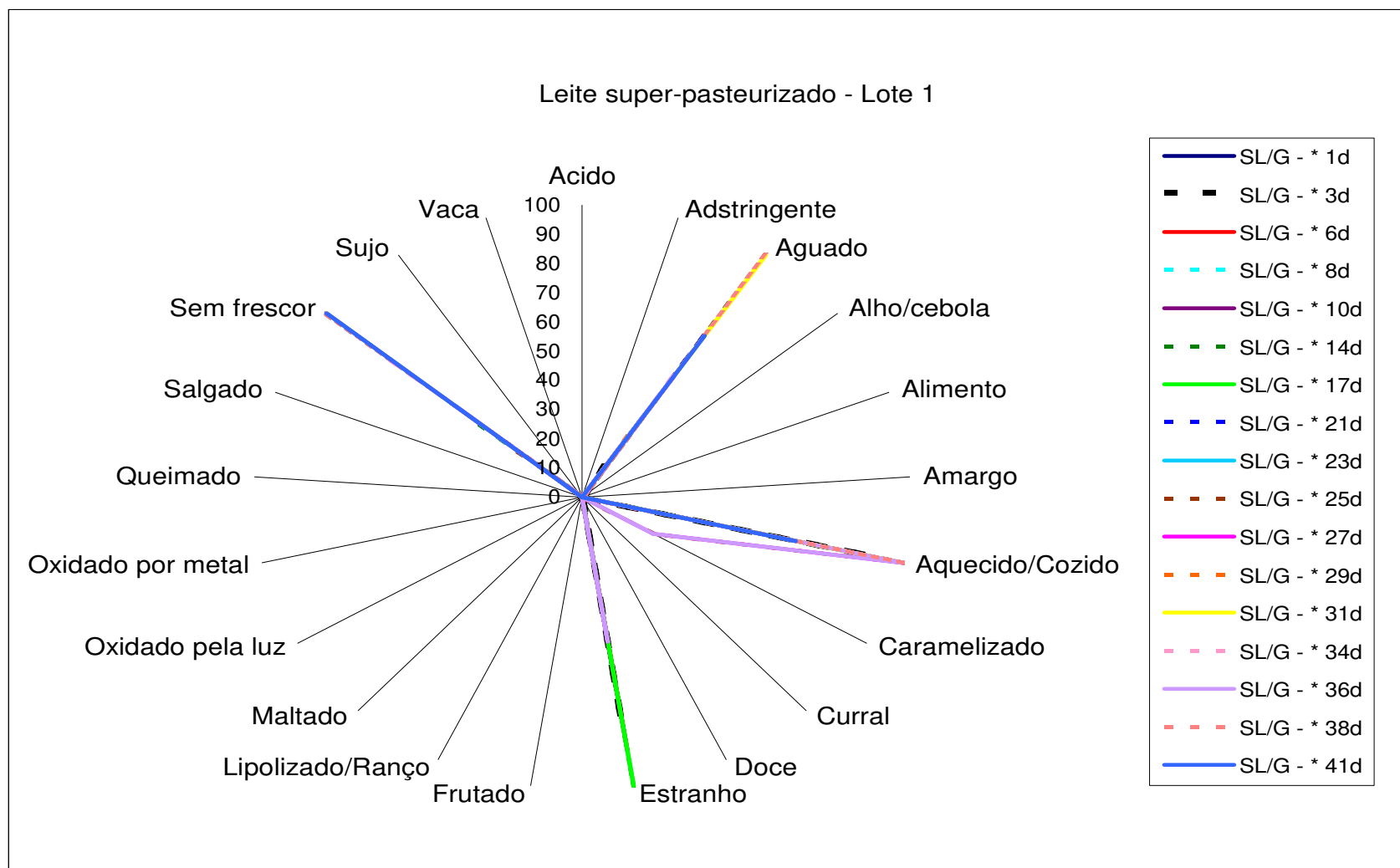
Legenda do Anexo 6

d - vida-de-prateleira em dias.

SL/S - * embalado dentro da sala limpa em saquinho; SL/G - * embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.



Perfil de defeitos do leite super-pasteurizado 96/SL/S no Lote 1, ao longo de 17 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)



Perfil de defeitos do leite super-pasteurizado 96/SL/G no Lote 1, ao longo de 41 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)

Anexo 7. Julgamento e perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado nas diferentes condições de embalagem no Lote 1

Julgamento de defeitos - leite ultra-pasteurizado - Lote 1

Dias Defeitos	SL/S - *						
	1d	3d	6d	8d	10d	14d	17d
Acido							100
Aguado	17		50		17		
Amargo							20
Aquecido/Cozido	100	88	75	100	83	80	
Caramelizado		88		40	83	100	
Lipolizado/Ranço	17		25				
Sem frescor			13	20	50	40	
Nota	36,5	36,8	36,3	35,8	35,0	35,0	28
Classificação	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	POBRE	POBRE	DESC

Julgamento de defeitos - leite ultra-pasteurizado - Lote 1

Dias Defeitos	SL/G - *																			
	1d	3d	6d	8d	10d	14d	17d	21d	23d	25d	27d	29d	31d	34d	36d	38d	41d	43d	45d	48d
Aguado	33						60			25	25						67	33	25	14
Aquecido/Cozido	50	100	88	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83	75	71
Caramelizado			50		17	100	60	100	100	75	75	75	75	75	100	33	33	83	50	43
Estranho	50		13	80	100			100		100	100	100	75	100	100					
Sem frescor			13		17	60	20	100							25		100	50	100	71
Nota	35,0	36,6	34,9	32,3	33,2	35,3	35,3	35,8	36,7	34,6	35,6	35,3	36,9	35,9	34,3	37,7	35,5	36,3	34,0	35,4
Classificação	POBRE	SATIS	POBRE	POBRE	POBRE	POBRE	POBRE	SATIS	SATIS	POBRE	SATIS	POBRE	SATIS	SATIS	POBRE	BOM	POBRE	SATIS	POBRE	POBRE

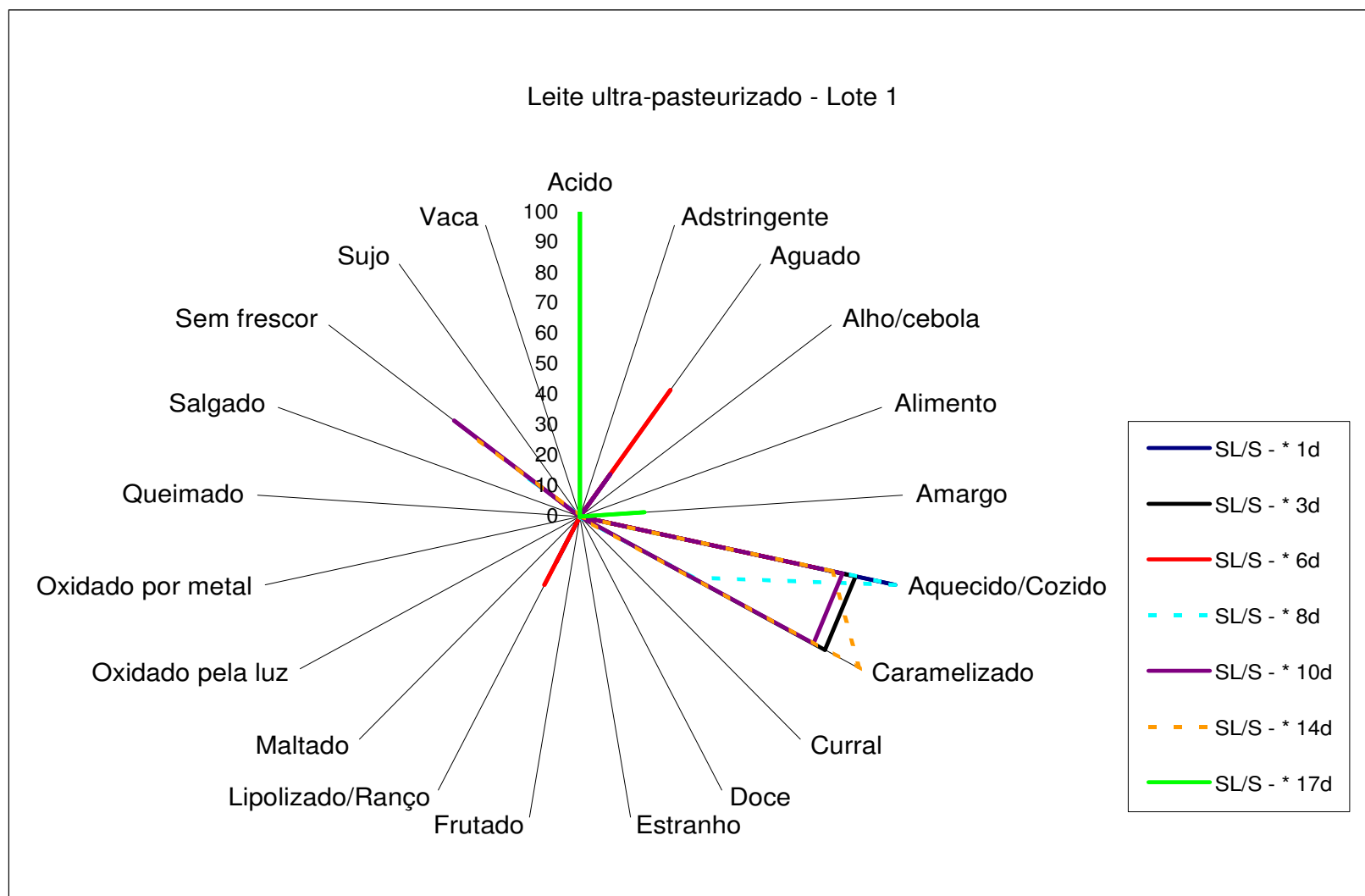
Julgamento de defeitos - leite ultra-pasteurizado - Lote 1

