



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

**USO DE SORO DE QUEIJO E AMIDO DE MILHO
MODIFICADO NA QUALIDADE DO DOCE DE LEITE
PASTOSO**

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Luiza Maria Pierini Machado**, aprovado pela Comissão Julgadora em 29 de agosto de 2005.

Campinas, 29 de agosto de 2005.

Prof. Dra. Walkiria Hanada Viotto
Presidente da Banca

Luiza Maria Pierini Machado

Engenheira de Alimentos

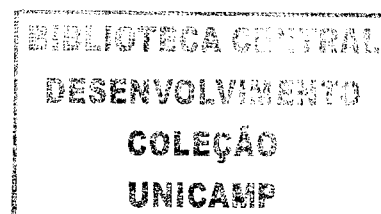
Mestre em Tecnologia de Alimentos

Dr^a. Walkiria Hanada Viotto

Orientadora

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
2005



UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	T/UNICAMP
	Machado
V	EX
TOMBO BC/	65886
PROC.	15-P-00096-05
C	☐
D	☒
PREÇO	11,00
DATA	05/10/09
Nº CPD	

Bib ID 366422

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

M18e Machado, Luiza Maria Pierini
 Uso de soro de queijo e amido de milho modificado na
 qualidade do doce de leite pastoso / Luiza Maria Pierini
 Machado. – Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Walkiria Hanada Viotto
 Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.
 Faculdade de Engenharia de Alimentos.

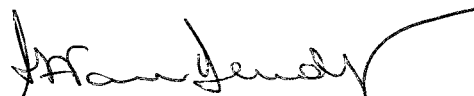
1. Doce-de-leite. 2. Soro de queijo. 3. Amido de
 milho. 4. Aceitabilidade. I. Viotto, Walkiria Hanada.
 II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
 Engenharia de Alimentos. III. Título.

(ckn/fea)

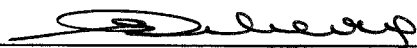
BANCA EXAMINADORA



Prof^ª Dr^ª WALKIRIA HANADA VIOTTO
(ORIENTADORA)

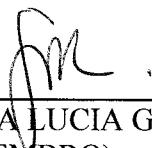


Dr^ª ARIENE GIMENES FERNANDES VAN DENDER
(MEMBRO)



Prof^ª Dr^ª ELIANA PAULA RIBEIRO
(MEMBRO)

Prof^ª Dr^ª MARIA APARECIDA AZEVEDO PEREIRA DA SILVA
(MEMBRO)



Prof^ª Dr^ª MIRNA LUCIA GIGANTE
(MEMBRO)



Prof. Dr. NELSON HORÁCIO PEZOA GARCIA
(MEMBRO)

“Deus está nos detalhes....”

Aos meus pais, Sergio e Deolinda
Pela oportunidade da vida, amor, carinho e incentivo,
Às minhas irmãs, Ana e Vanessa
Pela amizade e carinho...

Aos amores da minha vida,
Claudio, Felipe e Caio,
Pelo apoio incondicional, pelas horas de ausência,
Pela compreensão, pelo amor, carinho e força...
Vocês foram e sempre serão meu maior estímulo,
Amo muito vocês....

Agradecimentos

À Deus;

À professora Dr^a Walkiria Hanada Viotto, pela orientação, dedicação, paciência e principalmente a amizade durante estes anos;

Ao professor Dr. David A Banzatto, pelo carinho, apoio, disposição e imensa orientação durante todo o desenvolvimento das análises estatísticas do trabalho;

Aos amigos dos laboratórios da FEA, Beth, Ana Lourdes, Priscila, Ana Koon e José Roberto, pela amizade e grande colaboração;

À amiga Bia que sempre foi mais que simples amiga, pela força, incentivo e por dividir comigo todas as horas de alegria e tristeza;

Às amigas Claudia, eterna companhia nas longas horas de estrada; Márcia, Bel e Suze pela amizade, força e carinho;

Aos funcionários do Centro de Processamento e Desenvolvimento de Produtos Lácteos (CPDPL) da FEB, pela grande colaboração no processamento dos doces de leite;

Às alunas de iniciação científica Gabriela, Emanuela e Juliana pelos momentos de convívio e pelo grande auxílio na realização das análises físico-químicas e microbiológicas;

À banca examinadora pelas correções e sugestões, que muito contribuíram para este trabalho;

À Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) que me proporcionou uma oportunidade de crescimento profissional;

À Fundação Educacional de Barretos (FEB) pela doação da matéria prima e permissão para uso dos Laboratórios e Centro de Processamento e Desenvolvimento de Produtos Lácteos;

À National Starch & Chemical Industrial Ltda pela doação do amido de milho modificado utilizado na pesquisa.

INDICE

LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE FIGURAS	xxvii
RESUMO	liii
ABSTRACT	lvii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1. Doce de Leite	3
3.2. Qualidade do doce de leite	16
3.2.1. Cor	17
3.2.2. Características organolépticas	19
3.3. Comportamento reológico	21
3.3.1. Textura	22
3.4. Amido	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1. Material	25
4.1.1. Matéria prima	26
4.2. Métodos	26
4.2.1. Fabricação do doce de leite	26
4.2.2. Rendimento	28
4.2.3. Análises físico-químicas	28
4.2.4. Alterações durante o armazenamento	29
4.2.4.1. pH, acidez titulável e atividade de água	29
4.2.4.2. Avaliação da cristalização	30
4.2.4.3. Avaliação microbiológica	31
4.2.4.4. Cor	31
4.2.4.5. Perfil de Textura	32
4.2.4.6. Análise Sensorial	32

4.3. Delineamento Experimental e Análise Estatística	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
5.1. Composição dos leites	37
5.2. Composição dos doces de leite e Rendimento	39
5.3. Alterações durante o armazenamento	43
5.3.1. Acompanhamento da acidez, pH e Aw	43
5.3.2. Avaliação da cristalização	55
5.3.3. Avaliação microbiológica	76
5.3.4. Avaliação da cor (L*, a*, b*)	79
5.3.5. Avaliação da ocorrência de sinerese	91
5.3.6. Perfil de textura	94
5.3.6.1. Dureza- TPA	94
5.3.6.2. Adesividade – TPA	98
5.3.6.3. Coesividade – TPA	102
5.3.6.4. Gomosidade – TPA	106
5.3.6.5. Elasticidade – TPA	109
5.3.7. Análise Sensorial	114
6. CONCLUSÃO	153
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156
8. ANEXO 1	165

Lista de Tabelas

Tabela 3.1. Principais constituintes do leite e doce de leite pastoso, em 100g de amostra.....	4
Tabela 3.2. Limiar para percepção sensorial de arenosidade em doce de leite.....	14
Tabela 4.1. Variáveis e faixas de variação.....	36
Tabela 4.2. Delineamento experimental aleatorizado para as duas variáveis – valores reais.....	36
Tabela 5.1. ANOVA da composição das diferentes combinações de soro de queijo e leite.....	38
Tabela 5.2. Composição média (n=3) das diferentes combinações de soro de queijo e leite, utilizadas na fabricação dos doces de leite, em duplicatas.....	39
Tabela 5.3. ANOVA da composição e rendimento das diferentes formulações de doce de leite.....	40
Tabela 5.4. Composição e rendimento médio (n=2) dos doces de leite no dia da fabricação (tempo zero).....	41
Tabela 5.5. ANOVA dos valores de acidez dos doces de leite, avaliados durante o período de estocagem.....	43
Tabela 5.6. Acidez titulável dos doces de leite durante o período de estocagem.....	44

Tabela 5.7. ANOVA para o pH dos doces de leite durante o período de estocagem.....	47
Tabela 5.8. pH dos doces de leite durante o período de estocagem.....	48
Tabela 5.9. ANOVA dos valores de atividade de água (Aw) dos doces de leite durante o período de estocagem.....	51
Tabela 5.10. Atividade de água (Aw) dos doces de leite, fabricados com diferentes proporções de amido modificado e soro de queijo, durante o período de estocagem.....	52
Tabela 5.11. Numero de cristais - Doce elaborado com 0% amido e 0% soro de queijo – 9 meses de estocagem.....	56
Tabela 5.12. Numero de cristais - Doce elaborado com 0% amido e 15% soro de queijo – 9 meses de estocagem.....	57
Tabela 5.13. Numero de cristais - Doce elaborado com 0% amido e 30% soro de queijo – 6 meses de estocagem.....	58
Tabela 5.14. Numero de cristais - Doce elaborado com 0% amido e 30% soro de queijo – 9 meses de estocagem.....	59
Tabela 5.15. Numero de cristais - Doce elaborado com 0% amido e 45% soro de queijo – 6 meses de estocagem.....	60
Tabela 5.16. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,25% amido e 0% soro de queijo – 12 meses de estocagem.....	61

Tabela 5.17. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 0% soro de queijo – 6 meses de estocagem.....	63
Tabela 5.18. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 0% soro de queijo – 9 meses de estocagem.....	63
Tabela 5.19. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,75% amido e 0% soro de queijo – 9 meses de estocagem.....	64
Tabela 5.20. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,75% amido e 0% soro de queijo – 11 meses de estocagem.....	64
Tabela 5.21. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,25% amido e 15% soro de queijo – 9 meses de estocagem.....	65
Tabela 5.22. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 15% soro de queijo – 3 meses de estocagem.....	67
Tabela 5.23. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 15% soro de queijo – 6 meses de estocagem.....	67
Tabela 5.24. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 15% soro de queijo – 9 meses de estocagem.....	67
Tabela 5.25. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,75% amido e 15% soro de queijo – 12 meses de estocagem.....	68
Tabela 5.26. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 30% soro de queijo – 9 meses de estocagem.....	70

Tabela 5.27. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,25% amido e 45% soro de queijo – 3 meses de estocagem.....	72
Tabela 5.28. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,25% amido e 45% soro de queijo – 6 meses de estocagem.....	72
Tabela 5.29. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,25% amido e 45% soro de queijo – 9 meses de estocagem.....	72
Tabela 5.30. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 45% soro de queijo – 6 meses de estocagem.....	73
Tabela 5.31. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 45% soro de queijo – 9 meses de estocagem.....	74
Tabela 5.32. Numero de cristais - Doce elaborado com 0,75% amido e 45% soro de queijo – 9 meses de estocagem.....	74
Tabela 5.33. Contagem de <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g de doce de leite durante o período de estocagem.....	76
Tabela 5.34. Contagem de fungos e leveduras (UFC/g doce) nos doces de leite analisados durante o período de estocagem.....	77
Tabela 5.35. ANOVA dos valores do componente L* (luminosidade) da cor dos doces de leite durante o período de estocagem.....	79
Tabela 5.36. Característica do componente L* (luminosidade) de cor dos doces de leite durante o período de estocagem.....	80

Tabela 5.37. ANOVA dos valores do componente a* (vermelho) da cor dos doces de leite durante o período de estocagem.....	83
Tabela 5.38. Característica do componente a* (vermelho) da cor dos doces de leite durante o período de estocagem.....	84
Tabela 5.39. ANOVA dos valores do componente b* (amarelo) da cor dos doces de leite durante o período de estocagem.....	87
Tabela 5.40. Característica do componente b* (amarelo) da cor dos doces de leite durante o período de estocagem.....	88
Tabela 5.41. ANOVA dos valores de dureza - TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.....	94
Tabela 5.42. Valores médios (n=2) da Dureza - TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.....	95
Tabela 5.43. ANOVA dos valores de Adesividade - TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.....	98
Tabela 5.44. Valores médios (n=2) da Adesividade - TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.....	99
Tabela 5.45. ANOVA dos valores de Coesividade -TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.....	102
Tabela 5.46. Valores médios (n=2) da Coesividade - TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.....	103

Tabela 5.47. ANOVA dos valores de Gomosidade - TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.....	106
Tabela 5.48. Valores médios (n=2) da Gomosidade - TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.....	107
Tabela 5.49. ANOVA dos valores de Elasticidade - TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.....	110
Tabela 5.50. Valores médios (n=2) da Elasticidade - TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.....	110
Tabela 5.51. ANOVA para aparência e modo geral, avaliados nos doces de leite	114
Tabela 5.52. Médias dos resultados obtidos no teste de aceitação para aparência dos doces de leite após 0, 3 e 6 meses de fabricação.....	115
Tabela 5.53. Médias dos resultados obtidos no teste de aceitação para modo geral dos doces após 0, 3 e 6 meses de fabricação.....	117

Lista de Figuras

Figura 3.1. Fotomicrografias de cristais de lactose (A) e sacarose (B).....	6
Figura 4.1. Fluxograma do processamento do doce de leite.....	27
Figura 4.2. Ficha utilizada para o teste de aceitação dos doces de leite.....	34
Figura 4.3. Ficha utilizada para a escala do ideal na análise dos doces de leite.....	35
Figura 5.1. Superfície de resposta e de contorno para variação da Acidez Titulável dos doces de leite em relação ao soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.....	45
Figura 5.2. Superfície de resposta e de contorno para variação da Acidez Titulável dos doces de leite em relação ao amido de milho modificado e o tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.....	46
Figura 5.3. Superfície de resposta e de contorno para variação da Acidez Titulável dos doces de leite em relação ao soro de queijo e tempo de Estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.....	46
Figura 5.4. Superfície de resposta e de contorno para variação do pH dos doces de leite em relação ao soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.....	49
Figura 5.5. Superfície de resposta e de contorno para variação do pH dos doces de leite em relação ao soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.....	49

Figura 5.6. Superfície de resposta e de contorno para variação do pH dos doces de leite em relação ao amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.....	50
Figura 5.7. Superfície de resposta e de contorno para variação da A_w dos doces de leite em relação ao soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.....	52
Figura 5.8. Superfície de resposta e de contorno para variação da A_w dos doces de leite em relação ao soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho	53
Figura 5.9. Superfície de resposta e de contorno para variação da A_w dos doces de leite em relação ao amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.....	54
Figura 5.10. Fotomicrografias de cristais de lactose presentes em doce de leite tradicional, estocado 5 meses sob refrigeração.....	55
Figura 5.11. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0% amido de milho modificado e 0% soro de queijo aos nove meses de estocagem.....	56
Figura 5.12. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0% de amido de milho modificado e 15% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.....	58
Figura 5.13. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0% de amido de milho modificado e 30% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.....	59

Figura 5.14. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0% de amido de milho modificado e 45% de soro de queijo aos seis meses de estocagem.....	60
Figura 5.15. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,25% de amido de milho modificado e 0% de soro de queijo aos doze meses de estocagem.....	62
Figura 5.16. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,5% de amido de milho modificado e 0% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.....	63
Figura 5.17. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,75% de amido de milho modificado e 0% de soro de queijo aos onze meses de estocagem.....	65
Figura 5.18. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,25% de amido de milho modificado e 15% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.....	66
Figura 5.19. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,5% de amido de milho modificado e 15% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.....	68
Figura 5.20. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,75% de amido de milho modificado e 15% de soro de queijo aos doze meses de estocagem.....	69
Figura 5.21. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,25% de amido de milho modificado e 30% de soro de queijo aos doze meses de estocagem.....	69