Dias Defeitos	Y - *																
	1d	3d	6d	8d	10d	14d	17d	21d	23d	25d	27d	29d	31d	34d	36d	38d	41d
Aguado	50		25				20		33		50	10			50		
Aquecido/Cozido	100	100	100	100	83	100	100	100	100	100	75	30	100	100	100	100	
Caramelizado		75	25		100	100	40	67	100	100	50	40	50	100	75	67	
Estranho				80													
Frutado																	
Sem frescor	17		13	20	33	60	20	100	67	50	100				100	100	
Nota	37,2	36,4	36,2	32,9	35,3	34,4	35,9	37,2	36,5	36,8	36,4	37,4	37,5	36,6	35,9	36,8	24,0
Classificação	SATIS	SATIS	SATIS	POBRE	POBRE	POBRE	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	DESC

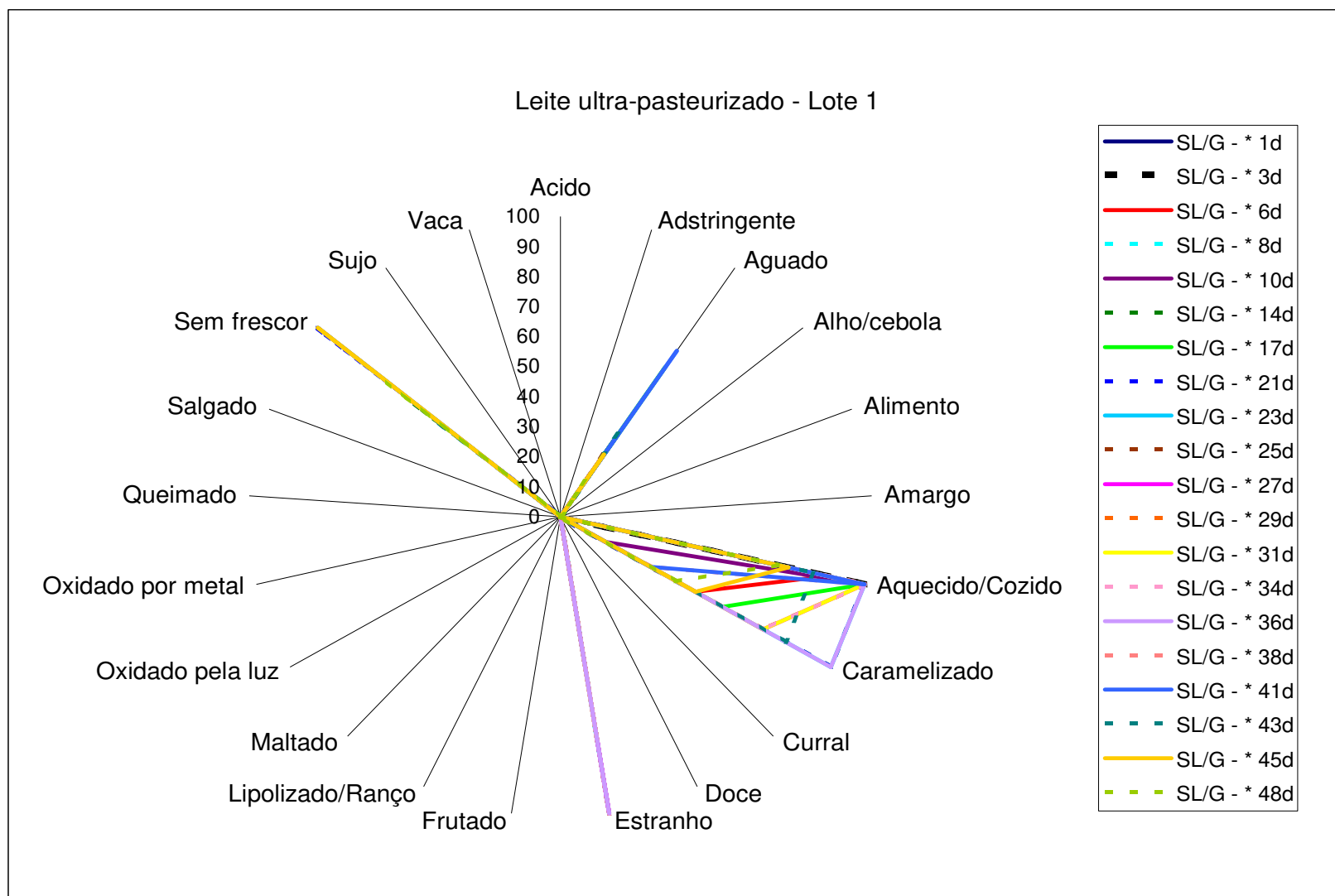
Legenda do Anexo 7

d - vida-de-prateleira em dias.

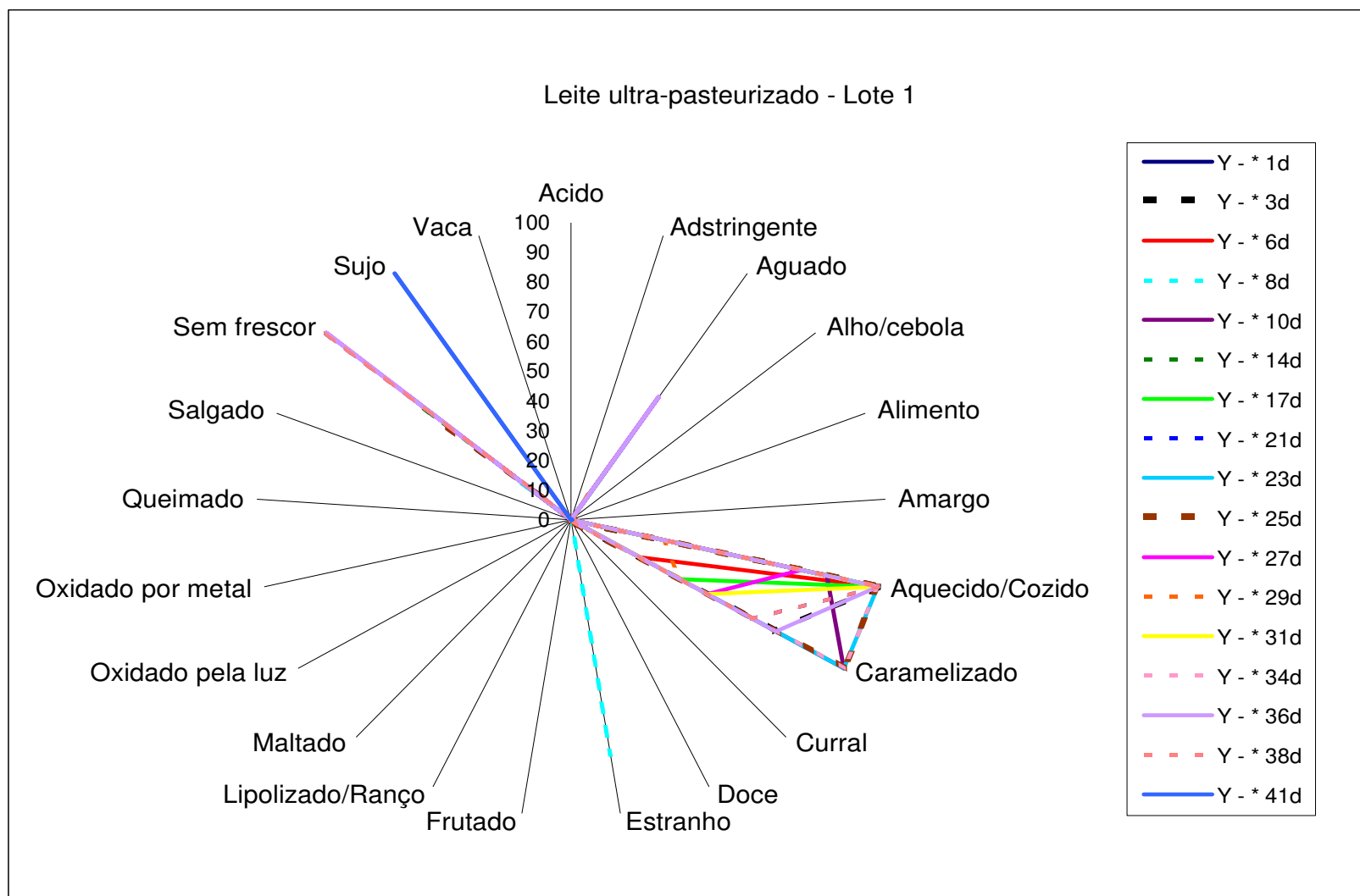
SL/S - * embalado dentro da sala limpa em saquinho; SL/G - * embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada; Y - * embalado dentro da sala limpa em garrafa não sanitizada.



Perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado 138/SL/S no Lote 1, ao longo de 17 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)



Perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado 138/SL/G no Lote 1, ao longo de 48 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)



Perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado 138/Y no Lote 1, ao longo de 41 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)

Anexo 8. Julgamento e perfil de defeitos do leite pasteurizado nas diferentes condições de envase no Lote 2

Julgamento de defeitos - leite pasteurizado - Lote 2

Dias Defeitos	SL/S - *							
	1d	3d	6d	8d	10d	13d	15d	17d
Adstringente		75						
Aguado		50	75	25		67	17	25
Aquecido/Cozido		50	75	25			33	
Estranho		100		50		67	83	
Lipolizado/Ranço					33			
Oxidado pela luz								50
Sem frescor			75	100	67	100	83	100
Sujo					33			75
Nota	40,0	34,3	37,3	36,1	36,3	34,3	34,7	32,0
Classificação	EXC	POBRE	SATIS	SATIS	SATIS	POBRE	POBRE	POBRE

Julgamento de defeitos - leite pasteurizado - Lote 2

Dias Defeitos	SL/G - *												
	1d	3d	6d	8d	10d	13d	15d	17d	20d	22d	24d	27d	29d
Acido				50								80	100
Aguado		75	100	100			83	50		40	60	40	
Amargo							17			60			
Aquecido/Cozido		25	75	50			50	50			60	40	
Estranho	100				100	100		50	100				
Sem frescor				50	100	33	83	100	29	100	100	80	
Nota	34,0	39,0	38,3	37,1	33,3	34,7	37,1	34,5	33,6	34,9	35,3	33,2	30,0
Classificação	POBRE	BOM	BOM	SATIS	POBRE	POBRE	SATIS	POBRE	POBRE	POBRE	POBRE	POBRE	DESC

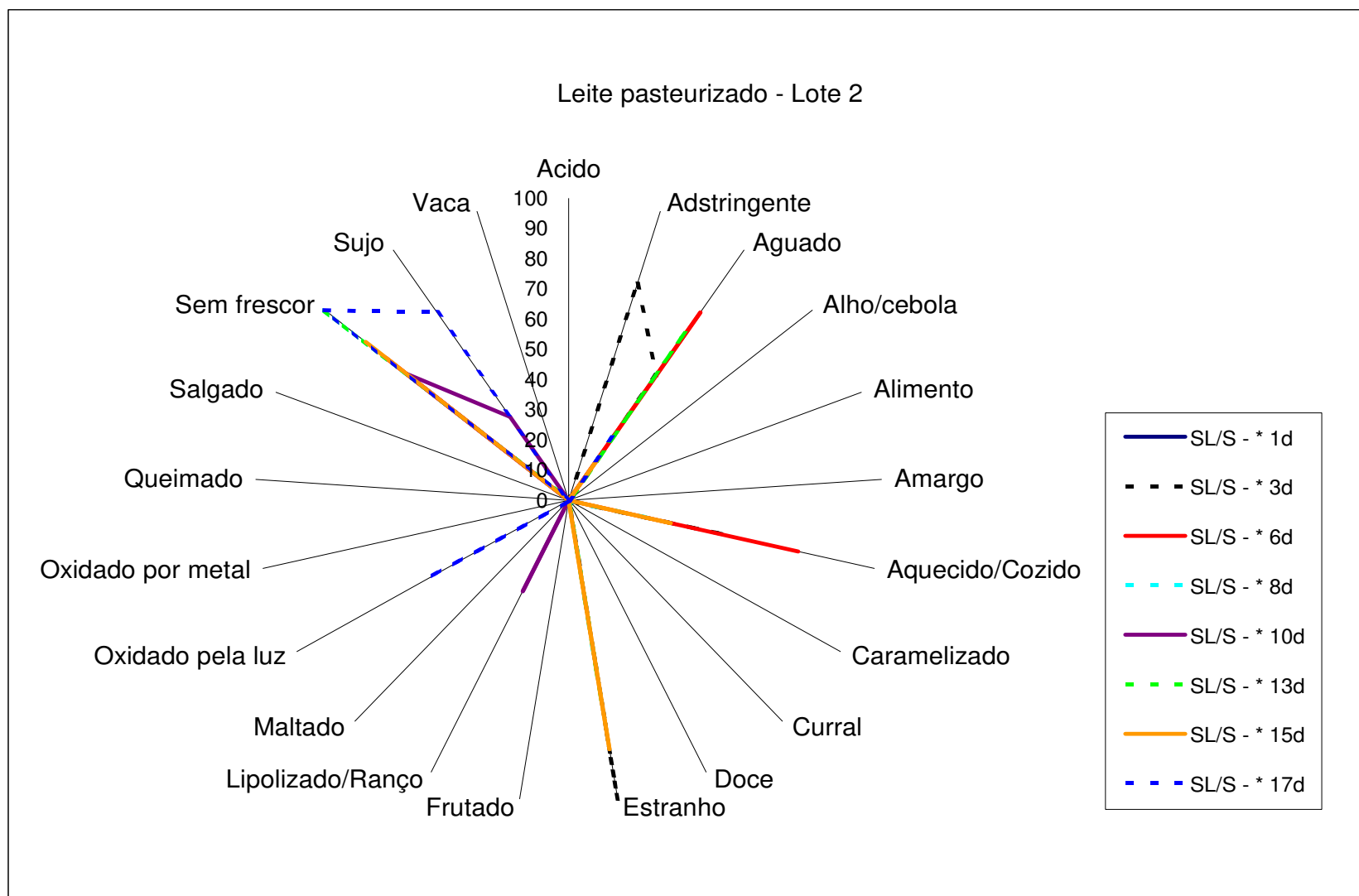
Julgamento de defeitos - leite pasteurizado - Lote 2

Dias Defeitos	X - *					
	1d	3d	6d	8d	10d	13d
Aguado	100	100	50	25		67
Aquecido/Cozido		25	50	50		
Estranho		75	75			67
Sem frescor	100		75	100	100	100
Nota	39,0	37,4	36,3	36,0	37,0	34,7
Classificação	BOM	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	POBRE

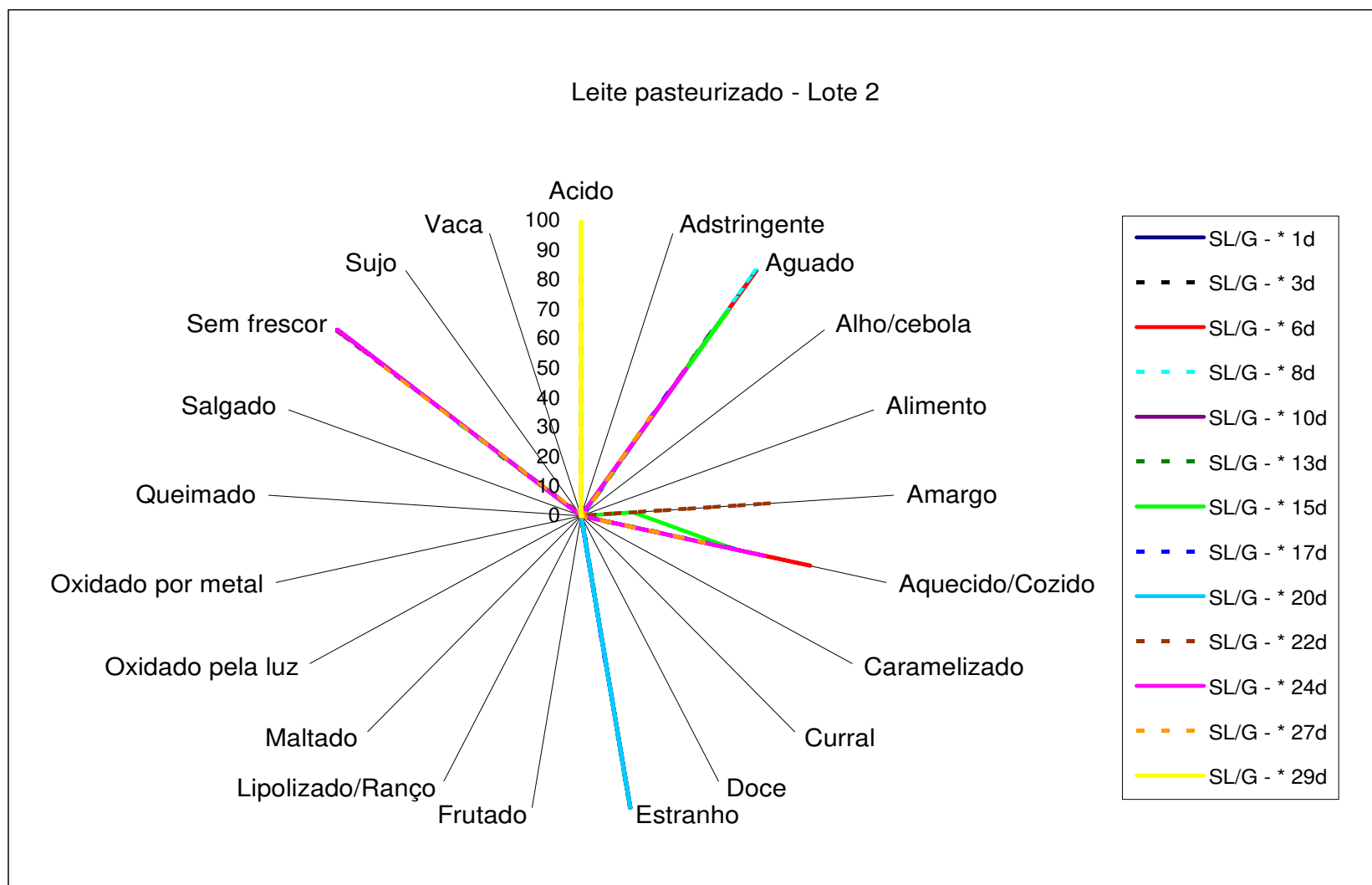
Legenda do Anexo 8

d - vida-de-prateleira em dias.

SL/S - * embalado dentro da sala limpa em saquinho; SL/G - * embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada; X - * embalado fora da sala limpa em saquinho.



Perfil de defeitos do leite pasteurizado 74/SL/S no Lote 2, ao longo de 17 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)



Perfil de defeitos do leite pasteurizado 74/SL/G no Lote 2, ao longo de 29 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)

Anexo 9. Julgamento e perfil de defeitos do leite super-pasteurizado nas diferentes condições de envase no Lote 2

Julgamento de defeitos - leite super-pasteurizado - Lote 2

Dias Defeitos	SLS - *																		
	1d	3d	6d	8d	10d														
Acido					33														
Aguado				25	33														
Aquecido/Cozido	100	100	100	100															
Caramelizado	25	25	25																
Estranho					67														
Sem frescor			100	100	100														
Nota	38,4	38,3	37,0	36,5	34,3														
Classificação	BOM	BOM	SATIS	SATIS	POBRE														

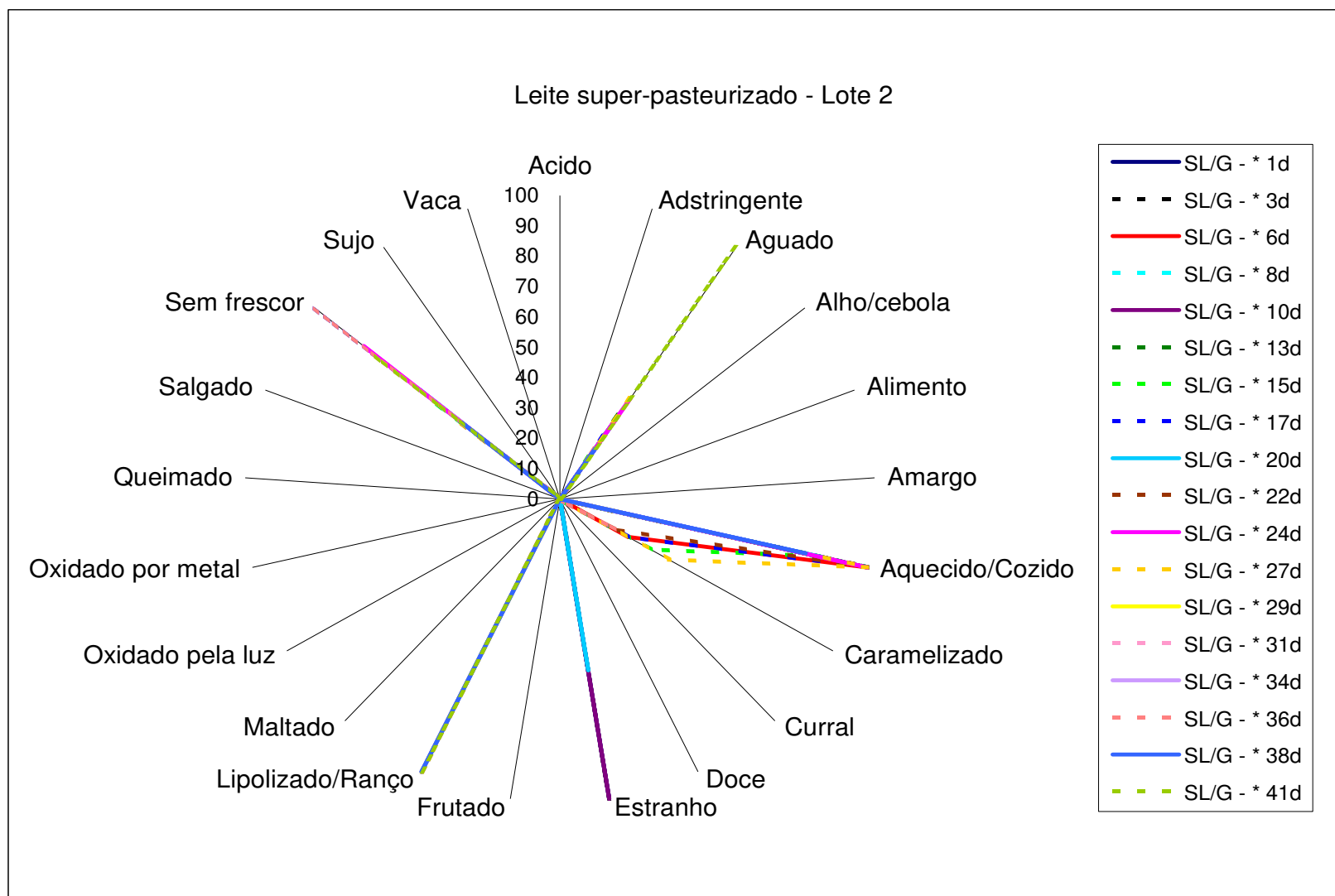
Julgamento de defeitos - leite super-pasteurizado - Lote 2

Dias Defeitos	SL/G - *																	
	1d	3d	6d	8d	10d	13d	15d	17d	20d	22d	24d	27d	29d	31d	34d	36d	38d	41d
Aguado					33	33	17	25	29		40	40				20	20	100
Aquecido/Cozido	100	100	100	100	67	100	83	100	86	100	100	100	20		60		80	
Caramelizado			25				33	25		20		40				20		
Estranho	100	100		50	100				57									
Lipolizado/Ranço													100	100	100	100	100	100
Sem frescor				50			50	100	57	40	80	40		75		100	40	75
Nota	37,0	34,9	38,3	36,9	36,3	37,5	37,2	36,3	35,6	37,4	37,3	36,9	33,0	33,5	36,0	34,4	34,6	34,6
Classificação	SATIS	POBRE	BOM	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	POBRE	POBRE	SATIS	POBRE	POBRE	POBRE

Legenda do Anexo 9

d - vida-de-prateleira em dias.

SL/S - * embalado dentro da sala limpa em saquinho; SL/G - * embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.