Figura 5.22. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,75% de amido de milho modificado e 30% de soro de queijo aos onze meses de estocagem.....	70
Figura 5.23. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,5% de amido de milho modificado e 30% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.....	70
Figura 5.24. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,25% de amido de milho modificado e 45% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.....	73
Figura 5.25. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,5% de amido de milho modificado e 45% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.....	75
Figura 5.26. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,75% de amido de milho modificado e 45% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.....	75
Figura 5.27. Superfície de resposta e de contorno para o componente (L*) luminosidade da cor dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado.....	80
Figura 5.28. Superfície de resposta e de contorno para o componente (L*) luminosidade da cor dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem.....	81
Figura 5.29. Superfície de resposta e de contorno para o componente (L*) luminosidade da cor dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem.....	82

Figura 5.30. Superfície de resposta e de contorno para o componente
(a*) vermelho da cor dos doces de leite em relação à variação do soro
de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.....85

Figura 5.31. Superfície de resposta e de contorno para o componente
(a*) vermelho da cor dos doces de leite em relação à variação do soro
de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.....85

Figura 5.32. Superfície de resposta e de contorno para o componente
(a*) vermelho da cor dos doces de leite em relação à variação do amido
de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro
de queijo.....86

Figura 5.33. Superfície de resposta e de contorno para o componente
(b*) amarelo da cor dos doces de leite em relação à variação do soro
de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.....89

Figura 5.34. Superfície de resposta e de contorno para o componente
(b*) amarelo da cor dos doces de leite em relação à variação do soro
de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.....89

Figura 5.35. Superfície de resposta e de contorno para o componente
(b*) amarelo da cor dos doces de leite em relação à variação do amido
de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de
queijo90

Figura 5.36. Tempo de início de separação de fases em doces elaborados
sem soro de queijo e com diferentes % de amido de milho.....92

Figura 5.37. Tempo de início de separação de fases em doces elaborados
com 45% de soro de queijo e com diferentes % de amido de milho.....92

Figura 5.38. Superfície de resposta e de contorno para Dureza – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.....	95
Figura 5.39. Superfície de resposta e de contorno para Dureza – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.....	96
Figura 5.40. Superfície de resposta e de contorno para Dureza – TPA dos doces de leite em relação à variação do amido de milho e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.....	97
Figura 5.41. Superfície de resposta e de contorno para Adesividade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.....	100
Figura 5.42. Superfície de resposta e de contorno para Adesividade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.....	100
Figura 5.43. Superfície de resposta e de contorno para Adesividade – TPA dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.....	101
Figura 5.44. Superfície de resposta e de contorno para Coesividade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.....	104
Figura 5.45. Superfície de resposta e de contorno para Coesividade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.....	104

Figura 5.46. Superfície de resposta e de contorno para Coesividade – TPA dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.....	105
Figura 5.47. Superfície de resposta e de contorno para Gomosidade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.....	107
Figura 5.48. Superfície de resposta e de contorno para Gomosidade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.....	108
Figura 5.49. Superfície de resposta e de contorno para Gomosidade – TPA dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.....	109
Figura 5.50. Superfície de resposta e de contorno para Elasticidade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.....	111
Figura 5.51. Superfície de resposta e de contorno para Elasticidade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.....	112
Figura 5.52. Superfície de resposta e de contorno para Elasticidade – TPA dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.....	113
Figura 5.53. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	119

Figura 5.54 Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	120
Figura 5.55. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	121
Figura 5.56. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	122
Figura 5.57. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	122
Figura 5.58. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	123
Figura 5.59. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	123
Figura 5.60. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	124
Figura 5.61. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	125

Figura 5.62. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	125
Figura 5.63. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	126
Figura 5.64. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	126
Figura 5.65. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	127
Figura 5.66. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	128
Figura 5.67. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	128
Figura 5.68. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	129
Figura 5.69. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	130

Figura 5.70. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	131
Figura 5.71. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	131
Figura 5.72. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	132
Figura 5.73. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	133
Figura 5.74. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	133
Figura 5.75. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	134
Figura 5.76. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	135
Figura 5.77. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	136

Figura 5.78. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	136
Figura 5.79. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	137
Figura 5.80. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	137
Figura 5.81. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	138
Figura 5.82. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	139
Figura 5.83. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	139
Figura 5.84. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	140
Figura 5.85. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	141

Figura 5.86. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do Doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	141
Figura 5.87. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	142
Figura 5.88. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	143
Figura 5.89. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	144
Figura 5.90. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	144
Figura 5.91. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	145
Figura 5.92. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	145
Figura 5.93. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	146

Figura 5.94. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	147
Figura 5.95. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	147
Figura 5.96. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	148
Figura 5.97. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	149
Figura 5.98. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	150
Figura 5.99. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	150
Figura 5.100. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.....	150

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes proporções de soro de queijo e diferentes concentrações de amido de milho modificado no rendimento de fabricação, formação de cristais de lactose, cor, atividade de água, perfil de textura (TPA), qualidade microbiológica e aceitabilidade do doce de leite pastoso. As concentrações de amido estudadas foram zero, 0,25, 0,5 e 0,75% do volume de leite. O leite foi substituído por soro de queijo na proporção de zero, 15, 30 e 45%. Foram avaliadas 16 combinações de soro de queijo e amido de milho modificado em duplicata, resultando em 32 processamentos de doce de leite. A acidez titulável das misturas de leite e soro de queijo foram ajustadas com bicarbonato de sódio, até 13°D; acrescidas de 25% de açúcar e diferentes % de amido; concentradas a temperatura de cerca de 105°C até 57°Brix, adicionadas de 2% de glicose e concentradas até 68°Brix. O doce foi então resfriado à 70°C, embalado em potes de vidro e armazenados à temperatura ambiente. A composição química dos doces foi avaliada, logo após a fabricação e o rendimento foi calculado. Análises de pH, atividade de água, cristalização da lactose, cor instrumental e perfil de textura (TPA) do doce de leite foram realizadas mensalmente. A enumeração de bolores e leveduras e a presença de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva, bem como a avaliação sensorial dos doces de leite foram determinadas a cada 3 meses de estocagem. Os maiores rendimentos de fabricação foram obtidos para os doces elaborados sem adição de soro de queijo, independente da quantidade de amido de milho adicionado. O aumento da concentração de amido resultou em aumento da umidade do doce de leite ($p < 0,01$). Quanto maior a proporção de soro de queijo utilizada, maior foi o teor de lactose ($p < 0,05$). A atividade de água dos doces aumentou com o aumento da % de amido de milho, mas se manteve praticamente inalterada durante todo o período de estocagem. Não houve formação de cristais de lactose, em tamanho e número perceptíveis sensorialmente, durante todo o período de estocagem, independente do tratamento utilizado. Embora o amido de milho tenha promovido uma maior retenção de água, o número de fungos e leveduras só ultrapassou os limites permitidos pela legislação em alguns casos, e após oito meses de estocagem. Durante o período de armazenamento estudado, todos os doces apresentaram ausência de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva. A avaliação instrumental da cor

indicou que quanto maior foi a concentração de soro de queijo e de amido de milho, maior foi a luminosidade do doce de leite. Quanto maior a % de soro de queijo empregada, maior foi a intensidade do componente vermelho (a^*), o que pode ser atribuído ao maior teor de lactose presente, que resultou em maior intensidade da Reação de Maillard. O aumento da % de amido resultou em diminuição do componente vermelho (a^*). As diferentes % de amido e de soro resultaram em variações estatisticamente significativas ($p < 0,01$) na intensidade do componente amarelo (b^*); essas variações foram, entretanto, muito pequenas e, provavelmente, sem nenhuma importância do ponto de vista prático. O tempo de estocagem quase não alterou a luminosidade e a intensidade do componente amarelo (b^*) do doce de leite, porém intensificou o componente vermelho (a^*). O emprego de maiores % de amido de milho resultou em um aumento da viscosidade e da consistência. A análise instrumental do perfil de textura mostrou que os doces apresentaram maior maciez e menores adesividade, gomosidade e elasticidade quando foram fabricados pela combinação de maiores % de amido e soro de queijo. A coesividade do doce de leite aumentou com o aumento da % de amido de milho, independente da % de soro de queijo utilizada. Com o aumento do tempo de estocagem, houve uma perda lenta e gradativa da maciez e da coesividade, além de aumento da adesividade e gomosidade do doce de leite. O doce, elaborado com a maior proporção de soro de queijo (45%) e a maior concentração de amido de milho (0,75%), recebeu as melhores notas de aceitação em relação à aparência, cor, consistência e o modo geral; os provadores também atribuíram a este doce a maior intenção de compra, independente do tempo de estocagem. Houve ocorrência de sinerese no doce de leite, principalmente quando se usou 45 % de soro de queijo combinado com pequena % de amido de milho. Em geral, doces com maiores % de amido não apresentaram separação de fases durante maior tempo de estocagem. Altas concentrações de soro de queijo (45%) e de amido (0,75%) resultaram em doce de leite com boa estabilidade física e microbiológica e excelente aceitação sensorial.

Palavras-chave: doce de leite, soro de queijo, amido de milho, rendimento, aceitação sensorial.

ABSTRACT

This work had for objective to evaluate the effect of the different proportions of whey and different concentrations of modified corn starch in a yield production, lactose crystals formation, color, water activity, texture profile (TPA), microbiological quality and dulce de leche acceptability. The starch concentrations studied were zero, 0,25, 0,5 e 0,75% in bulk milk. The milk was replaced for whey in a proportion of zero, 15, 30 e 45%. Were evaluated 16 combining of whey and modified corn starch in two repetitions, resulting in 32 dulce de leche processing bathes. The acidity of milk and whey mixtures were corrected with sodium bicarbonate, until 13°D; increases with 25% of sugar and differents % of starch; concentraded at temperature about 105°C until 57°Brix, increased with 2% of glucose and than concentraded until 68°Brix. The dulce was then chilled at 70°C, packed in a glass and stored at room temperature. The dulce chemical composition was evaluated, soon after the processing and the yield was calculated. Analysis of pH, water activity, lactose crystallization, instrumental color and profile texture (TPA) of dulce de leche were done monthly. The enumeration of mould and yeast and the presence of *Staphylococcus aureus* positive coagulase, as well as the sensory analysis of dulce de leche were done each three month of storage. The higher yields of processing were obtained for dulces prepared without increase of whey, independent of content of corn starch added. The increase of concentration in starch results in increase of dulce de leche humedad ($p<0,01$). The bigger the whey proportion used, the higher was the lactose contents ($p<0,05$). The dulce's water activity increased with increase in % starch, but still almost unchangeable during the storage. There was no lactose crystals formation in size and number perceived sensority, during all storage time, independent of bach processing. Although the starch lead to a bigger water retention, the yeast and molds growth only exceed the permitted legislation limits in some cases and after eight-month-storaged. During the storage time studied, every dulces showed absence of *Staphylococcus aureus* positive coagulase. The color instrumental evaluation showed that the bigger was the corn starch and whey concentrations the higher was the dulce de leche luminosity. The bigger the % of whey used, the higher was the intensity of red component (a^*), that can be attributed on higher present lactose contents that resulting in major intensity of Maillard's reaction. The

increase of % starch results in decreases of red component (a^*). The different % of starch and whey results in significant statistical changes ($p < 0,01$) in intensity of yellow component (b^*); these variations were, however, very little and, probably, with no importance, in a practical point of view. The storage time almost doesn't change the dulce de leche luminosity and the intensity of yellow component (a^*), but increased the red component (a^*). The use of higher % corn starch results in increase of the viscosity and consistency. The instrumental evaluation of profile texture showed that dulces exhibited a bigger smoothness and smaller adhesiveness, gumminess and springiness when were made by combining the higher % of starch and whey. The dulce de leche cohesiveness increased with increased of % corn starch, independent of the whey proportion used. With the increase of the storage time, there was a slow and gradual loss of smoothness and cohesiveness, besides dulce de leche's increase in the adhesiveness and gumminess. The dulce de leche fabricated with the major whey proportion (45%) and the higher starch corn concentration (0,75%), received the best acceptance notes in relation to appearance, color, consistency and the overall preference, the non-trained tasters attributed this dulce the higher intention of purchase, independent of storage time. There was sinerese in a dulce de leche, mainly when used 45% of whey combined with small % corn starch. In general, dulces with higher % of starch don't show phase separation during long storage time. Higher concentration of whey (45%) and starch (0,75%) results in good physical and microbiological stability and excellent sensory acceptance.

Key-words: dulce de leche, whey, corn starch, yield, sensory acceptance.

1. INTRODUÇÃO

O doce de leite é um produto lácteo característico dos países do Mercosul, principalmente da Argentina e do Brasil. É consumido basicamente como sobremesa, puro ou combinado com pães, biscoitos, frutas e queijos, podendo opcionalmente ser empregado para confeitaria ou sorveteria.

A produção nacional de doce de leite embora se mantenha estável nos últimos dez anos, atingiu seu ápice em 1995, com 52,3 t produzidas. Nos últimos cinco anos a produção se encontra ao redor de 34 t/ano.

Tecnologicamente, o doce de leite se enquadra entre os leites conservados por evaporação e adição de açúcar, de modo que, em função da alta pressão osmótica criada, pode ser conservado à temperatura ambiente. Apresenta normalmente uma consistência cremosa ou pastosa e homogênea, textura fechada, sem grumos, flocos ou bolhas, cor castanho caramelado brilhante proveniente da Reação de Maillard, aroma próprio e sabor característico, não enjoativo nem demasiadamente doce, deve dissolver bem na boca, sem cristais perceptíveis sensorialmente. Em sua composição uma extensa lista de aditivos e coadjuvantes de processamento são permitidos. O emprego de amidos ou amidos modificados em até 0,5g/100mL de leite é permitido e considerado como ingrediente (BRASIL, 1997).

Com um teor de umidade e açúcares (excluída a lactose) estabelecidos em 30% e 60%, respectivamente, segundo a resolução nº 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, o doce de leite é um produto que apresenta boa estabilidade química e microbiológica, porém baixa estabilidade física provocada pela cristalização, tanto da lactose como dos açúcares adicionados, o que confere ao produto uma textura arenosa.

Para solucionar o problema da cristalização da lactose no doce de leite, tem sido proposto a diminuição da concentração da lactose, adição de caseinato de sódio, hidrólise

enzimática da lactose por β -galactosidase ou cristalização induzida da lactose pela semeadura com lactose (HOSKEN, 1969; VALLE & FIGUEIREDO, 1980; SOUZA *et al.*, 1980; COELHO, 1980; SOUZA *et al.*, 1981; MARGAS *et al.*, 1982; SILVA *et al.*, 1984; SABIONI *et al.*, 1984; PIRES, 1994).

É sabido que inúmeras indústrias têm adicionado soro de queijo ao leite ou substituído parcialmente o leite pelo soro com o objetivo de aumentar o rendimento e diminuir os custos de fabricação do doce de leite. Entretanto, não há nenhum estudo a esse respeito, nem conhecimento de como a adição de soro afeta a qualidade e o tempo de vida útil do produto.

O emprego de amido de milho, nativo ou modificado, na fabricação do doce de leite passou a ser permitido, pela legislação brasileira, a partir de 1997, porém com limite estabelecido em 0,5%. Sua utilização pode contribuir na consistência e rendimento do produto em função da retenção de água proporcionada, além de auxiliar no controle da cristalização da lactose. O amido nativo é propenso a retrogradação, enquanto nos modificados esta transformação é minimizada ou mesmo eliminada.

O emprego de amido e soro de queijo na fabricação do doce de leite pode afetar as características de textura, consistência e cor, além do rendimento e vida útil do doce de leite. O conhecimento do efeito da adição de soro de queijo e de amido modificado na qualidade, rendimento e vida útil do doce de leite é um primeiro passo para a otimização do processo de fabricação e aumento da competitividade da indústria nacional.

2. OBJETIVO

Avaliar o efeito do emprego de soro de queijo e amido de milho modificado em diferentes proporções no processamento de doce de leite pastoso, em relação a:

- 1- Rendimento de fabricação
- 2- Cristalização da lactose
- 3- Cor/brilho

- 4- Aw
- 5- Perfil de textura
- 6- Acompanhamento microbiológico:
 - Contagem de fungos e leveduras
 - *Staphylococcus aureus* coagulase positiva
- 7- Teste de aceitação do consumidor, pela avaliação de:
 - Sabor
 - Cor
 - Textura
 - Consistência
 - Aparência geral
- 8- Intenção de compra

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Doce de Leite

O doce de leite é o produto, com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor à pressão atmosférica ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme, adicionado de sacarose, que pode ser parcialmente substituída por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos. De acordo com o conteúdo de matéria gorda, o doce de leite é classificado em “doce de leite” (6,0 – 9,0%), e “doce de leite com creme (>9,0%)” (BRASIL, 1997).

Encontrado em diversas regiões do país, é comercializado sob a forma de pasta ou em tabletes, diferindo apenas na concentração de sólidos (MARGAS, *et al.*, 1982). Entre os produtos em pasta encontrados no mercado, há grande variação das características de cor, consistência, corpo e textura, em razão da falta de um padrão estabelecido.

O processo de fabricação do doce de leite compreende basicamente a ebulição de todo o leite adicionado de sacarose até concentração de 70% em sólidos totais. A sacarose

normalmente é parcialmente substituída por xarope de glicose, visando evitar a cristalização. O bicarbonato de sódio, outro ingrediente adicionado, intensifica as reações de escurecimento e previne a coagulação das proteínas. Durante a evaporação, ocorre uma intensa reação de escurecimento não enzimático, resultando em um produto de coloração caramelo, com características organolépticas agradáveis (MORO & HOUGH, 1985).

O doce de leite, como é basicamente leite concentrado adicionado de açúcar, apresenta um valor nutritivo considerável e, aliado ao fato de apresentar estabilidade microbiológica e ser agradável ao paladar, é um produto que pode contribuir com importante parcela das proteínas, calorias, vitaminas e minerais na dieta alimentar, como pode ser observado na Tabela 3.1 (MARTINS & LOPES, 1981).

Tabela 3.1. Principais constituintes do leite e doce de leite pastoso, em 100g de amostra.

Constituintes	Leite de vaca, integral e cru	Doce de Leite
Calorias	65	322
Umidade(g)	87,6	26,6
Proteínas (g)	3,3	8,3
Matéria graxa (g)	3,4	8,3
Lactose (g)	4,7	10,2
Outros açúcares (g)	0,0	45,3
Cinzas (g)	0,7	1,4
Cálcio (mg)	120	280
Fósforo (mg)	95	220
Ferro (mg)	0,05	0,20

Fonte: MARTINS & LOPES (1981).

A elaboração do doce de leite requer uma matéria prima de boa qualidade principalmente em relação à qualidade organoléptica e acidez. A acidez titulável do leite, ao redor de 17 a 20°D, é elevada para a produção do doce que durante a etapa da concentração promoverá uma desestabilização das proteínas com conseqüente formação de agregados que conferirão um aspecto de “talhado” ao doce. A correção da acidez, até a faixa de 12 a 13°D, é realizada com o emprego de bicarbonato de sódio.

A umidade do produto final e o teor de sólidos da matéria prima definem a quantidade de açúcar a ser adicionado, estando normalmente ao redor de 18 a 28%;

menores concentrações de açúcar requerem maior evaporação e, conseqüentemente, um rendimento menor. O excesso resulta em um doce grosseiro, com baixa qualidade, por possuir poucos sólidos de leite e mais susceptível à formação de cristais de lactose ou mesmo de sacarose (MARTINS & LOPES, 1981).

A lactose é o principal carboidrato do leite. Trata-se de um açúcar redutor, composto por galactose e glicose através de uma ligação glicosídica β 1-4, podendo apresentar-se como α e β - anômeros, que diferem por suas propriedades físicas, principalmente pelo poder de rotação e características de solubilidade e cristalização. Sua presença contribui para o valor nutricional do leite e produtos lácteos, porém pode afetar a textura de certos derivados concentrados ou congelados e está envolvida nas mudanças induzidas pelo calor, na cor e sabor de produtos altamente aquecidos. A lactose tem uma tendência de formar soluções supersaturadas que não cristalizam prontamente, o que causa problemas em muitos produtos lácteos caso não sejam aplicados controles adequados, pois sua solubilidade depende da temperatura. Os problemas são principalmente devidos à formação de grandes cristais, que ocorrem quando um número suficiente de cristais for formado, causando arenosidade, o que dependerá do grau de saturação, viscosidade, agitação, temperatura e mutarrotação (FOX & McSWEENEY, 1998). Cristais de lactose e sacarose em soluções puras foram fotografadas por HUNZIKER (1934), citado por TERAN-ORTIZ (1988), conforme mostra a Figura 3.1.

A solubilidade da lactose é diretamente proporcional ao aumento da temperatura; a 15°C, a lactose apresenta uma rotação óptica inicial de +89,4° que se reduz progressivamente, apresentando após 24 horas +55,4°, correspondente ao equilíbrio entre as formas (62% de β e 38% de α). Este fenômeno de mutarrotação representa a transformação de parte da fração α em β , e explica as características particulares da solubilidade, sendo a solubilidade inicial (7,3g/100g de água) fornecida pela α -lactose. Após 24 horas a solubilidade final (17g/100g de água) é atingida pela conversão de parte da α -lactose em β -lactose, que é mais solúvel, até o equilíbrio ($\beta/\alpha=1,63$ a 15°C). Já a 100°C, a solubilidade inicial é de 70g/100g de água, o que justifica o fato do resfriamento de uma solução saturada de lactose levar à cristalização. Tal fenômeno não ocorre imediatamente, pois o

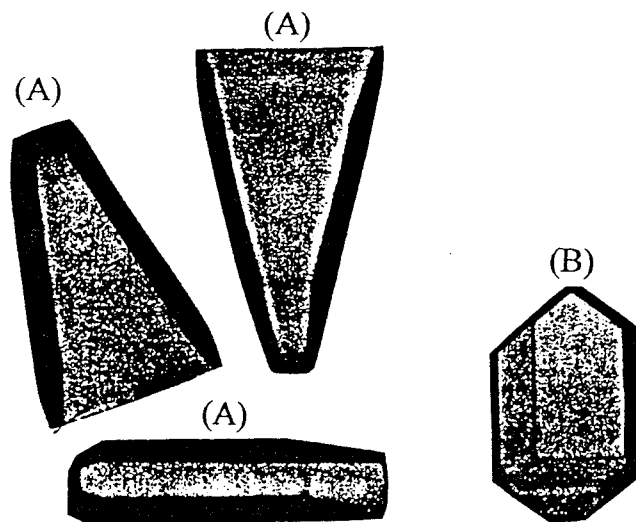


Figura 3.1. Fotomicrografias de cristais de lactose (A) e sacarose (B).
Fonte: TERAN-ORTIZ (1988).

mecanismo de formação dos cristais ocorre de maneira inversa à solubilização, ou seja, a α -lactose menos solúvel, cristaliza-se primeiro na forma de mono-hidrato. Concomitantemente para que o equilíbrio entre as formas permaneça, há uma inversão da forma β - para a α - que se cristaliza imediatamente, o processo continua até que todo o excesso de lactose dissolvida em solução se cristalice sob a forma de α -mono-hidrato (VEISSEYRE, 1988).

Segundo HOUGH *et al.* (1990), em um doce de leite padrão (leite com 12% de sólidos totais; 4,5% de lactose; 20% de sacarose), a concentração da lactose é de 9,85g/100g. Um doce com 70% de sólidos totais, considerando a fase aquosa, possui 33g de lactose/100g de água. A solubilidade final da lactose a 15°C e 30°C é de 16,9 e 24,8g/100g de água, respectivamente (WEBB *et al.*, 1980). Portanto, mesmo sem interferências, a lactose no doce de leite se encontra em solução supersaturada. A presença simultânea da sacarose (146g/100g água) reduz substancialmente a solubilidade da lactose (NICKERSON

& MOORE, 1972). Nas condições, portanto, do doce de leite, é inevitável que ocorra a cristalização da lactose devido à baixa solubilidade da lactose aliada à adição de sacarose em uma solução supersaturada de lactose, onde ocorre agitação e resfriamento. O controle da cristalização é o principal problema na produção do leite concentrado açucarado, soro em pó e outros produtos lácteos como o sorvete e leite em pó, entre outros. No doce de leite, com a adição de cerca de 25% de sacarose e com o aumento da concentração de sólidos, é inevitável que após algum tempo de armazenamento, ocorra o aparecimento de cristais no doce (SANTOS *et al.*, 1977).

De acordo com HOSKEN (1969), à temperatura de 55°C, o doce de leite apresenta uma solução saturada de lactose. Durante o resfriamento, a quantidade de lactose em excesso é pequena e a formação de cristais é lenta. À medida que a temperatura do doce diminui, a supersaturação da lactose aumenta e a velocidade da cristalização também aumenta, atingindo seu máximo a 30°C.

FOX & McSWEENEY (1998) afirmaram que a solução de lactose possui larga faixa de saturação, suportando alto grau de supersaturação antes que a cristalização espontânea ocorra, podendo levar até meses para formar cristais. De acordo com SANTOS *et al.* (1977), os cristais de lactose, no doce de leite, aparecem geralmente durante o primeiro mês de estocagem. Já PINTO (1979) afirma que a cristalização se torna aparente, geralmente, após 45 dias de estocagem.

O processamento do doce de leite, embora empregue uma tecnologia simples, apresenta alguns problemas tecnológicos, sendo um deles a desestabilização das proteínas durante a concentração, o que é corrigido com a redução da acidez do leite através do emprego de bicarbonato, fosfato e citrato de sódio. A estabilidade microbiológica, que depende principalmente do controle higiênico do processo, deve ser atingida para evitar desenvolvimento de fungos e leveduras que podem ocorrer mesmo em condições de alta pressão osmótica do produto. A estabilidade física depende do controle da cristalização da lactose (SANTOS, 1976).

HOSKEN (1969), em um estudo abrangente sobre vida útil e cristalização do doce de leite elaborado pelo processo padrão e armazenado por até 120 dias, avaliou separadamente o efeito do emprego de lactose em pó (0,04%); substituição de parte da sacarose por quantidades iguais de glicose (1, 2, 3 e 5%); redução da quantidade de sacarose de 19,4% para 18,5% com diferentes combinações de amido (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%); substituição da sacarose por 16% de açúcar invertido e a combinação do emprego de 13% de açúcar invertido e 6% de leite em pó desnatado. O estudo indicou que o processo de sementeira da lactose foi eficiente para evitar a cristalização, porém resultou em aumento do tempo de produção, além de induzir à formação de bolhas. A adição do amido embora tenha promovido um aumento de até 20% no rendimento e evitado a formação de cristais, alterou significativamente as características do doce de leite. O emprego do açúcar invertido resultou em um doce de boa qualidade, porém mais doce e de coloração mais intensa. Os melhores resultados foram obtidos com o emprego de 2% de glicose e, segundo o autor, quantidades maiores resultaram em alterações no paladar, coloração e consistência.

Segundo BOLANOWSKI (1965), citado por MARGAS *et al.* (1982), o controle da cristalização pode ocorrer pelo aumento da viscosidade, à medida que os ingredientes são resfriados. A viscosidade retarda a cristalização e a taxa de transferência de calor, o que gera a necessidade da agitação e escolha do equipamento adequado.

SOUZA *et al.* (1980), avaliando o efeito combinado de diferentes níveis de acidificação (18, 20, 25, 30 e 35°D) com diferentes tempos de tratamento térmico (0, 30, 60 e 90 minutos) do leite empregado na fabricação de doce de leite, armazenado a 19°C durante até 180 dias, verificaram não haver alterações significativas no teor de açúcares redutores no doce de leite. Quanto maior a acidez do leite, menor foi a aceitação dos doces, em função do sabor acentuado de neutralizante, além das alterações verificadas em relação ao corpo do doce nos menores tempos de tratamento térmico e textura talhada nos tempos maiores. A preferência também foi afetada negativamente com o aumento do tempo de armazenamento em função do aumento da cristalização e da geleificação que sofreram tratamento térmico prolongado e foram elaborados com leite mais ácido.

SOUZA *et al.* (1981) observaram que formulações para doce de leite pastoso, contendo adição de até 30,43% de extrato protéico de soja, apresentaram maior vida de prateleira, melhor textura e a cristalização da lactose ocorreu de forma reduzida e lenta. Há evidências de que esta melhoria seja devido às proteínas e lecitina presentes no extrato de soja. A capacidade de melhorar a textura é, talvez, uma das propriedades mais importantes das proteínas da soja, principalmente as globulinas, que promovem e estabilizam as emulsões, absorvem e retêm a umidade do produto e, dependendo da concentração e aquecimento, aumentam a viscosidade e tendem a geleificação. Estas propriedades funcionais dificultam a cristalização da lactose no doce de leite.

A necessidade da melhoria na tecnologia de fabricação e do controle da cristalização da lactose no doce de leite tem gerado vários estudos.

VALLE & FIGUEIREDO (1980) propuseram a incorporação de β -galactosidase ao leite para evitar a cristalização da lactose. A enzima promoveu uma hidrólise parcial da lactose que resultou na formação de glicose e galactose, com conseqüente redução de lactose no produto final. Os resultados mostraram que não houve o aparecimento de cristais durante os 360 dias de estocagem à temperatura ambiente e sob refrigeração a 12 - 15°C, com o emprego da enzima, enquanto o doce de leite processado pelo método convencional, com leite não hidrolisado, apresentou cristais de lactose aos 40 dias de estocagem, à temperatura ambiente.

COELHO (1980) utilizou a enzima lactase nas concentrações de 20 a 2000 mg/L de leite, na fabricação do doce, visando evitar a cristalização e aumentar assim sua vida útil. Um teor de 20 mg enzima/L evitou a cristalização por um período de 180 dias de armazenamento à temperatura ambiente, e com 40 mg/L, nas mesmas condições, o período de vida útil foi estendido para um ano.

SILVA *et al.* (1984) estudaram a viabilidade técnica do emprego da enzima β -D-galactosidase (EC 3.2.1.23), em diferentes concentrações (0, 20, 30, 40 e 60 mg/L), com a finalidade de minimizar o problema da cristalização no doce de leite. Os autores

correlacionaram a hidrólise parcial da lactose com as características organolépticas do doce de leite, durante o período de estocagem refrigerada (5°C). O emprego da enzima em concentrações entre 20 e 60 mg/L proporcionou aumento no grau de hidrólise da lactose de 7,1 a 28%, respectivamente. A vida útil do doce de leite apresentou um aumento de 2 a 4 vezes, quando a concentração da enzima no leite foi de 40 e 60 mg/L, respectivamente. A adição de 40 mg/L da enzima resultou em doce de leite com características de coloração, textura, sabor e aroma similares ao produto tradicional, não apresentando defeito de arenosidade com 90 dias de estocagem.