Perfil de defeitos do leite super-pasteurizado 96/SL/G no Lote 2, ao longo de 41 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)

Anexo 10. Julgamento e perfil de defeitos do leite pasteurizado nas diferentes condições de envase no Lote 3

Julgamento de defeitos - leite pasteurizado - Lote 3

Dias Defeitos	SL/S - *											
	1d	3d	6d	8d	10d	13d	15d	17d	20d	22d	24d	27d
Aguado		75	80	75	100	75	100	67	60	17	80	
Aquecido/Cozido		25	40	25	20	25	50	33				
Estranho	100	100										
Sem frescor		100	80	100	80	100	100	100	80	100	100	
Sujo						25			100	100	100	100
Nota	33,0	35,0	35,0	36,4	35,0	34,3	35,6	35,7	32,8	29,3	33,0	25,0
Classificação	POBRE	POBRE	POBRE	SATIS	POBRE	POBRE	SATIS	SATIS	POBRE	DESC	POBRE	DESC

Julgamento de defeitos - leite pasteurizado - Lote 3

Dias Defeitos	SL/G - *															
	1d	3d	6d	8d	10d	13d	15d	17d	20d	22d	24d	27d	29d	31d	34d	36d
Acido															100	
Aguado		75	75	100	80	50	100	67	100	83	80	100	100	100	40	80
Amargo																80
Aquecido/Cozido		25	50		20	50	50	33	20	33	20	50				
Curral															20	
Estranho	100	100	100		80	100	100	100	80	100				20	20	
Sem frescor				100				33	60		60	100	100	100	20	100
Sujo																40
Nota	32,7	33,5	34,0	37,0	27,8	33,5	34,3	36,0	35,2	35,9	38,2	35,9	35,5	34,3	30,0	23,2
Classificação	POBRE	POBRE	POBRE	SATIS	DESC	POBRE	POBRE	SATIS	POBRE	SATIS	BOM	SATIS	POBRE	POBRE	DESC	DESC

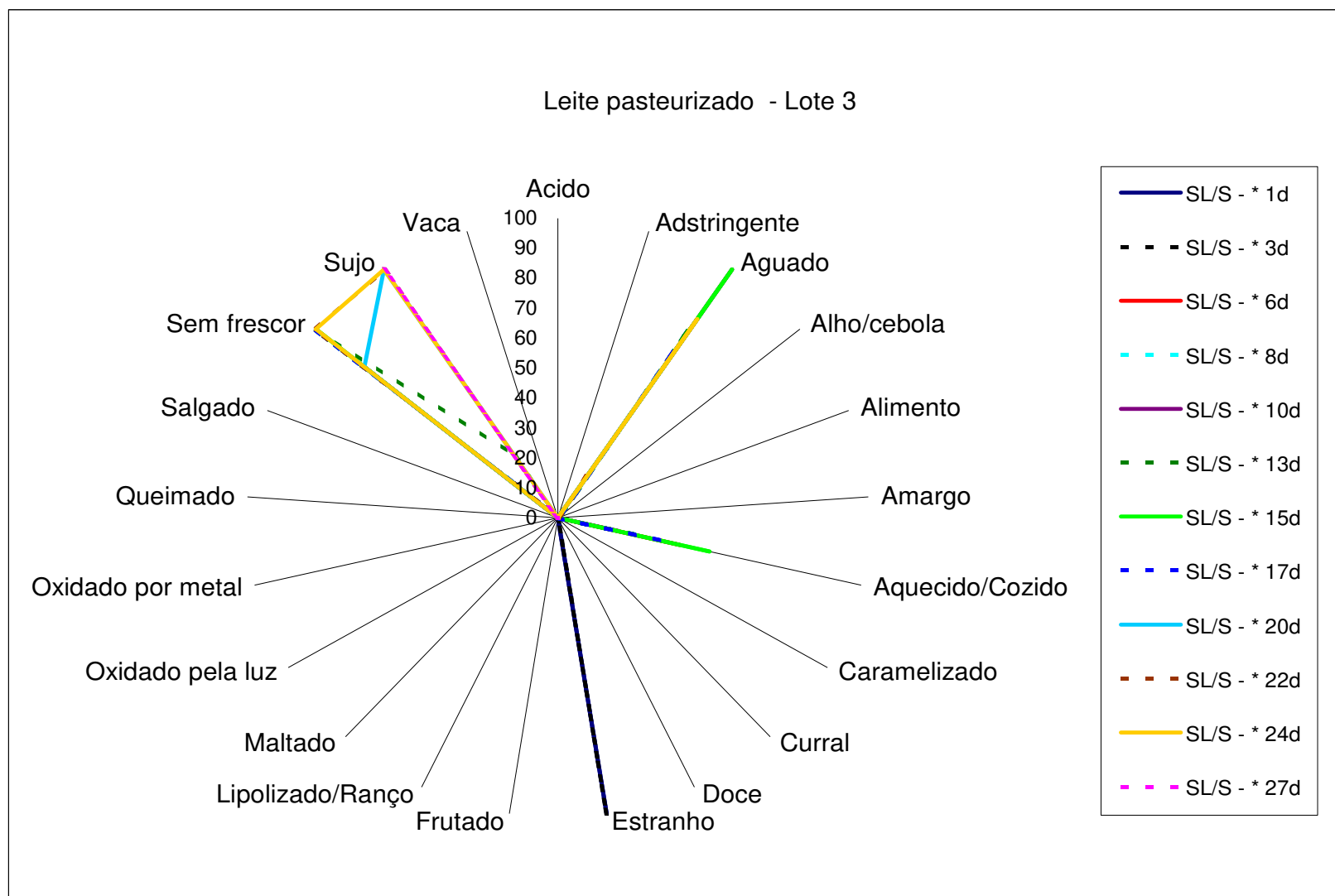
Julgamento de defeitos - leite pasteurizado - Lote 3

Dias Defeitos	X - *									
	1d	3d	6d	8d	10d	13d	15d	17d	20d	22d
Aguado		75	75	75	100	75	100	67	60	17
Aquecido/Cozido		25	50	25	20	25	50	33		
Estranho	100	100								
Sem frescor		50	100	100	80	100	100	100	80	100
Sujo									100	100
Nota	33,0	35,8	35,3	37,0	35,2	35,0	35,4	36,3	31,8	29,2
Classificação	POBRE	SATIS	POBRE	SATIS	POBRE	POBRE	POBRE	SATIS	POBRE	DESC

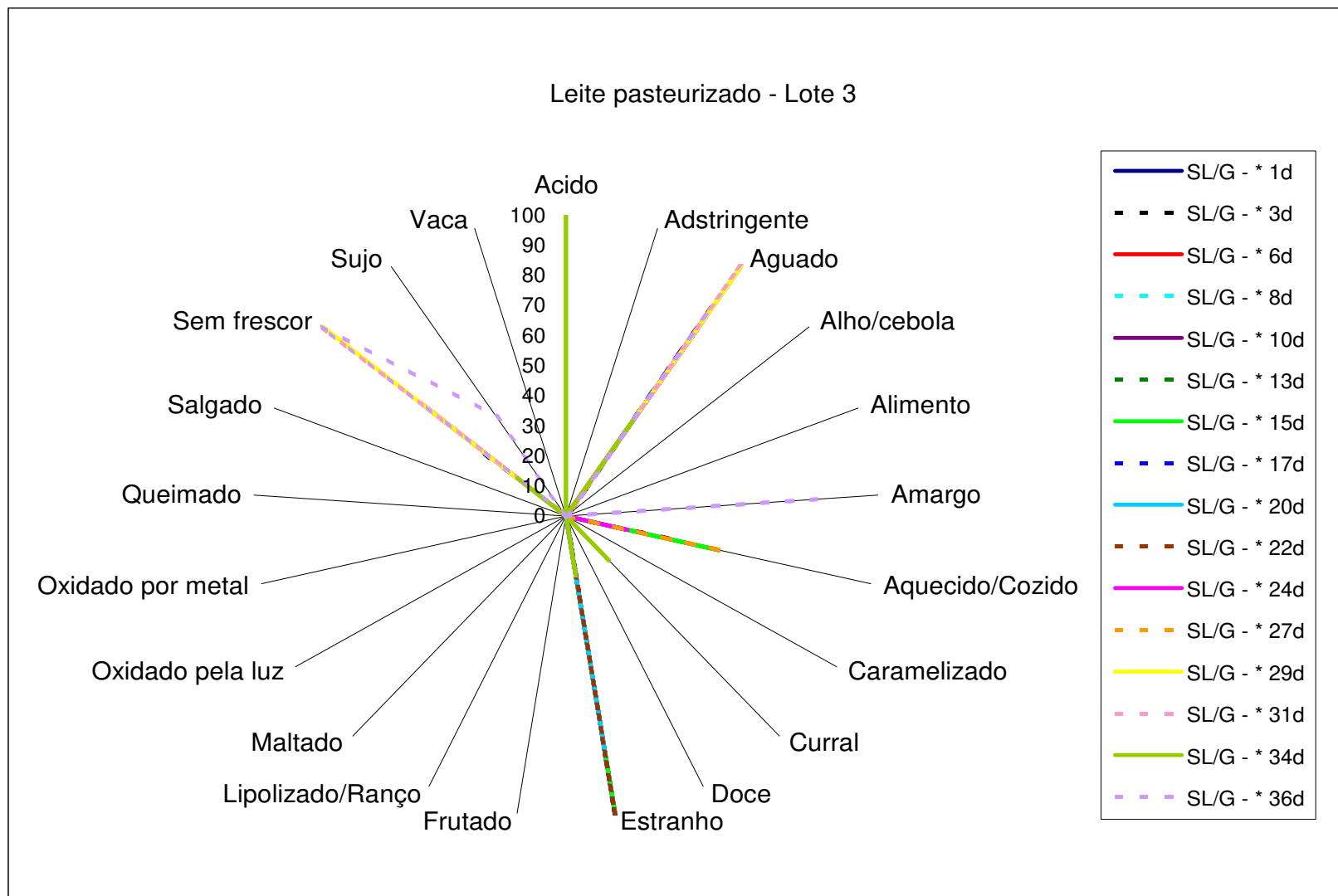
Legenda do Anexo 10

d - vida-de-prateleira em dias.