PIRES (1994) empregando leite hidrolisado ($\approx 70\%$) na elaboração de doce de leite verificou intensa alteração na cor e textura, obtendo um doce mais fluido, com sabor e coloração mais intensos. Ao reduzir o teor de sacarose e adicionar concentrado de proteínas do soro, obteve um produto similar ao tradicional. Ao substituir parte da sacarose por xarope de lactose hidrolisada, não foram verificadas alterações significativas na qualidade do produto.

Segundo SABIONI *et al.* (1984), várias pesquisas visando prevenir ou solucionar o problema da cristalização da lactose, foram conduzidas nestes últimos anos. O emprego de enzimas para promover a hidrólise, embora auxilie na resolução do problema, eleva o custo de fabricação, além de requerer uma tecnologia mais sofisticada. A técnica de cristalização forçada ou emprego de semente com lactose microcristalina, comumente realizada na fabricação de leite condensado, seria de difícil aplicação no processamento do doce de leite, em função da tecnologia adotada: a) necessidade do resfriamento controlado do produto, que deve ser rápido e até temperaturas mais baixas do que normalmente os equipamentos de processamento e embalagem permitem; b) aumento do tempo total de fabricação além de induzir a formação de bolhas de ar no produto, devido à agitação. O emprego de teores mais elevados de açúcares mais solúveis, como sacarose e dextrose, acarretaria alterações nas características organolépticas do produto, como sabor e cor. Em um estudo sobre a fermentação prévia do leite por ação de *Kluyveromyces lactis*, os pesquisadores verificaram que o leite deslactosado resultou em um doce com maior estabilidade, ou seja, não houve cristalização durante 120 dias de estocagem, porém com um leve sabor de fermentado.

Alguns aspectos negativos como o risco de contaminação do leite durante o crescimento da cultura, além do maior tempo de fabricação, em função da fase inicial de preparo do inóculo, foram também considerados.

A adição de espessantes tem o papel de dificultar a movimentação das partículas no produto, retardando a cristalização. A Portaria 354, de 04/09/97, do Ministério da Agricultura e Abastecimento, permite a adição de gomas no doce de leite, com a função de espessante/estabilizante, na concentração máxima de 5.000 mg/kg. Os amidos ou amidos modificados são permitidos em proporção não superior a 0,5g/100 mL no leite (BRASIL, 1997).

MARGAS *et al.* (1982) sugeriram a possibilidade de evitar a cristalização ou “arenosidade” no doce de leite, através do controle da formulação com o emprego de estabilizantes ou espessantes que dificultem a movimentação das partículas de lactose no produto. Ao avaliarem a influência do efeito da adição de diferentes concentrações de gordura (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%), glicose (0, 2, 4, 6 e 8%) e do amido de mandioca (0; 0,25%) na cristalização do doce de leite estocado durante 90 dias, foi verificado que a cristalização não foi influenciada significativamente por nenhuma das variáveis estudadas. Já VARGAS (1979) citado por MARGAS *et al.* (1982), avaliando diferentes quantidades das mesmas variáveis, verificou que 1,28% de gordura minimizou a cristalização, sendo que a adição de amido também a diminuiu e não alterou as características padrão do doce, sendo que a glicose melhorou o brilho do produto.

O emprego de caseinato de sódio na fabricação do doce de leite contribui para a redução do problema da textura arenosa, podendo conferir ao doce uma textura macia e homogênea. O caseinato com mais de 90% de proteína em base seca contribui para uma elevação considerável do valor nutricional do doce. Por apresentar, elevada capacidade de absorção e retenção de água, que pode atingir até 3 partes de água para cada parte de caseinato, sua aplicação no processamento traz a vantagem de permitir um controle efetivo da cristalização, permitindo a elevação do teor de açúcar adicionado.

Na ultrafiltração, a permeabilidade seletiva da membrana retém as macro moléculas, como as proteínas e outros materiais coloidais, permitindo a passagem de água, lactose e sais minerais. A utilização da ultrafiltração exige o uso de leite desnatado, sendo a matéria graxa readicionada posteriormente, juntamente com os outros ingredientes, o que leva à obtenção de uma relação sólidos desengordurados/lactose mais favorável à minimização do problema da cristalização (MARTINS & LOPES, 1981). A concentração do leite de 1,2 vezes, através do emprego de ultrafiltração, reduzindo de 14 – 15% o teor de lactose no leite, foi proposta por SANTOS *et al.* (1977) para o processamento de doce de leite.

As modificações tecnológicas visando eliminar o defeito da arenosidade em doce de leite têm sido avaliadas com o emprego de escalas sensoriais ou através da determinação microscópica do tamanho dos cristais formados.

HUNZIKER (1946), citado por HOUGH *et al.* (1990), foi o único pesquisador a relacionar quantitativamente o número e tamanho dos cristais à uma escala sensorial, para avaliar o grau de arenosidade, o que foi contestado por SANTOS *et al.* (1977), por observarem uma contradição em relação ao tamanho dos cristais, número de cristais/cm³ e a percepção sensorial da arenosidade. HOUGH *et al.* (1990) citaram que o tamanho dos cristais de lactose (10μ) empregado por HUNZIKER em seus cálculos para obter o número de cristais/cm³ ($>4.10^8$), que representam sensorialmente ausência de arenosidade, corresponde à lactose solúvel, o que não coincide com a solubilidade da mesma quando em presença de sacarose. Tanto a pesquisa, como o controle da arenosidade em doce de leite requer uma escala de percepção da arenosidade relacionada com medidas objetivas do tamanho e número de cristais, porém inexiste até o momento uma metodologia oficial.

HOUGH *et al.* (1990) apresentaram uma metodologia para determinação do tamanho e número de cristais em doce de leite, utilizando microscópio com luz polarizada e uma escala calibrada acoplada à ocular. Esta escala permitiria a setorização do campo e a medida do tamanho dos cristais, sendo que o número de cristais observados em cada grama do doce seria determinado através da seguinte equação:

$$N = nf \times \pi \times R^2 / (F \times W), \text{ onde:}$$

N = número de cristais/ g

nf = número médio de cristais observados em F

R = raio da amostra, no campo (mm)

F = área do campo microscópico (mm)

W = peso da amostra do doce (g)

Paralelamente, os autores avaliaram a relação existente entre o tamanho e o número de cristais de lactose com a percepção sensorial da arenosidade, observando que com cristais de tamanho menor que 6 μm , a arenosidade não era percebida, mesmo se toda a lactose presente no doce de leite estivesse cristalizada; com cristais maiores que 6 μm , a percepção sensorial dependeria do número de cristais presentes. Para obter estas informações, a análise sensorial foi realizada por um painel de 12 provadores treinados e com emprego de uma escala linear de 10 cm, sendo as extremidades representadas por “não arenoso” e “extremamente arenoso”. Em função da percepção dos provadores de que o emprego de cristais de areia produzia o mesmo efeito, que os cristais de lactose, os pesquisadores utilizaram a Lei de Steven para estimar o tamanho dos cristais e propuseram uma escala sensorial de 7 pontos, relacionando os valores da escala (0 a 15) com o tamanho dos cristais (0 a 1.500 μm). O doce de leite avaliado pelos métodos propostos apresentou, através da análise microscópica, $2,2 \times 10^9$ a $9,9 \times 10^8$ cristais/g de doce com $4,1 \pm 0,28$ μm , em média. As análises sensoriais conduzidas mostraram que a arenosidade não foi detectada quando o doce de leite possuía até $4,0 \times 10^3$ cristais/g, independentemente do tamanho (6, 15, 45, 105 μm). Porém, quando o número de cristais variou de $4,0 \times 10^3$ a 10^5 /g, a arenosidade foi percebida com cristais de 105 μm de tamanho. Já em concentrações maiores, independentemente do tamanho dos cristais, a arenosidade sempre foi detectada pelos provadores. Os autores ainda propuseram uma Tabela que poderia ser útil no controle de qualidade, onde o número e tamanho dos cristais determinados microscopicamente, e os valores apresentados na Tabela, indicariam a possibilidade da arenosidade ser detectável ou não, conforme pode ser observado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2. Limiar para percepção sensorial de arenosidade em doce de leite.

Tamanho dos cristais (μm)	Número de cristais/g
2	$3,5 \times 10^9$
6	$8,0 \times 10^8$
10	$3,0 \times 10^8$
15	$9,0 \times 10^6$
28	$3,0 \times 10^5$
45	$1,0 \times 10^5$
105	$4,0 \times 10^3$

Fonte: HOUGH *et al.* (1990).

TERÁN-ORTIZ (1998), avaliando a velocidade da formação de cristais de lactose em doce de leite, estudou o efeito do emprego de diferentes concentrações das gomas xantana e locusta, observando que o tamanho dos cristais foi diretamente proporcional ao aumento da temperatura e proximidade da superfície da embalagem e inversamente proporcional à concentração do hidrocolóide empregado, o que foi atribuído ao efeito destes na viscosidade. Dentre as gomas estudadas, a goma xantana apresentou maior efeito inibitório na velocidade de crescimento dos cristais.

Segundo KOSIKOWSKI & MISTRY (1997), o soro é a fração aquosa obtida do leite coagulado por ação do ácido, calor ou renina, opaco e de coloração amarelo esverdeada que contém entre 6 e 6,5% de sólidos totais, que representam aproximadamente 52% dos nutrientes totais do leite, sendo largamente utilizado em produtos de panificação, misturas para sorvetes, bebidas, queijos e doces, inclusive por alguns países da América do Sul, na fabricação de doce de leite em função do excelente valor nutricional e importantes características funcionais.

O sabor, ligeiramente ácido ou doce, e a sua composição dependem do tipo e do processo de fabricação do queijo. A composição do soro é de aproximadamente 93% de água, 5% de lactose, 0,9% de proteínas, 0,3% de gordura, 0,2% de ácido láctico e pequenas quantidades de vitaminas, segundo BEM-HASSAN & GHALY (1994), citados por GIRALDO-ZUÑIGA *et al* (2002).

A produção mundial de soro de queijo é de aproximadamente 120 milhões de toneladas anuais, o que gera em torno de 720.000 toneladas de proteínas. No Brasil a produção é de aproximadamente 3 milhões de toneladas de soro e 240 mil kg de proteínas, o que tem justificado o interesse crescente na utilização comercial deste subproduto (GIRALDO-ZUÑIGA *et al*, 2002).

Devido à sua composição e principalmente pela grande quantidade de proteínas e lactose, o soro consiste em um significativo fator de poluição ambiental, possuindo uma demanda biológica de oxigênio (DBO) de 32.000 ppm ou mais (QUAGLIA *et al.*, 1993; MARWAHA & KENNEDY, 1988; KOSIKOWSKI & MISTRY, 1997), o que tem movido o interesse em melhor aproveitar essa fonte de nutrientes e ao mesmo tempo encontrar uma alternativa para o controle da poluição, por ser uma opção de ingrediente barato e às vezes até mesmo gratuito (CHIAPPINI & SANTOS, 1995).

HEIMLICH *et al.* (1994) avaliaram, com o emprego de um viscosímetro Brookfield, o efeito da substituição de 50% do leite empregado na fabricação de doce de leite, por proteína concentrada de soro doce de queijo, obtida por ultrafiltração, no comportamento reológico quando comparado ao doce de leite padrão, ambos obtidos a partir de uma formulação que manteve constante a proporção dos principais componentes químicos, exceto a relação caseína/proteínas do soro e, verificaram que o comportamento reológico foi similar, inclusive em relação à tensão de cisalhamento (yield stress) e espalhabilidade. Embora tenham concluído que há a possibilidade da substituição parcial do leite por proteínas do soro de queijo, também verificaram a necessidade da avaliação da temperatura, pH e conteúdo de cálcio iônico para evitar as possíveis alterações induzidas pelo calor.

PIÑEIRO (1998), num estudo sobre mecanismos para agregação de valor aos produtos lácteos, discutiu a viabilidade do emprego do soro de queijo, enfatizando a economia da adequada eliminação do poluente e o retorno financeiro às indústrias.

No Brasil, as indústrias de doce de leite têm utilizado o soro de queijo na fabricação do doce de leite. A prática mais comum é substituir parcialmente o leite por soro. Apesar da adição de soro não ser proibida, já que a legislação brasileira o classifica como ingrediente lácteo, o seu uso deve ser declarado, para não caracterizar uma fraude econômica. A maioria das indústrias não declara a inclusão do soro na lista dos ingredientes usados. O interesse da adição ou substituição por soro é econômica e, apesar do uso indiscriminado, pouco ou nada se sabe a respeito do efeito sobre o rendimento, qualidade e vida útil do doce de leite.

3.2. Qualidade do doce de leite

A qualidade do doce de leite inclui a estabilidade microbiológica, a qual está relacionada com a presença de *Staphylococcus* coagulase positiva e o controle de fungos e leveduras, contaminantes durante o envase e armazenamento. O crescimento de fungos e leveduras na superfície do doce de leite está relacionado com a umidade do doce, a umidade relativa do ambiente do armazenamento e ao tipo de material de embalagem (MARTINS & LOPES, 1981).

A alta concentração de solutos no doce de leite resulta em uma atividade de água (A_w) normalmente abaixo de 0,85%, constituindo o principal fator de conservação do produto. Com um teor de umidade relativamente baixo (30%) e um teor de açúcar relativamente alto (60%), o doce de leite apresenta uma grande estabilidade microbiológica, entretanto, fungos e leveduras podem ocorrer quando o produto for estocado à temperatura ambiente por longos períodos de tempo (FERRAMONDO *et al.*, 1984).

Alguns estudos têm relacionado a ocorrência de intoxicação alimentar com a presença de *Staphylococcus* coagulase positiva (PIMENTEL, *et al.*, 2002; BRABES *et al.*, 2003) como também, relacionado com riscos à saúde humana (CUNHA NETO *et al.*, 2002) em derivados lácteos, o que contribui para elucidar a necessidade de um monitoramento constante nos processos de higienização dos equipamentos de processo, das superfícies que

entram em contato direto com os alimentos, dos manipuladores e do ar dos ambientes das indústrias.

Os cuidados com a higiene no processamento e no momento do envase contribuem significativamente para a obtenção de produtos com excelente qualidade microbiológica.

3.2.1. Cor

A cor é uma percepção visual resultante da detecção da luz após interação com um objeto. A região do espectro eletromagnético sensível ao olho humano está na faixa de comprimento de onda (λ) entre 390nm a 750nm (FRANCIS; CLYDESDALE, 1975).

As cores referentes à faixa visível do espectro podem ser descritas subjetivamente, como por exemplo “vermelho”, e objetivamente, segundo o seu comprimento de onda. As cores vermelho, amarelo, verde e violeta, apresentam comprimentos de onda situados ao redor de 680, 575, 520 e 450nm, respectivamente (FERREIRA, 1991).

Com o objetivo de normalizar a medição da cor, em 1931 a CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) adotou os seguintes métodos para a medição e especificação da cor: uso de fontes de luz-padrão definidas pela CIE, condições exatas para observação ou medição da cor, uso de unidades matemáticas apropriadas para expressar a cor e definição do observador-padrão (JIMÉNEZ; GUTIERREZ, 2001).

A medida da cor pode ser realizada através de espectrofotômetro, colorímetros triestímulos e colorímetros visuais. O espectrofotômetro é um instrumento que fornece a análise espectral das propriedades de reflectância e/ou transmitância de um objeto a cada comprimento de onda, e pode calcular indiretamente as informações psicofísicas (colorimetria). O colorímetro triestímulo é um instrumento que proporciona medições correlatas à percepção do olho humano através dos valores triestímulos (XYZ, L a b, etc). Os colorímetros visuais são de dois tipos: aditivos e subtrativos. Os colorímetros visuais aditivos baseiam-se na adição das três cores primárias (vermelho, verde e azul) para formar

quaisquer cores; enquanto, os colorímetros visuais subtrativos envolvem a remoção de partes do espectro visível através de filtros com as cores primárias (HUNTER; HAROLD, 1981).

Em 1976, a CIE recomendou o uso da escala de cor CIE $L^*a^*b^*$, ou CIELAB. O máximo valor de L^* (luminosidade) é 100, e representa uma perfeita reflexão difusa, enquanto que o valor mínimo é zero e constitui o preto. Os eixos a^* e b^* não representam limites numéricos específicos. A coordenada a^* varia do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$), e a coordenada b^* do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$) (HUNTERLAB, 1996).

No sistema CIELAB, a cor é descrita por um diagrama tridimensional, onde o espaço é definido pelas coordenadas retangulares, luminosidade (L^*), componente vermelho-verde (a^*) e componente amarelo-azul (b^*), (OLIVEIRA *et al.*, 2003).

O impacto visual gerado pela cor, segundo CARDOSO *et al.* (1997), citado por OLIVEIRA *et al.* (2003), muitas vezes se sobrepõe ao causado por outros atributos de aparência e odor.

O doce de leite pastoso apresenta variações quanto às propriedades de aparência, incluindo brilho, opacidade e características de consistência. É classificado como um meio turvo com as propriedades de absorver, espalhar e refletir a luz incidente e, dependendo da espessura da camada de amostra, também pode transmitir a luz.

A avaliação objetiva da cor do doce de leite pode ser realizada por meio de espectrofotometria através da reflexão com emprego de iluminantes (C ou D65) e configuração DUEON (brilho e irradiação ultra violeta excluídos), com espessura que lhe comprove a opacidade, sendo que desta maneira os valores de L_{Hunter} (luminosidade) ou b_{Hunter} (amarelo) isolados, podem ser usados para definir a cor do doce de leite. Já, a análise subjetiva deve ser conduzida de modo que os julgadores sejam treinados para quantificar corretamente as diferenças nos componentes de cor, sendo recomendado o uso de escala não-estruturada (FERREIRA *et al.*, 1989).

SOUZA *et al.* (1982) em um estudo sobre a adição de caramelo ao doce de leite visando à padronização da cor, empregaram diferentes concentrações de caramelo a 83°Brix (0; 0,5; 1,0; 2,0 e 3,0%) em adição à sacarose, fixada em 18%. Sensorialmente, as combinações de 0,5 e 1,0% de caramelo com 17,5 e 17% de sacarose resultaram em doces com maior aceitação em relação à cor e sabor, além de ligeira melhoria no corpo e textura por se aproximarem da preferência do consumidor por uma coloração mais intensa.

PAULETTI *et al.* (1992) buscando selecionar parâmetros instrumentais que melhor refletissem as variações de cor do doce de leite, desejável pelos consumidores, avaliaram 9 amostras comerciais empregando um espectrocolorímetro Hunter-Lanscan II, que proporcionasse informações seguras e facilmente expressas numericamente e que pudessem facilitar o controle de qualidade das indústrias. Através de leituras dos parâmetros L*, a*, b* do sistema Cielab, com iluminante D65 e ângulo de visualização de 10°, obtiveram resultados oscilando entre 31,2 e 42,5 para a luminosidade (L*); 14,3 e 17,6 para o componente vermelho (a*) e 29,2 a 39,7 para o componente amarelo (b*). Relacionando os dados instrumentais com os dados obtidos através de análise sensorial para as mesmas amostras, os autores verificaram a existência de grande probabilidade (92%) de substituição dos métodos sensoriais por instrumentais, indicando que o parâmetro L* poderia servir como um índice para a classificação da cor de diferentes amostras, facilitando assim a padronização, substituindo termos descritivos por valores numéricos.

3.2.2. Características organolépticas

Os métodos disponíveis para análise da qualidade em produtos lácteos envolvem testes químicos, físicos, microbiológicos e sensoriais. Além das características de qualidade relacionadas com segurança da saúde do consumidor, a qualidade sensorial apropriada aos produtos deve ser uma meta da indústria, pois contribui para assegurar liderança do produto no mercado. As técnicas de análise sensorial disponíveis permitem diagnosticar os tipos e causas de defeitos na qualidade do produto, o que é fundamental para se definir medidas preventivas na produção, processamento e distribuição.

A definição da qualidade sensorial de um produto lácteo requer aplicação e interpretação correta das características perceptíveis sensorialmente. Os testes de preferência ou aceitação realizados através de seleção, ordenação e/ou pontuação das amostras, emprega normalmente uma escala hedônica, sendo realizados, geralmente, com 25 a 50 julgadores.

Como a estabilidade do produto durante o transporte, armazenamento, distribuição e período de vida útil é essencial à satisfação do consumidor, testes sensoriais, de diferença, descritivos ou de aceitação, devem ser realizados através de amostras representativas de um mesmo lote do produto, as quais são avaliadas inicialmente e armazenadas sob condições controladas para os testes subseqüentes (CHAVES, 1990).

HOUGH *et al.* (1992b) elaboraram um perfil sensorial descritivo para o doce de leite, empregando amostras provenientes do mercado local (Argentina) e amostras provenientes dos experimentos cujas variáveis foram a composição de açúcares, substituição da sacarose; tipo de neutralizante, tempo de cocção, além da adição ou não de essência de baunilha. Através da análise estatística dos resultados objetivos, de textura e cor, e dos subjetivos, os autores verificaram que a composição dos açúcares afetou a aparência, sabor, gosto residual e textura dos doces; o neutralizante afetou a textura e aparência; o tempo de cocção afetou todos os atributos e, o emprego da essência de baunilha foi significativo para o sabor e gosto residual.

HOUGH *et al.* (1992a) empregando a mesma metodologia e o perfil sensorial desenvolvido por HOUGH *et al.* (1992b), avaliaram a preferência do doce de leite, utilizando estudantes ingleses como provadores. Os doces preferidos foram os que se apresentaram mais escuros e pegajosos, resultado da substituição de 40% da sacarose por glicose, 100% de bicarbonato de sódio como neutralizante e ausência de essência de baunilha. A preferência geral, segundo observaram, foi definida através da aparência e textura, sendo que apenas 50% da variação do sabor esteve relacionada com a preferência geral.

DELLA LUCIA *et al.* (2003), aplicaram a análise descritiva quantitativa para encontrar os atributos sensoriais que melhor caracterizassem sete marcas comerciais de doce de leite pastoso. Os atributos referiram-se à aparência (cor e brilho), sabor (gosto doce e sabor característico) e textura (consistência, arenosidade e adesividade), os quais possibilitaram avaliar o perfil sensorial dos doces. Os resultados indicaram diferenças significativas em todos os atributos avaliados, demonstrando a existência de grande variabilidade sensorial dos produtos disponíveis no mercado.

3.3. Comportamento reológico

A caracterização reológica do doce de leite é de grande importância tanto para a operação de evaporação como para o manuseio. Poucas informações estão disponíveis na literatura sobre o comportamento reológico de doce de leite. HOUGH *et al.* (1988) observaram que as propriedades do doce de leite foram muito diferentes das determinadas por HIGGS & NORRINGTON (1971) para leite condensado açucarado, com 30% de sólidos totais. Segundo HOUGH *et al.* (1988), estas diferenças são função da quantidade de sólidos totais, que no caso do doce de leite pode variar de 54 a 70%, dependendo do método de obtenção.

PAULETTI *et al.* (1988), empregando um viscosímetro rotativo, estudaram a relação entre alguns parâmetros reológicos (tensão tangencial (τ), grau de deformação (D), índice de consistência (K), gradiente de velocidade (n) e algumas variáveis de composição do doce de leite (sólidos solúveis, acidez ($^{\circ}$ D), % sacarose, % proteínas). O doce exibiu um comportamento tixotrópico, ou seja, quando submetido a força de cisalhamento recuperou sua estrutura original após um período de repouso. Os doces com maior índice de consistência (K) exibiram um comportamento mais pseudoplástico (menor valor de n), evidenciando que entre os parâmetros reológicos estudados e a composição dos doces, houve relação apenas quanto ao teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix).

ROVERO *et al.* (1991) avaliaram o efeito da temperatura (25 a 55 $^{\circ}$ C) e diferentes pH (3,0; 4,7; 6,1; 8,3 e 9,4) no comportamento reológico do doce de leite caseiro e

comercial. A composição dos doces foi definida como 80% de leite, 16% de sacarose e 4% de glicose. O doce comercial diferiu apenas na inclusão de 2% de amido como espessante, sendo que o teor de sólidos de ambos foi padronizado em 71%. O efeito do tempo (24, 48, 72, 96 e 120 horas) nas características do doce, em cada condição de pH, foi avaliado e não resultou em nenhuma alteração significativa. Os doces apresentaram um comportamento reológico com características tixotrópicas e pseudoplásticas. A viscosidade aparente diminuiu com o aumento na temperatura. A energia de ativação, segundo os pesquisadores foi de 9,9 e 10,4 kcal/mol, para o doce caseiro e comercial, respectivamente. O doce de leite comercial apresentou maior consistência e maior plasticidade, em função da pequena quantidade de amido adicionado na fabricação.

3.3.1. Textura

A textura é um dos principais atributos de qualidade para a maioria dos alimentos, avaliada como a manifestação dos elementos estruturais do alimento em termos de aparência, percepção e resistência à força aplicada ao produto. BOURNE (1966) citado por SILVA (1976), postulou que a textura não pode ser definida isoladamente, mas como propriedades de textura, por considerar a existência de um grande número de parâmetros associados.

SZCZESNIAK (1963) citado por SILVA (1976), classificou a textura em função de características mecânicas, ou seja, a reação dos alimentos a uma determinada força aplicada, em parâmetros, os quais dividiu em primários e secundários. Os primários incluíam características como a dureza, ou a força necessária para promover a deformação do alimento; a coesividade que seria resultante das forças das ligações internas que deformam o produto; a viscosidade, obtida pela relação do fluxo por unidade de força aplicada; a elasticidade, que seria a velocidade com que o material deformado volta à sua forma inicial desde que a força seja removida e, a adesividade, obtida pela força necessária para vencer as forças de atração entre a superfície do alimento e a superfície de outros materiais com os quais o alimento entra em contato. Os parâmetros secundários incluíam a fraturabilidade, ou a força com que o material se fratura; a mastigabilidade, que seria a

energia requerida para mastigar um produto sólido até o momento da deglutição e a gomosidade, ou a energia requerida para mastigar um produto semi-sólido até o estado de deglutir.

Em um estudo sobre a possibilidade de emprego de métodos instrumentais que facilitassem o controle de qualidade industrial do doce de leite, PAULETTI *et al.*(1992), estudaram a relação entre métodos sensoriais e instrumentais para a avaliação da textura de nove diferentes amostras comerciais. Como o doce de leite é um produto semifluido com um certo grau de adesividade, o ensaio de resistência à penetração por ter se mostrado viável em outros alimentos de consistência similar foi o adotado. Com o emprego de um analisador de textura Stevens LFRA, probe cilíndrico de 4 mm de diâmetro, velocidade de penetração de 1 mm/s e distancia de penetração de 20 mm, em amostras armazenadas à temperatura ambiente (22 – 24°C) e paralelamente, uma equipe de 9 provadores para a avaliação sensorial, estudaram as características de corte, consistência e extensibilidade. Os resultados indicaram que as características de textura que determinam o comportamento industrial do doce de leite, não podem ser controladas através de um único parâmetro mecânico, porém como todos, podem ser obtidos através de um único ensaio rápido e fácil realização, este poderia ser utilizado no controle de qualidade dos doces de leite, com sucesso.

3.4. Amido

O amido é empregado em alimentos para influenciar ou controlar as características de textura, umidade, consistência e estabilidade. O grânulo de amido natural é constituído basicamente por amilose e amilopectina, que conferem as propriedades específicas de pasta para cada tipo de amido, sendo que a temperatura de gelatinização, poder de inchamento, viscosidade e estabilidade definirão a melhor utilização do amido.

A introdução de uma nova legislação (BRASIL, 1997) permitiu a adição de alguns ingredientes anteriormente proibidos na formulação do doce de leite, entre eles o amido e o amido modificado. O efeito principal da utilização de amido seria o aumento da viscosidade

em proporção direta à quantidade utilizada, promovendo melhorias no rendimento da fabricação e na consistência do produto, uma vez que possibilita maior retenção de água. Outro efeito benéfico seria sua contribuição no controle da cristalização da lactose (DOCE DE LEITE, 2001).

Os grânulos de amido nativos, quando em suspensão, rompem quando a temperatura de aquecimento atinge 70 – 80°C, enquanto que os grânulos de amido quimicamente modificados, como os de milho ceroso com ligações cruzadas, permanecem intactos mesmo quando a temperatura atinge 110 - 120°C (YOUN & RAO, 2003).

As transformações que ocorrem durante o resfriamento e armazenamento de pastas de amido gelatinizado, como a cristalização das moléculas de amido, devido à forte tendência de formação de pontes de hidrogênio entre moléculas adjacentes, definem o fenômeno da retrogradação, que leva à formação de géis mais rígidos e opacos com conseqüente exudação de umidade do gel, ou seja, de sinerese. A velocidade da retrogradação depende de fatores inerentes ao grânulo e seus componentes, como o tipo de amido, seu peso molecular e a linearidade, além dos fatores relativos à constituição do produto como a umidade, temperatura de armazenamento e o pH. A tendência à retrogradação é minimizada através de modificações químicas do amido (CIACCO & CRUZ, 1981).

As moléculas de amilose, quando gelatinizadas, apresentam uma forte tendência em associar-se através da formação de pontes de hidrogênio com cadeias de amilose próximas, quando o gel é resfriado ou armazenado por longos períodos de tempos, fenômeno conhecido como retrogradação (LINEBACK & RASPER, 1988).

A retrogradação do amido durante a estocagem é a principal razão para a deterioração de várias características sensoriais (YAO *et al.*, 2003).

As modificações químicas do amido, que podem ser realizadas através de esterificação, eterificação e oxidação, proporcionam a obtenção de géis com viscosidade de

pasta estável a baixas ou altas temperaturas, boa resistência mecânica, melhor poder de espessamento em condições ácidas ou durante processos de esterilização, além de menor tendência à retrogradação (FLECHE, 1985).

A escolha do tipo de amido modificado, empregado em produtos lácteos como espessante e estabilizante, por proporcionar viscosidade e textura suave, cremosa e curta, além de redução da ocorrência de sinerese, requer a definição de alguns parâmetros de processamento como o tempo de cozimento, temperatura, pH, ingredientes e esforço mecânico (AMIDOS, 2000).

SALOMÃO & FURTADO (2002) avaliaram os teores de açúcares redutores, açúcares não-redutores e amido em amostras comerciais de doce de leite, os valores encontrados denunciaram o emprego do amido em quantidades (11,66%) muito acima do limite estabelecido pela legislação vigente (0,5%), o que segundo os autores seria um forte indício da necessidade de maior controle na produção ou mesmo de uma revisão dos padrões de identidade fixados pela legislação.