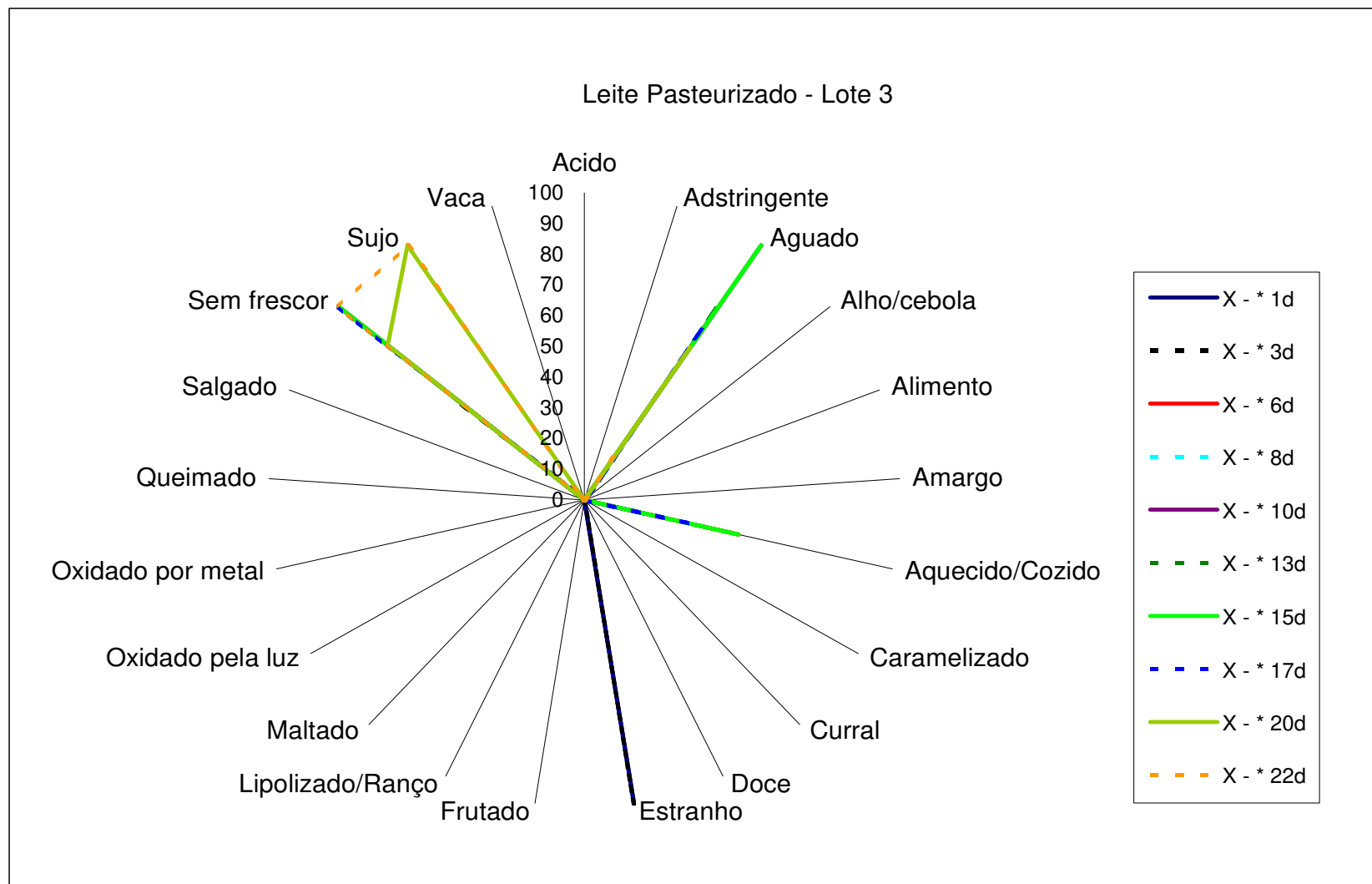
SL/S - * embalado dentro da sala limpa em saquinho; SL/G - * embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada; X - * embalado fora da sala limpa em saquinho.



Perfil de defeitos do leite pasteurizado 74/SL/S no Lote 3, ao longo de 27 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)



Perfil de defeitos do leite pasteurizado 74/SL/G no Lote 3, ao longo de 36 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)



Perfil de defeitos do leite pasteurizado 74/X no Lote 3, ao longo de 22 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)

Anexo 11. Julgamento e perfil de defeitos do leite super-pasteurizado nas diferentes condições de envase no Lote 3

Julgamento de defeitos leite super-pasteurizado - Lote 3

Dias Defeitos	SL/S - *									
	1d	3d	6d	8d	10d	13d	15d	17d	20d	22d
Aguado		100	75	75	80	75	75	67	100	83
Aquecido/Cozido	100	100	100	100	80	100	100	100	40	67
Caramelizado			25	25						
Sem frescor					100	100	25	33	100	100
Nota	37,3	36,0	36,9	37,8	37,0	36,9	38,0	37,7	35,8	35,3
Classificação	SATIS	SATIS	SATIS	BOM	SATIS	SATIS	BOM	BOM	SATIS	POBRE

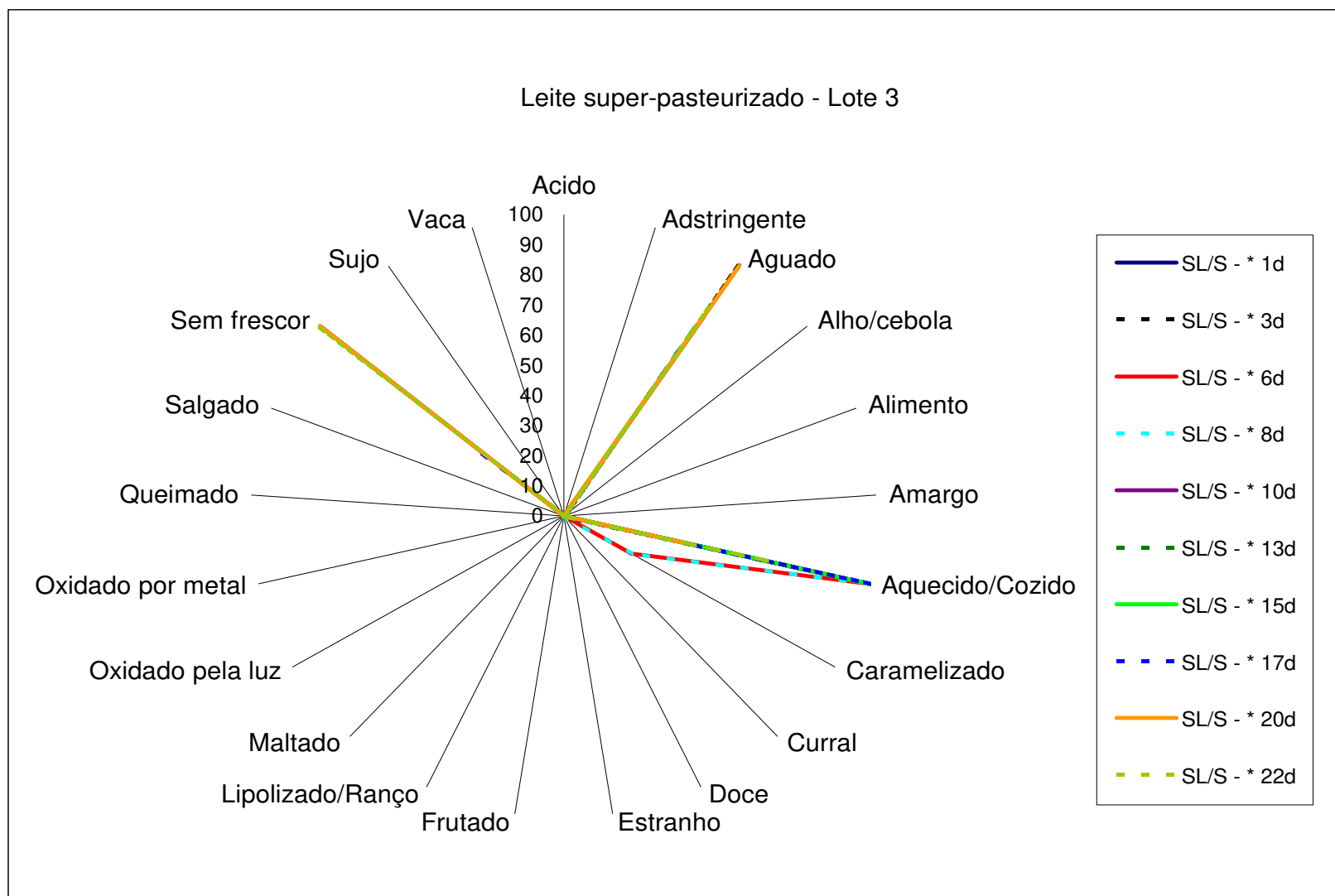
Julgamento de defeitos - leite super-pasteurizado - Lote 3

Dias Defeitos	SL/G - *															
	1d	3d	6d	8d	10d	13d	15d	17d	20d	22d	24d	27d	29d	31d	34d	36d
Acido															60	100
Aguado		75	75	75	100	75	100	67	60	100	60	67	75	80	80	40
Aquecido/Cozido	100	100	50	100	100	100		100	80	83	100	100	25	40		
Estranho	100	75	100	100	100		100	100	100		100		100	100	20	20
Lipolizado/Ranço															60	100
Sem frescor			25				25			50			25	20	40	80
Nota	35,7	34,1	33,6	36,4	36,9	38,0	34,5	35,7	35,3	36,8	35,8	37,9	36,0	34,9	32,4	27,2
Classificação	SATIS	POBRE	POBRE	SATIS	SATIS	BOM	POBRE	SATIS	POBRE	SATIS	SATIS	BOM	SATIS	POBRE	POBRE	DESC

Legenda do Anexo 11

d - vida-de-prateleira em dias.