Outros pesquisadores, como DEMIATE *et al.* (2001), também verificaram que o amido tem sido usado em quantidades elevadas na fabricação do doce de leite, com o objetivo de reduzir custos. Os mesmos condenaram esta prática e consideraram fraude, os teores abusivos encontrados (7,8%).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

Nas determinações analíticas foram utilizados reagentes químicos P.A.

Os equipamentos utilizados foram os comumente encontrados em laboratórios e planta piloto de laticínios.

4.1.1. Matéria prima

No presente estudo foram utilizados leite pasteurizado, soro de queijo e creme de leite, provenientes da região de Barretos, doados pelo Centro de Processamento e Pesquisa de Desenvolvimento de Produtos Lácteos da Fundação Educacional de Barretos, para o processamento de doce de leite pastoso. Também utilizou-se xarope de glicose de milho, tipo 1040 das Refinações de Milho do Brasil (Corn Products), com 83°Brix, açúcar cristal da Usina Guarani, bicarbonato de sódio PA – ACS, Reagentes Analíticos Ecibra, e amido de milho ceroso modificado (N1390S) da National Starch & Chemical Industrial Ltda.

As embalagens utilizadas do presente estudo foram potes de vidro com tampa rosqueável e capacidade de 250 mL, da marca Nadir Figueredo.

4.2. Métodos

4.2.1. Fabricação do Doce de Leite

A fabricação do doce de leite seguiu o processo tradicional proposto por HOSKEN (1969) e descrito na Figura 4.1. Os doces foram processados em um tanque de aço inoxidável, de parede dupla, com capacidade para 500 L, marca Kokim, Lambari (MG), dotado de pá para agitação. As variáveis estudadas foram, a concentração de amido modificado e a porcentagem de substituição de leite por soro de queijo. Amido modificado foi testado nas concentrações de 0, 0,25, 0,5 e 0,75% . O soro de queijo foi usado na proporção de 0, 15, 30 e 45 %.

Desta forma, este estudo originou 16 tratamentos, os quais foram realizados em duplicatas, resultando em 32 experimentos.

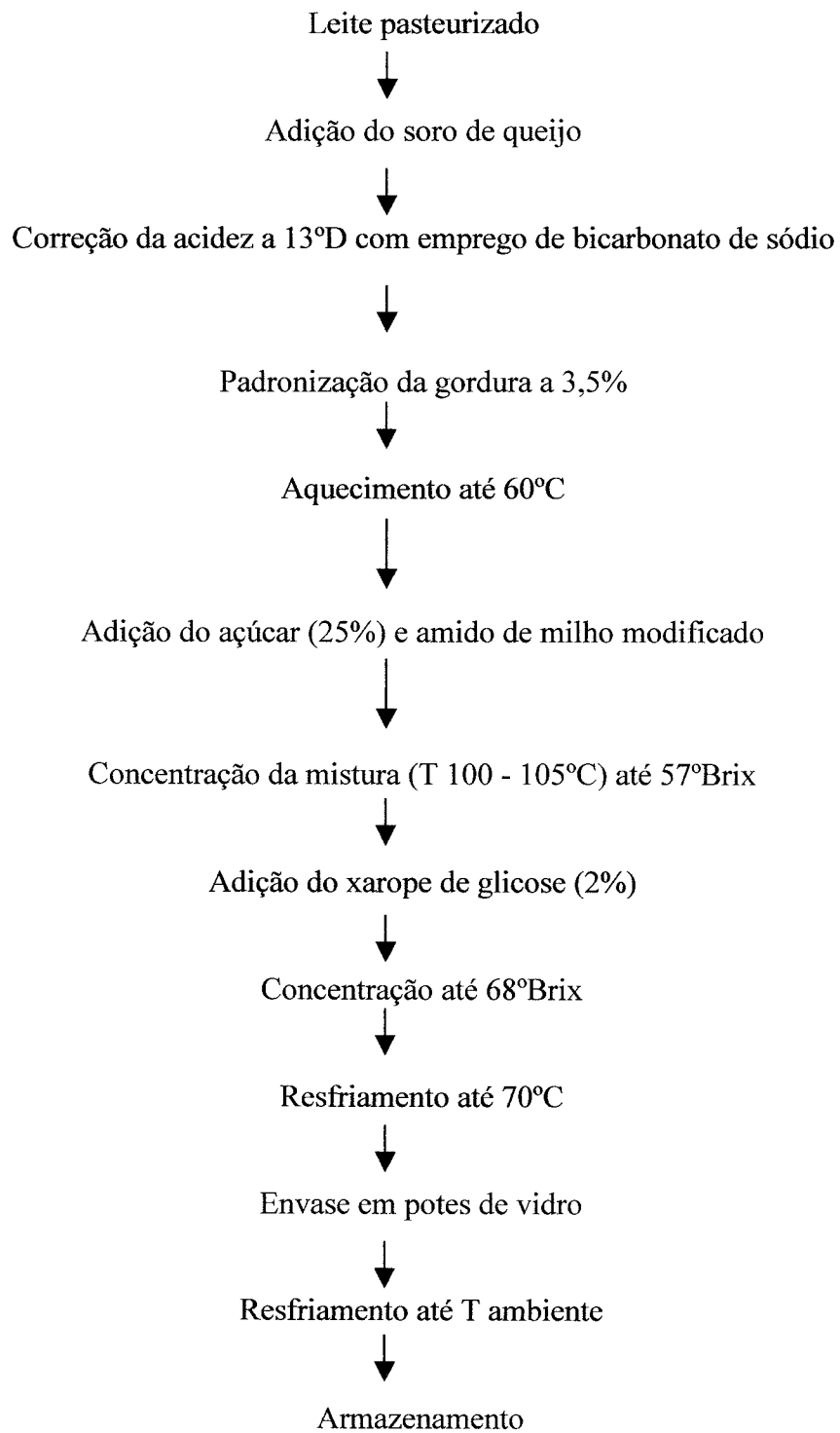


Figura 4.1. Fluxograma do processamento do doce de leite.

4.2.2. Rendimento

O rendimento do processamento das diferentes formulações de doce de leite foi avaliado empregando-se a seguinte fórmula apresentada por MARTINS & LOPES (1981):

$$R = (SM \times 100) / SD \quad \text{onde:}$$

R = rendimento, em Kg de doce

SM = matéria seca da mistura

SD = matéria seca do doce

4.2.3. Análises físico-químicas

O pH e a acidez titulável do leite e do leite adicionado de soro empregados nas formulações foram avaliadas em triplicatas empregando-se o método descrito por ATHERTON & NEWLANDER (1981).

Os teores de gordura do leite, do leite adicionado de soro, do creme de leite e dos doces foram avaliados em triplicata, pelo método volumétrico de Gerber (ADOLFO LUTZ, 1985).

Os teores de nitrogênio total para o leite, para o leite adicionado de soro e para o doce de leite, foram determinados em triplicatas pelo método de Kjeldhal, sendo que os valores de nitrogênio foram multiplicados pelo fator de conversão 6,38, para obtenção dos valores equivalentes de proteína (AOAC, 1995).

Os teores de sólidos totais para o leite e para o leite adicionado de soro foram determinados em triplicatas através do método gravimétrico da AOAC (1995). Os doces de leite, também foram avaliados em triplicatas, conforme método proposto por MORO & HOUGH (1985).

Os teores de cinzas do leite, do leite adicionado de soro e dos doces de leite foram determinados em triplicata, segundo métodos descritos pela AOAC (1995).

Os teores de lactose do leite, do leite adicionado de soro e do doce de leite foram determinados em triplicata, segundo método proposto por WOLFSCHOON-POMBO & CASAGRANDE (1982).

As concentrações de sólidos solúveis dos doces de leite foram determinadas através de leitura refratométrica a 20°C e os resultados (média de 3 análises) foram expressos em °Brix, (ADOLFO LUTZ, 1985).

4.2.4. Alterações durante o armazenamento

Os doces de leite foram envasados em potes de vidro e armazenados à temperatura ambiente. As avaliações dos doces foram realizadas mensalmente para acompanhar as alterações do pH, acidez titulável, Aw, cor, perfil de textura. A cada três meses foram realizadas contagem de bolores e leveduras, análise sensorial e avaliação da cristalização. A cada seis meses foram realizadas análises microbiológicas para detecção e contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva. Esses parâmetros em conjunto foram avaliados para definir o tempo de vida útil das diferentes formulações de doce de leite. Para a realização de todas as análises as amostras correspondentes a cada tratamento, foram aleatoriamente selecionadas.

4.2.4.1. pH, acidez titulável e atividade de água

O pH e acidez titulável dos doces de leite foram avaliados mensalmente, em triplicatas, empregando-se o método descrito por ATHERTON & NEWLANDER (1981). A atividade de água (Aw) dos doces foi determinada mensalmente, em triplicata, com as amostras mantidas a 20°C, empregando-se um Aqualab CX-2 Decagon.

4.2.4.2. Avaliação da cristalização

A avaliação da cristalização da lactose foi realizada a cada três meses, durante o período de armazenamento dos doces à temperatura ambiente, através do método proposto por HOUGH *et al.* (1990). Assim, uma amostra de doce de leite foi pesada sobre uma lâmina, na quantidade aproximada de 0,003g. Sobre a amostra colocou-se uma lamínula. Com o apoio de outra lâmina foi exercida uma pressão sobre a lâmina com o doce, a fim de que a amostra formasse uma fina camada, de aspecto circular, de aproximadamente 10 mm de diâmetro.

A lâmina preparada foi avaliada por microscopia de campo claro, em microscópio marca Olympus BX-40, com objetivas de 10x e 40x. A amostra foi avaliada em 10 campos microscópicos, escolhidos de maneira aleatória. A calibração em micrômetros foi estabelecida a partir da imagem capturada da escala micrométrica calibrada, Zeiss, com a menor divisão correspondente a 100 μm .

As medidas foram classificadas de acordo com a faixa de percepção do limiar de arenosidade para doce de leite, proposta por HOUGH *et al.* (1990). O número de cristais foi calculado empregando-se a seguinte fórmula.

$$N = n \times \pi \times R^2 / F \times m \quad \text{onde:}$$

N= número de cristais / grama

n= média do número de cristais / campo

R= raio da amostra (mm)

M= massa da amostra (g)

F= área do campo (mm^2)

A tabela empregada para detecção da arenosidade foi a sugerida por HOUGH *et al.* (1990), que estabelece os tamanhos dos cristais variando de 0 a 105 μm , sendo que o caráter arenoso do doce de leite, conferido pelos cristais de lactose, é uma função do tamanho e número de cristais. Com cristais menores que 6 μm , o caráter arenoso não é

percebido, mesmo que toda lactose do doce esteja cristalizada (HOUGH *et al.*, 1990). Acima deste tamanho a percepção é dependente do número de cristais para os diferentes tamanhos.

O número de cristais foi calculado, considerando-se a área do campo microscópico nos aumentos utilizados.

4.2.4.3. Avaliação microbiológica

Os doces obtidos pelos diferentes tratamentos foram avaliados, a cada três meses, em relação à Contagem de Bolores e Leveduras, empregando-se o método de contagem em placas, em meio PDA (Potato Dextrose Agar) com cloranfenicol segundo FIL 94B:1990. Em relação a presença de *Staphylococcus* coagulase positiva, empregou-se FIL 145:1990, realizando-se as análises logo após o processamento, após seis e doze meses de estocagem.

4.2.4.4. Cor

A cor dos doces foi avaliada mensalmente, em triplicatas, empregando-se um Espectrofotômetro Color Quest II, com refletância especular incluída, modo de calibração RSIN, sistema de cor CIElab, com iluminante D65 e ângulo de observação de 10°. Foram registrados os valores de L*, a* e b*, sendo que:

- L* - mede a luminosidade e varia de 100 (cem) para superfícies perfeitamente brancas até 0 (zero) para o preto;
- a* - mede a intensidade de vermelho quando positivo, e verde quando negativo, associada à amostra;
- b* - mede a intensidade de amarelo quando positivo, e azul quando negativo, associada à amostra.

4.2.4.5. Perfil de Textura

O perfil de textura (TPA) dos doces foi avaliado em triplicata, mensalmente empregando-se um Texturômetro TA-TX-2, e obtendo-se os valores dos seguintes parâmetros, descritas por SZCZESNIAK (1963):

- Dureza – força necessária para produzir uma deformação na amostra;
- Coesividade – extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura;
- Elasticidade – velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada, depois de removida a força;
- Adesividade – energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a de outros materiais com as quais o alimento está em contato;
- Gomosidade – energia requerida para desintegrar um alimento até estar pronto para a deglutição.

As amostras foram avaliadas em triplicatas, no próprio pote de vidro no qual encontravam-se envasadas e mantidas à temperatura ambiente. Para o teste adotou-se os seguintes parâmetros:

- Modo: medida de força de compressão;
- Opção: retorno à posição inicial;
- Velocidade pré-teste: 2,0 mm/s;
- Velocidade teste: 1,0 mm/s;
- Velocidade pós teste: 2,0 mm/s
- Distancia: 10,0 mm
- Tempo: 0,5 s;
- Força de contato: 5,0 g;
- Probe: cilindro acrílico de 20,0 mm (P20)

4.2.4.6. Análise Sensorial

A avaliação sensorial das diferentes formulações de doce de leite foi realizada a cada 3 (três) meses, por 30 (trinta) provadores, consumidores de doce de leite. Os testes

foram conduzidos no Laboratório de Análise Sensorial do curso de Engenharia de Alimentos da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB). Foram oferecidos 20g de cada formulação de doce de leite em copos descartáveis codificados com números de três dígitos. Os provadores avaliaram duas amostras por semana, utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos (1 = detestei, 9 = adorei) para os testes de aceitação em relação à aparência, aceitação global e intenção de compra e, escala do ideal para os atributos de cor e consistência, conforme ficha de análise sensorial demonstrada nas Figuras 4.2 e 4.3. Os resultados foram analisados por Análise de Variância (ANOVA), teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) e distribuição de frequências.

Nome:	Data:
AMOSTRA:	
1- Você está recebendo uma amostra de Doce de Leite. Por favor, avalie a APARÊNCIA da amostra e indique utilizando a escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou da APARÊNCIA da mesma.	
9- adorei 8- gostei muito 7- gostei moderadamente 6- gostei ligeiramente 5- nem gostei/ nem desgostei 4- desgostei ligeiramente 3- desgostei moderadamente 2- desgostei muito 1- detestei	
2- Descreva abaixo o que você mais gostou e menos gostou da APARÊNCIA da amostra:	
+ gostei:	- gostei:
3- Agora, por favor, PROVE a amostra e indique utilizando a escala abaixo quanto você gostou ou desgostou da mesma, DE UM MODO GERAL.	
9- adorei 8- gostei muito 7- gostei moderadamente 6- gostei ligeiramente 5- nem gostei/ nem desgostei 4- desgostei ligeiramente 3- desgostei moderadamente 2- desgostei muito 1- detestei	
4- Baseado na avaliação desta amostra, indique na escala abaixo o grau de certeza com que você compraria ou não esta amostra:	
5- certamente compraria 4- possivelmente compraria 3- talvez comprasse/ talvez não comprasse 2- possivelmente não compraria 1- certamente não compraria	
4- Descreva o que você mais gostou e menos gostou no SABOR e TEXTURA da amostra:	
SABOR: + gostei:	TEXTURA: + gostei:.....
- gostei:.....	- gostei:.....

Figura 4.2. Ficha utilizada para o teste de aceitação dos doces de leite.

1-Indique na escala abaixo o QUÃO IDEAL encontra-se a COR desta amostra:

- +3 muito mais escuro que o ideal
- +2 moderadamente mais escuro que o ideal
- +1 ligeiramente mais escuro que o ideal
- 0 ideal
- 1 ligeiramente mais claro que o ideal
- 2 moderadamente mais claro que o ideal
- 3 muito mais claro que o ideal

5- Indique na escala abaixo o QUÃO IDEAL encontra-se a CONSISTÊNCIA desta amostra:

- +3 muito + consistente que o ideal (muito dura)
- +2 moderadamente + consistente que o ideal
- +1 ligeiramente + consistente que o ideal
- 0 ideal
- 1 ligeiramente – consistente que o ideal
- 2 moderadamente – consistente que o ideal
- 3 muito – consistente que o ideal (muito mole)

Figura 4.3. Ficha utilizada para a escala do ideal na análise dos doces de leite.

4.3. Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental foi do tipo fatorial completo, completamente aleatorizado com duas repetições, para os fatores amido e soro de queijo. Os resultados de composição e rendimento foram analisados através de Análise de Variância empregando-se o teste de Duncan para avaliar as diferenças entre as médias. A atividade de água, cor, perfil de textura e análise sensorial dos doces foram avaliados por um delineamento do tipo split plot, onde a subparcela foi obtida pela incorporação do fator tempo de armazenamento. As análises foram realizadas mensalmente durante 8 meses de armazenamento à temperatura ambiente. O teste F-ANOVA e de contrastes foram empregados para testar as diferenças entre tratamentos, entre tempos e a interação tempo por tratamento. As Tabelas 4.1 e 4.2 apresentam as variáveis, seus níveis de variação e o delineamento aleatorizado proposto.

Tabela 4.1. Variáveis e faixas de variação.

Variáveis	Faixa de variação			
X ₁ = % amido modificado	0,0	0,25	0,50	0,75
X ₂ = % soro de queijo	0	15	30	45

Tabela 4.2. Delineamento experimental aleatorizado para as duas variáveis – valores reais.

Ensaio	Variáveis		Respostas
	X ₁	X ₂	
1	0,5	45	
2	0,25	45	
3	0,75	0	
4	0,5	30	
5	0,5	0	
6	0,5	0	
7	0,5	15	
8	0,0	45	
9	0,25	0	
10	0,75	15	
11	0,0	0	
12	0,0	30	
13	0,75	30	
14	0,75	45	
15	0,0	0	
16	0,0	30	
17	0,25	30	
18	0,25	0	
19	0,5	30	
20	0,75	30	
21	0,5	45	
22	0,75	45	
23	0,5	15	
24	0,25	30	
25	0,0	15	
26	0,25	15	
27	0,75	0	
28	0,0	15	
29	0,75	15	
30	0,25	15	
31	0,25	45	
32	0,0	45	

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Composição dos leites

A composição média das diferentes combinações de soro de queijo e leite, utilizadas na fabricação das 16 formulações de doce de leite, em duplicatas, está apresentada na Tabela 5.2.

A análise de variância realizada para os resultados da composição das diferentes combinações, de soro de queijo e leite, utilizadas no processamento dos diferentes doces de leite, indicou que apenas a % de soro de queijo adicionada foi significativa ($p < 0,01$) para o pH (Tabela 5.1). A acidez das diferentes misturas não foi influenciada ($p > 0,05$) pela adição de soro de queijo, em função da correção realizada que proporcionou uma acidez média de $15,36^{\circ}\text{D} \pm 0,68$ (Tabela 5.2).

O teor de proteínas foi influenciado ($p < 0,01$) pelas adições de diferentes proporções de soro de queijo e amido de milho (Tabela 5.1). Observou-se que independente da quantidade de amido de milho adicionado, quando combinadas com 0 e 15% de soro de queijo, o teor de proteínas foi superior às demais formulações, as quais não diferiram entre si a $p < 0,05$. Entretanto, formulações com 30 e 45% de adições de soro, apresentaram menores teores de proteínas. O soro de queijo proporcionou uma diluição, ou seja, uma redução progressiva no teor de proteínas, porém com adições iguais ou menores que 15%, a redução observada não foi estatisticamente significativa (Tabela 5.2).

O teor de gordura das misturas não foi afetado pela adição de soro de queijo em função da padronização previamente realizada. Entretanto, as adições de amido de milho e soro de queijo apresentaram efeito significativo ($p < 0,01$) sobre o teor de extrato seco total (EST), conforme Tabela 5.1 e 5.2. Para as misturas isentas de amido de milho verificou-se que a mistura padrão, sem adição de soro de queijo, diferiu das demais e que estas não diferiram entre si ($p > 0,05$); porém adições progressivas de soro de queijo, independente da quantidade de amido de milho, resultaram em uma redução do EST diretamente

Tabela 5.1. ANOVA da composição das diferentes combinações de soro de queijo e leite.

Causas de Variação	pH		Acidez		Proteína		Gordura		EST	
	F	pF	F	pF	F	pF	F	pF	F	pF
% Amido (A)	2,16 ^{ns}	>0,05	0,78 ^{ns}	>0,05	9,58 ^{**}	>0,01	0,19 ^{ns}	>0,05	38,28 ^{**}	<0,01
% Soro (S)	7,14 ^{**}	<0,01	0,33 ^{ns}	>0,05	51,94 ^{**}	<0,01	1,57 ^{ns}	>0,05	2749,98 ^{**}	<0,01
Interação A x S	1,94 ^{ns}	>0,05	0,89 ^{ns}	>0,05	2,39 ^{ns}	>0,05	0,46 ^{ns}	>0,05	20,25 ^{**}	<0,01

EST=extrato seco total; **=significativo (p<0,01); ns=não significativo (p>0,05)

proporcional à quantidade de soro de queijo adicionada, em função deste possuir menor teor de sólidos.

Tabela 5.2. Composição média (n=3) das diferentes combinações de soro de queijo e leite, utilizadas na fabricação dos doces de leite, em duplicatas.

Variáveis		Análises				
%A	%S	pH	Acidez ($^{\circ}$ D)	Proteína (%)	Gordura (%)	EST (%)
0	0	6,64 ^a	15,50 ^a	3,22 ^a	3,45 ^a	12,30 ^a
0	15	6,43 ^a	16,25 ^a	3,00 ^{a,b}	3,50 ^a	8,55 ^b
0	30	6,58 ^a	14,75 ^a	2,86 ^b	3,43 ^a	8,56 ^b
0	45	6,60 ^a	14,75 ^a	2,36 ^c	3,45 ^a	8,40 ^b
0,25	0	6,50 ^a	15,00 ^a	3,09 ^a	3,43 ^a	12,48 ^a
0,25	15	6,46 ^a	15,50 ^a	3,12 ^a	3,45 ^a	9,90 ^b
0,25	30	6,20 ^a	15,00 ^a	2,79 ^b	3,45 ^a	9,00 ^c
0,25	45	6,56 ^a	15,25 ^a	2,47 ^c	3,50 ^a	8,34 ^d
0,5	0	6,69 ^a	15,25 ^a	2,70 ^{a,b}	3,45 ^a	12,40 ^a
0,5	15	6,61 ^a	15,25 ^a	2,86 ^a	3,48 ^a	9,81 ^b
0,5	30	6,13 ^b	16,50 ^a	2,40 ^b	3,45 ^a	8,68 ^c
0,5	45	6,31 ^{a,b}	15,50 ^a	2,46 ^b	3,50 ^a	8,36 ^d
0,75	0	6,74 ^a	15,50 ^a	3,01 ^a	3,45 ^a	12,39 ^a
0,75	15	6,51 ^a	15,50 ^a	2,98 ^{a,b}	3,43 ^a	9,89 ^b
0,75	30	6,39 ^a	15,50 ^a	2,67 ^{b,c}	3,43 ^a	8,76 ^c
0,75	45	6,55 ^a	15,25 ^a	2,40 ^c	3,38 ^a	8,43 ^d

Letras em comum na mesma coluna, dentro de cada nível de amido, não diferem entre si ($p < 0,05$); A = %amido de milho modificado; S = %soro de queijo; EST = extrato seco total

5.2. Composição dos doces de leite e Rendimento

A ANOVA da composição e rendimento das diferentes formulações de doce de leite está apresentada na Tabela 5.3.

A composição média dos doces foi afetada significativamente pelas adições de diferentes concentrações de soro de queijo ($p < 0,01$) e amido de milho modificado ($p < 0,01$), em relação ao rendimento e aos teores de proteína, lactose, outros açúcares e cinzas. Os teores de umidade ($p < 0,01$) e gordura no extrato seco ($p < 0,05$) foram afetados significativamente apenas pela adição de amido de milho modificado.

Tabela 5.3. ANOVA da composição e rendimento das diferentes formulações de doce de leite.

	Proteína		Gordura		Lactose		Umidade		Outros açúcares		Cinzas		GES		Rendimento	
	C	V	F	pF	F	pF	F	pF	F	pF	F	pF	F	pF	F	pF
% A	26,59 ^{**}	<0,01	2,91 ^{ns}	>0,05	10,48 [*]	<0,01	6,35 ^{**}	<0,01	3,46 [*]	<0,05	33,02 ^{**}	<0,01	3,36 [*]	<0,05	13,83 ^{**}	<0,01
% S	389,45 ^{**}	<0,01	0,61 ^{ns}	>0,05	356,86 ^{**}	<0,01	0,45 ^{ns}	>0,05	9,29 ^{**}	<0,01	851,46 ^{**}	<0,01	0,78 ^{ns}	>0,05	34,61 ^{**}	<0,01
AxS	9,46 ^{**}	<0,01	3,66 [*]	<0,05	2,91 [*]	<0,05	1,78 ^{ns}	>0,05	2,95 [*]	<0,05	23,47 ^{**}	<0,01	3,33 [*]	<0,05	1,87 ^{ns}	>0,05

CV= causas de variação; A= amido; S= soro de queijo; **=significativo (p<0,01); ns=não significativo (p>0,05); *=significativo (p<0,05)
 GES= gordura no extrato seco; R= rendimento

As variáveis, soro de queijo e amido de milho modificado não provocaram diferenças significativas ($p>0,05$) no teor de gordura dos doces devido a prévia padronização realizada no leite e nas combinações de leite e soro de queijo, utilizados na fabricação dos referidos doces.

A composição média ($n=2$) e o rendimento dos doces de leite obtidos das 16 formulações, em duplicatas, no tempo zero, referente ao dia de fabricação, estão apresentados na Tabela 5.4.

Tabela 5.4. Composição e rendimento médio ($n=2$) dos doces de leite no dia da fabricação (tempo zero).

Variáveis		Prot.(%)	G (%)	Lactose (%)	U (%)	Outros açúcares (%)	Cinzas (%)	GES (%)	R (%)
%A	%S								
0	0	6,00 ^a	6,75 ^a	15,28 ^d	37,36 ^a	33,80 ^a	0,82 ^d	10,81 ^a	54,83 ^a
0	15	5,36 ^b	6,75 ^a	16,34 ^c	34,64 ^a	35,80 ^a	1,13 ^c	10,34 ^a	46,75 ^b
0	30	5,25 ^b	6,90 ^a	18,76 ^b	34,97 ^a	32,85 ^a	1,28 ^b	10,61 ^a	46,99 ^b
0	45	4,49 ^c	6,15 ^a	21,03 ^a	34,00 ^a	35,03 ^a	1,52 ^a	9,32 ^a	46,05 ^b
0,25	0	5,86 ^a	6,55 ^a	15,44 ^c	38,49 ^a	33,01 ^{a,b}	0,66 ^c	10,65 ^a	56,48 ^a
0,25	15	5,10 ^b	6,50 ^a	16,32 ^c	35,81 ^b	35,60 ^a	0,69 ^c	10,13 ^a	50,08 ^b
0,25	30	5,09 ^b	6,25 ^a	18,47 ^b	37,11 ^{a,b}	31,82 ^{a,b}	1,28 ^b	9,94 ^a	49,69 ^b
0,25	45	3,92 ^c	6,25 ^a	19,69 ^a	38,97 ^a	29,71 ^b	1,49 ^a	10,23 ^a	50,12 ^b
0,5	0	5,86 ^a	6,25 ^b	14,34 ^d	39,80 ^a	33,13 ^a	0,63 ^c	10,38 ^b	58,00 ^a
0,5	15	5,48 ^b	6,15 ^b	15,66 ^c	37,33 ^b	34,42 ^a	0,97 ^b	9,79 ^b	51,53 ^b
0,5	30	4,52 ^c	6,65 ^{a,b}	17,95 ^b	38,83 ^{a,b}	30,78 ^{a,b}	1,27 ^a	10,87 ^{a,b}	50,97 ^b
0,5	45	4,28 ^c	7,25 ^a	19,75 ^a	39,86 ^a	27,54 ^b	1,32 ^a	12,07 ^a	51,33 ^b
0,75	0	5,81 ^a	6,65 ^a	14,54 ^d	35,64 ^b	38,22 ^a	0,65 ^c	10,37 ^a	54,71 ^a
0,75	15	4,95 ^b	6,65 ^a	16,38 ^c	39,59 ^a	31,72 ^b	0,72 ^c	11,01 ^a	54,04 ^a
0,75	30	4,46 ^c	6,80 ^a	17,40 ^b	39,24 ^a	31,32 ^b	1,29 ^b	11,20 ^a	51,85 ^{a,b}
0,75	45	4,08 ^d	7,00 ^a	20,41 ^a	37,27 ^{a,b}	30,16 ^b	1,59 ^a	11,17 ^a	49,74 ^b

Letras em comum na mesma coluna, em cada nível de adição de amido, não diferem entre si ($p<0,05$); A = %amido de milho modificado; S = %soro de queijo

Prot.=proteína; G=gordura; U=Umidade; GES=gordura no extrato seco; R=rendimento.

Através do teste de Tukey verificou-se que a adição de 0 e 0,25% de amido de milho modificado resultou em doces com teores estatisticamente semelhantes de proteína, quando a quantidade de soro de queijo adicionada foi de 15% e 30%. Doces de leite com menores teores de proteína ($p>0,05$) foram obtidos quando processados com combinações

de 0,75% de amido de milho, independente da quantidade de soro de queijo adicionada (Tabela 5.4).

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) no teor de lactose para os doces elaborados com diferentes concentrações de soro de queijo, independente da quantidade de amido de milho modificado adicionado. Quanto maior a quantidade de soro de queijo adicionada, maior o teor de lactose presente nos doces (Tabela 5.4).

As diferentes concentrações de soro de queijo não influenciaram o teor de umidade dos doces, mas a adição de amido influenciou a umidade ($p < 0,01$), uma vez que este absorve água. Houve aumento de umidade do doce de leite com o aumento do teor de amido de milho modificado, como já observado por KONKEL *et al* (2004). A retenção de água pelo amido resulta na obtenção de doces com consistência adequada, mesmo com teor de umidade elevado, inclusive acima do limite máximo estabelecido pela legislação vigente (30%), conforme Tabela 5.4.