SL/S - * embalado dentro da sala limpa em saquinho; SL/G - * embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada.



Perfil de defeitos do leite super-pasteurizado 96/SL/S no Lote 3, ao longo de 22 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)

Anexo 12. Julgamento e perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado nas diferentes condições de envase no Lote 3

Julgamento de defeitos - leite ultra-pasteurizado - Lote 3

Dias Defeitos	SL/S - *					
	1d	3d	6d	8d	10d	13d
Acido						100
Aguado		100	75	75	100	50
Aquecido/Cozido	100	100	100	100	20	75
Caramelizado	33			25		
Estranho		75				
Sem frescor					80	100
Nota	36,7	34,8	36,3	36,6	35,0	32,9
Classificação	SATIS	POBRE	SATIS	SATIS	POBRE	POBRE

Julgamento de defeitos - leite ultra-pasteurizado - Lote 3

SL/G - *																							
Dias	1d	3d	6d	8d	10d	13d	15d	17d	20d	22d	24d	27d	29d	31d	34d	36d	38d	41d	43d	45d	48d	50d	52d
Defeitos																							
Aguado		75	100	100	80	75	50	67	20	100	80	83	100	40	80	100	40	60	60	100	100	80	100
Aquecido/Cozido	100	100	100	100	20	100	100	100		100	100	100	100	100	80	80	100	100	100	100	100	100	100
Caramelizado	33																20						
Estranho	100	100	25		100	25	100	100	100	33		17		100	80	60	60	80	100	100		100	40
Lipolizado/Ranço														20	20								
Sem frescor										33	100	33	100	60	60	40		40		25	100	80	80
Nota	34,7	35,1	35,8	36,9	34,2	36,9	34,1	34,0	33,6	36,5	36,6	36,7	35,9	34,2	34,9	34,5	37,0	35,3	34,6	36,0	33,5	33,2	34,3
Classificação	POBRE	POBRE	SATIS	SATIS	POBRE	SATIS	POBRE	POBRE	POBRE	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	POBRE	POBRE	POBRE	SATIS	POBRE	POBRE	SATIS	POBRE	POBRE	POBRE

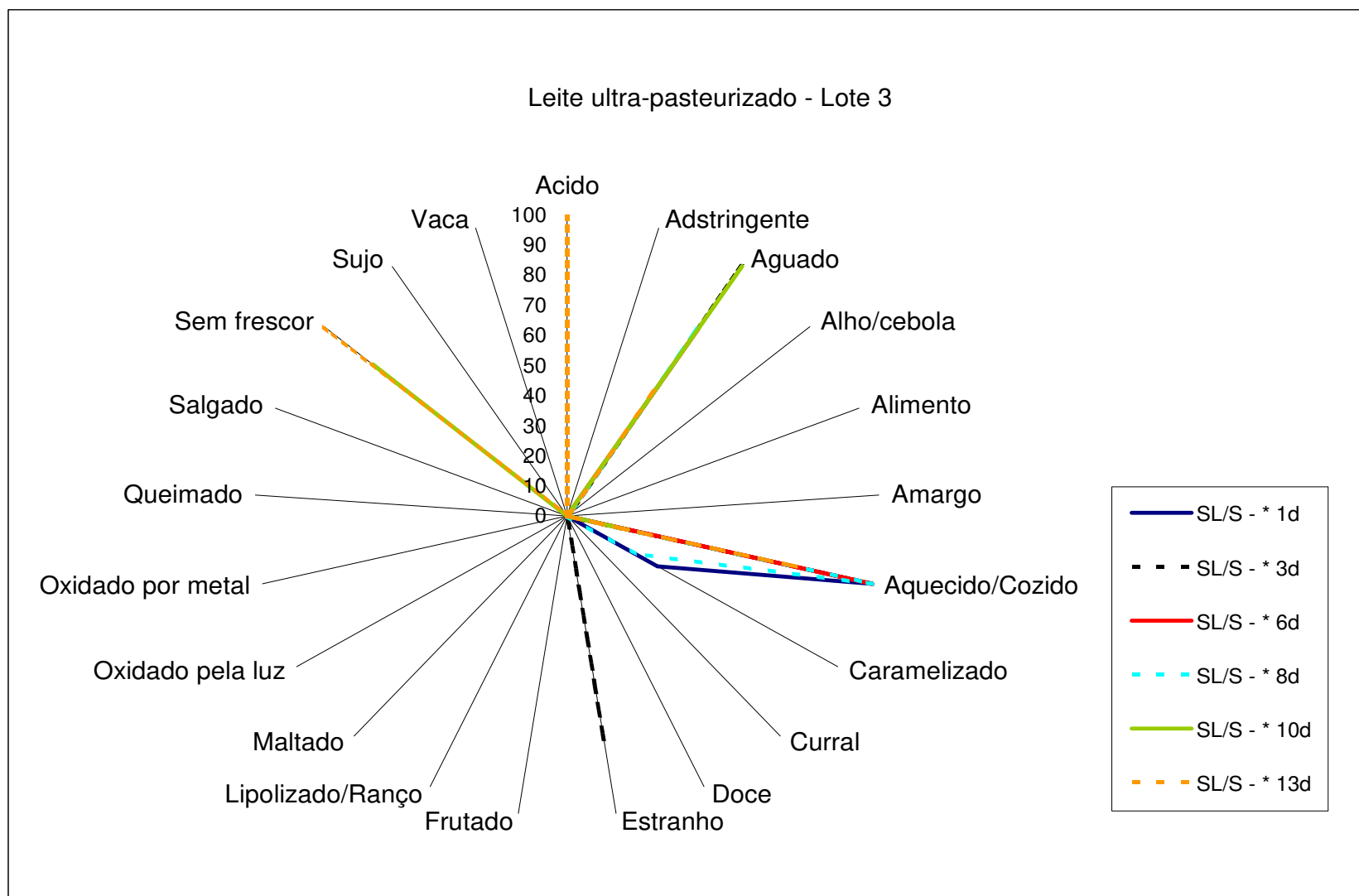
Julgamento de defeitos - leite ultra-pasteurizado - Lote 3

Dias	Y - *																						
	1d	3d	6d	8d	10d	13d	15d	17d	20d	22d	24d	27d	29d	31d	34d	36d	38d	41d	43d	45d	48d	50d	52d
Aguado		100	50	75	100	75	50	67	20	83	80	83	100	80	80	100	40	60	100	100	75	100	100
Aquecido/Cozido	100	100	100	100	20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80	100	100	100	100		100	100
Caramelizado	33	25			20	25	50	67	20			17	25	20									
Curral																					100		
Estranho				100											80	60							
Sem frescor					80	50			40	50	60	17	50	40	40	40	60	40	60	25		100	100
Sujo																					75		
Nota	36,3	36,3	36,5	33,6	35,2	36,3	36,6	36,8	37,0	36,6	36,8	36,9	37,3	36,5	34,5	34,5	36,9	37,2	36,2	36,8	31,3	35,0	35,1
Classificação	SATIS	SATIS	SATIS	POBRE	POBRE	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	POBRE	POBRE	SATIS	SATIS	SATIS	SATIS	POBRE	POBRE	POBRE

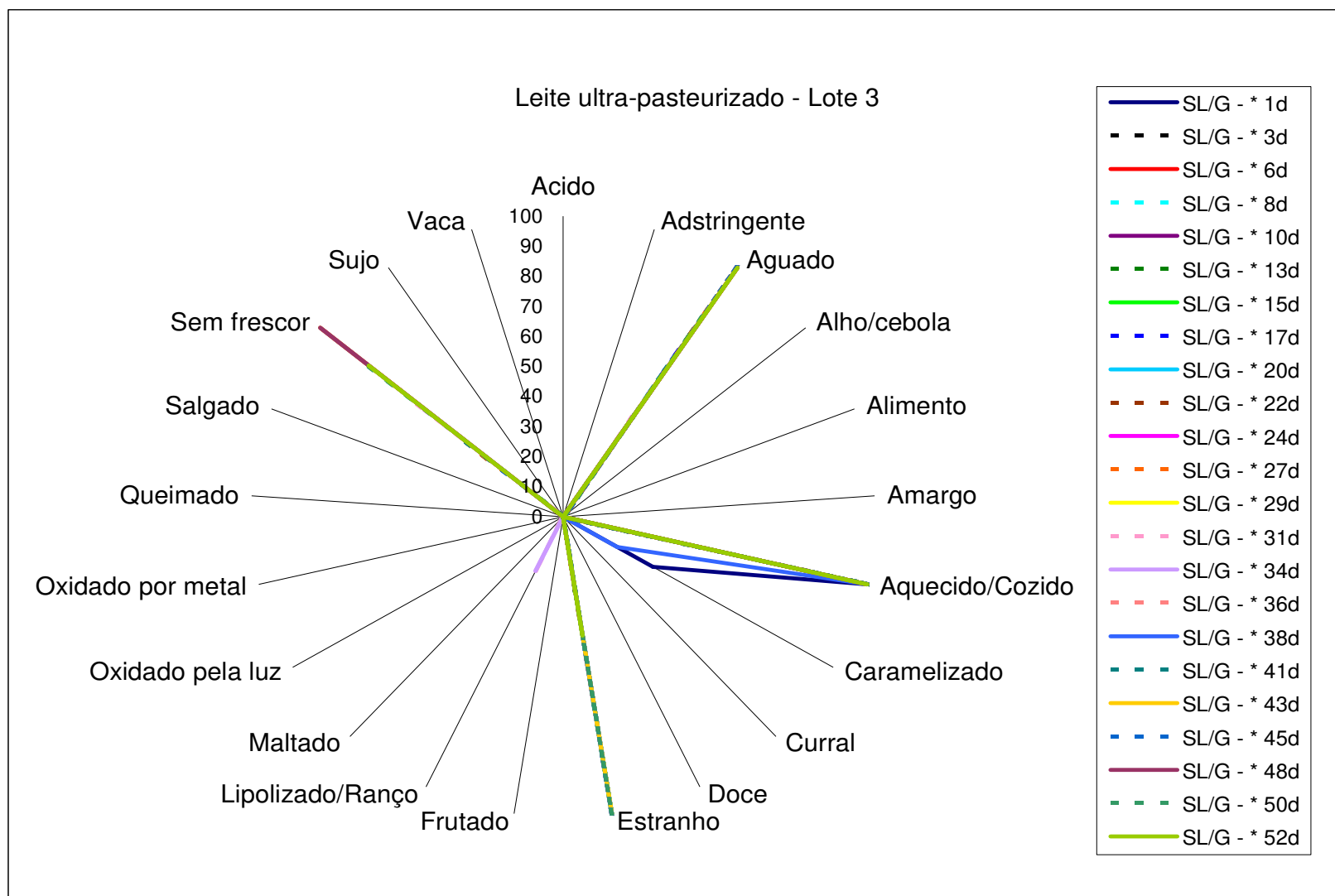
Legenda do Anexo 12

d - vida-de-prateleira em dias.

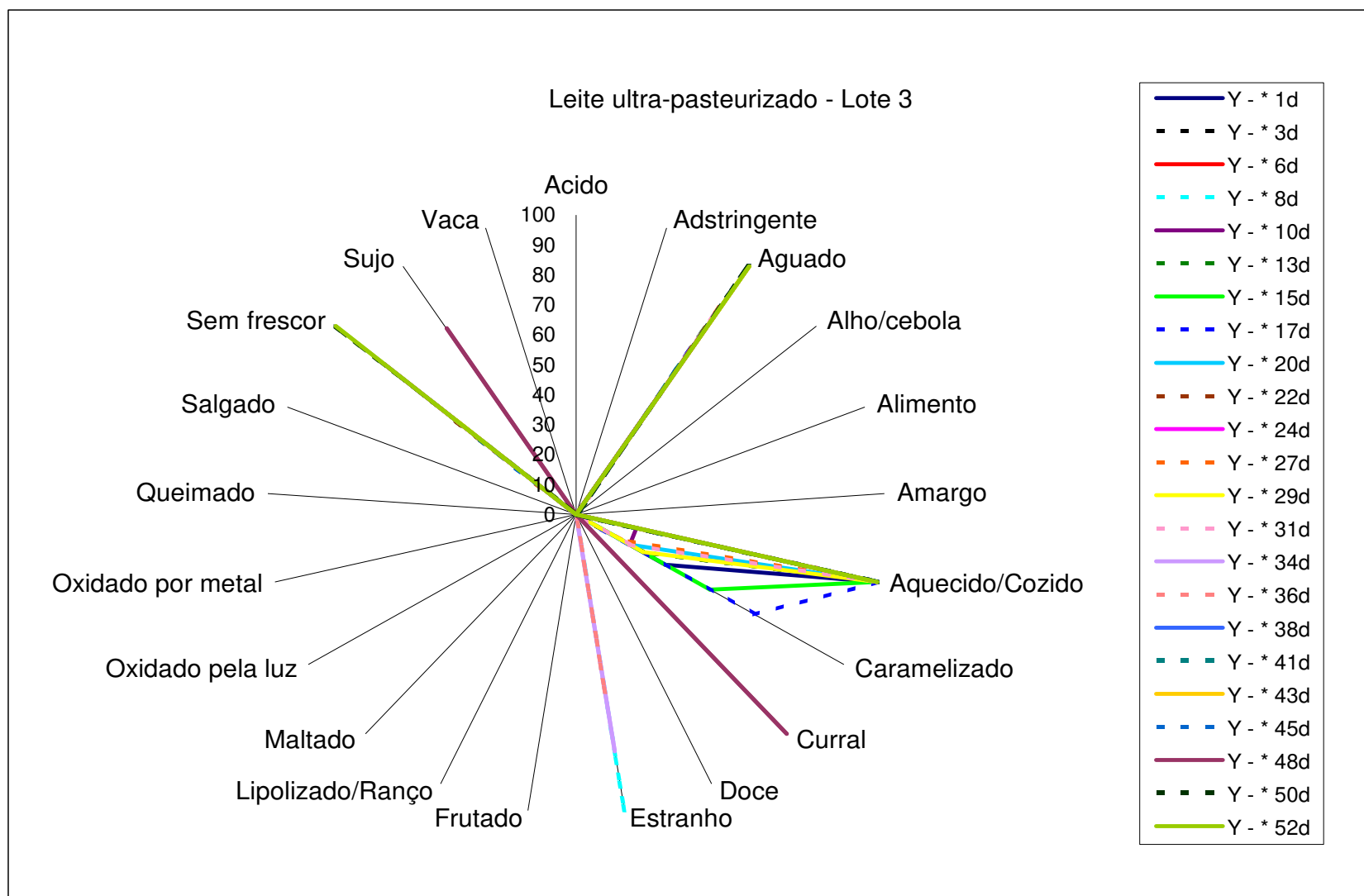
SL/S - * embalado dentro da sala limpa em saquinho; SL/G - * embalado dentro da sala limpa em garrafa sanitizada; Y - * embalado dentro da sala limpa em garrafa não sanitizada.



Perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado 138/SL/S no Lote 3, ao longo de 13 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)



Perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado 138/SL/G no Lote 3, ao longo de 52 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)



Perfil de defeitos do leite ultra-pasteurizado 138/Y no Lote 3, ao longo de 52 dias de estocagem (% de julgadores que registrou cada defeito)

Anexo 13. Ficha-de-avaliação utilizada no treinamento do painel de julgadores e no julgamento sensorial de defeitos de sabor dos leites processados

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE LEITE FLUIDO / CONTEST MILK SCORE CARD																				
Data:				Julgador:																
Defeitos de Sabor	Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5		Amostra 6		Amostra 7		Amostra 8		Amostra 9		Amostra 10	
	Sabor	Pontos	Sabor	Pontos	Sabor	Pontos	Sabor	Pontos	Sabor	Pontos	Sabor	Pontos	Sabor	Pontos	Sabor	Pontos	Sabor	Pontos	Sabor	Pontos
Acido																				
Adstringente																				
Aguado																				
Alho/cebola																				
Alimento																				
Amargo																				
Aquecido/Cozido																				
Caramelizado																				
Curral																				
Doce																				
Estranho																				
Frutado																				
lipolizado/Ranço																				
Maltado																				
Oxidado pela luz																				
Oxidado por metal																				
Queimado																				
Salgado																				
Sem fescor																				
Sujo																				
Vaca																				
Total de Pontos retirados/ Amostra																				
Nota Total por Amostra																				
Classe do Leite Quanto ao Sabor																				
*Intensidade para os defeitos: + suave/ ++definido/ +++ pronunciado																				
*Leite normal: 31 – 40 pontos																				
Observações e Comentários:																				