Variações no teor de soro ($p < 0,01$) e amido ($p < 0,05$) afetaram o teor de outros açúcares do doce de leite, entre os quais estão a sacarose e a glicose (Tabela 5.3).

O teor de cinzas do doce de leite também foi afetado significativamente pelas diferenças nas quantidades de soro ($p < 0,01$) e amido ($p < 0,01$) adicionadas ao leite. Em geral, o teor de cinzas do doce de leite aumentou com o aumento da % de soro utilizada (Tabela 5.4).

O rendimento dos doces foi afetado significativamente pela adição de amido de milho ($p < 0,01$) e pela adição de soro de queijo ($p < 0,01$) (Tabela 5.3). Como a interação entre elas não foi significativa ($p > 0,05$), isso indica que as adições de soro e amido afetaram independentemente o rendimento do doce de leite. Maiores rendimentos foram alcançados quando os doces foram elaborados sem adição de soro de queijo, independente da concentração de amido utilizada (Tabela 5.4). Houve aumento do rendimento com o aumento do teor de amido, principalmente quando se usou 0,75% de amido de milho modificado.

5.3. Alterações durante o armazenamento

5.3.1. Acompanhamento da acidez titulável, pH e Aw

A Tabela 5.5 mostra que a acidez titulável do doce de leite foi influenciada pela adição de soro de queijo, pela adição de amido de milho modificado e pelo tempo de estocagem. Houve interação significativa entre todas as variáveis ($p < 0,01$) na acidez titulável dos doces.

A Tabela 5.6 apresenta os valores médios ($n=2$) de acidez titulável das diferentes formulações de doce de leite, acompanhada durante o período de estocagem de 8 meses. A Tabela 1, do Anexo 1, apresenta os resultados do teste de Tukey para as médias do tempo de estocagem em cada nível de amido em relação à acidez titulável do doce de leite. A Tabela 2, do Anexo 1, mostra os resultados do teste de Tukey para as médias de tempo de estocagem em cada nível de soro de queijo em relação a acidez titulável do doce de leite.

Tabela 5.5. ANOVA dos valores de acidez titulável dos doces de leite, avaliados durante o período de estocagem.

Causas de Variação	GL	F	pF
%A	3	175,08**	0,0001
%S	3	246,02**	0,0001
A x S	9	43,51**	0,0001
Resíduo (erro a)	16		
Parcelas	15		
T	8	138,97**	0,0001
A x T	24	2,73**	0,0002
S x T	24	5,678**	0,0001
A x S x T	72	3,59**	0,0001
Resíduo (erro b)	128		
Total	287		

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; T = tempo; GL = graus de liberdade; ** - significativo ($p < 0,01$)

Tabela 5.6. Acidez titulável dos doces de leite durante o período de estocagem.

		TEMPO (meses)								
Variáveis		0	1	2	3	4	5	6	7	8
%A	%S									
0	0	0,22	0,27	0,27	0,30	0,32	0,31	0,32	0,30	0,37
0	15	0,25	0,30	0,31	0,31	0,33	0,33	0,33	0,35	0,35
0	30	0,27	0,29	0,28	0,32	0,30	0,31	0,33	0,30	0,33
0	45	0,25	0,30	0,31	0,35	0,33	0,33	0,36	0,34	0,32
0.25	0	0,24	0,25	0,25	0,27	0,29	0,29	0,31	0,34	0,33
0.25	15	0,28	0,29	0,30	0,33	0,34	0,33	0,35	0,33	0,36
0.25	30	0,23	0,23	0,28	0,28	0,31	0,31	0,31	0,29	0,31
0.25	45	0,23	0,28	0,27	0,34	0,31	0,30	0,33	0,28	0,26
0.5	0	0,25	0,28	0,28	0,27	0,28	0,28	0,33	0,30	0,32
0.5	15	0,29	0,29	0,32	0,32	0,32	0,34	0,315	0,32	0,37
0.5	30	0,21	0,22	0,23	0,22	0,23	0,25	0,27	0,28	0,26
0.5	45	0,25	0,29	0,28	0,34	0,32	0,33	0,35	0,30	0,32
0.75	0	0,18	0,23	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,27
0.75	15	0,23	0,26	0,27	0,29	0,31	0,30	0,29	0,29	0,29
0.75	30	0,20	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25
0.75	45	0,23	0,27	0,29	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,38

A = %amido de milho modificado; S = %soro de queijo

As Figuras 5.1 a 5.3 mostram a variação da acidez titulável dos doces de leite durante o período de estocagem.

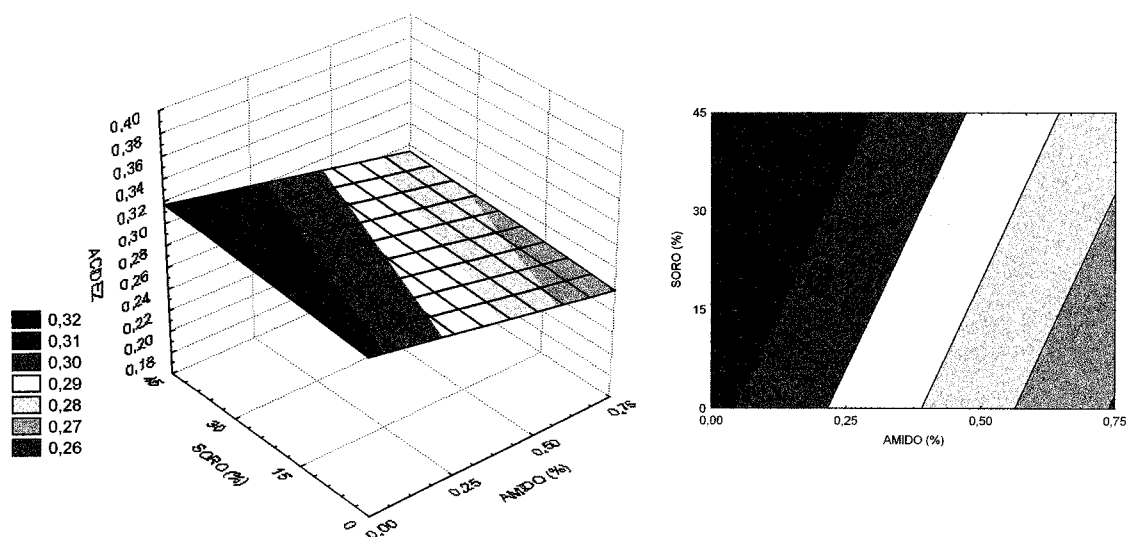


Figura 5.1. Superfície de resposta e de contorno para variação da Acidez Titulável dos doces de leite em relação ao soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.

A variação da acidez dos doces de leite mostrou ser influenciada tanto pelo amido de milho modificado adicionado como pelo soro de queijo. Quanto maior a quantidade de soro de queijo empregada na fabricação dos doces, maior foi a acidez observada. Entretanto, para o amido de milho observou-se o contrário, quanto menor a quantidade de amido, maior a acidez dos doces (Figura 5.1).

A Figura 5.2. mostra que durante o período de estocagem houve um aumento da acidez titulável dos doces de leite, porém o aumento foi maior nos doces elaborados com menor porcentagem de amido de milho. Isso provavelmente é devido ao fato do amido reter água, o que deve diminuir a velocidade de conversão da lactose em ácido láctico.

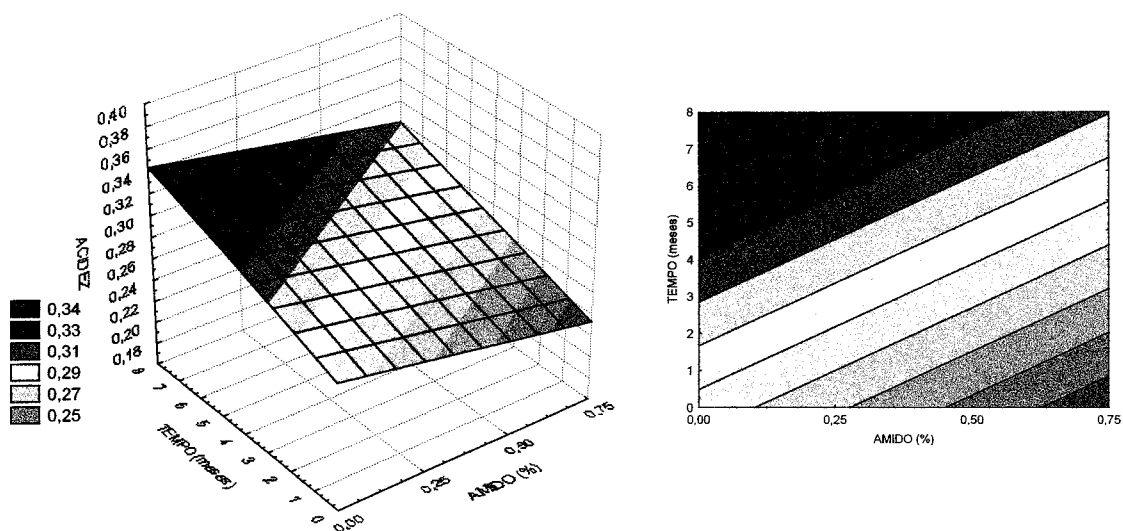


Figura 5.2. Superfície de resposta e de contorno para variação da Acidez Titulável dos doces de leite em relação ao amido de milho modificado e o tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.

A acidez titulável dos doces aumentou com o tempo de estocagem, sendo que este aumento foi mais acentuado nos doces elaborados com maiores teores de soro de queijo, conforme mostra a Figura 5.3.

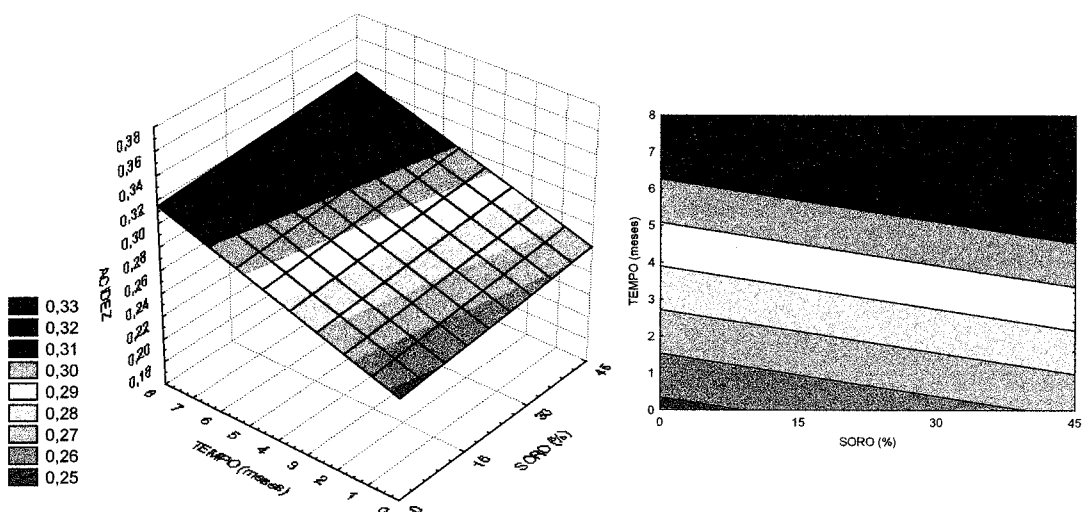


Figura 5.3. Superfície de resposta e de contorno para variação da Acidez Titulável dos doces de leite em relação ao soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.

A Tabela 5.7 mostra que o pH do doce de leite foi influenciado pela adição de soro de queijo, pela adição de amido de milho modificado e pelo tempo de estocagem. Houve interação significativa entre todas as variáveis ($p < 0,01$) no pH dos doces.

A Tabela 5.8 apresenta os valores médios ($n=2$) do pH das diferentes formulações de doce de leite, acompanhado durante estocagem de 8 meses.

Tabela 5.7. ANOVA para o pH dos doces de leite durante o período de estocagem.

Causas de Variação	GL	F	pF
%A	3	35,32**	0,0001
%S	3	80,06**	0,0001
A x S	9	20,04**	0,0001
Resíduo (erro a)	16	1,63	
Parcelas	15		
T	8	164,06**	0,0001
A x T	24	6,08**	0,0001
S x T	24	6,17**	0,0001
A x S x T	72	4,17**	0,0001
Resíduo (erro b)	128		
Total	287		

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; T = tempo; GL = graus de liberdade; ** - significativo ($p < 0,01$)

A Tabela 3, do Anexo 1, apresenta os resultados do teste de Tukey para as médias do tempo de estocagem em cada nível de amido em relação ao pH do doce de leite. A Tabela 4, do Anexo 1, mostra os resultados do teste de Tukey para as médias de tempo de estocagem em cada nível de soro de queijo em relação ao pH do doce de leite.

Tabela 5.8. pH dos doces de leite durante o período de estocagem.

		TEMPO (meses)								
Variáveis		0	1	2	3	4	5	6	7	8
%A	%S									
0	0	6,8	6,1	6,1	6,1	6,1	6,3	6,0	6,0	6,0
0	15	6,8	6,1	5,9	5,8	5,9	5,9	6,1	5,9	5,7
0	30	6,6	6,2	5,9	5,8	5,9	6,0	5,9	5,9	5,9
0	45	6,7	6,3	5,9	5,8	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
0.25	0	6,7	6,7	6,7	6,5	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3
0.25	15	6,6	6,5	6,4	5,9	5,9	6,0	6,0	6,2	6,0
0.25	30	6,6	6,4	6,0	6,0	6,0	6,1	6,2	6,0	5,9
0.25	45	6,6	6,1	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,8	5,9
0.5	0	6,7	6,6	6,6	6,7	6,4	6,0	6,0	6,1	6,1
0.5	15	6,3	5,9	5,8	5,9	6,0	6,0	5,9	6,0	5,9
0.5	30	6,7	6,7	6,7	7,2	6,1	6,2	6,1	6,2	6,3
0.5	45	6,8	6,3	5,8	5,9	6,0	5,9	6,0	5,9	6,0
0.75	0	6,8	6,6	6,6	6,5	6,1	6,2	6,2	6,3	6,2
0.75	15	6,9	6,8	6,7	6,3	6,2	6,1	6,1	6,1	6,2
0.75	30	6,7	6,7	6,3	6,1	6,1	6,1	6,1	6,3	6,1
0.75	45	6,7	6,5	5,8	5,9	5,9	6,1	5,9	5,8	5,8

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo

Em geral, os valores de pH dos doces no dia da fabricação (6,3-6,8) foram maiores do que os observados por FERRAMONDO *et al.* (1984), que oscilaram entre 5,6 e 6,3.

As Figuras 5.4 a 5.6 mostram o comportamento do pH dos doces em função da % de amido de milho modificado e da % de soro de queijo adicionado ao leite durante o tempo de estocagem do doce de leite.

Através da Figura 5.4 pode ser observado que o aumento da % de amido adicionado resultou em aumento do pH do doce de leite, uma vez que o amido ao reter água, a torna menos disponível para as reações, como por exemplo, a de conversão de lactose em ácido láctico. Quanto maior a quantidade de soro de queijo adicionada, menor o pH dos doces, quando o amido de milho não foi utilizado. Isso é esperado, uma vez que a adição de soro de queijo, aumentou proporcionalmente a % de lactose presente no doce de leite.

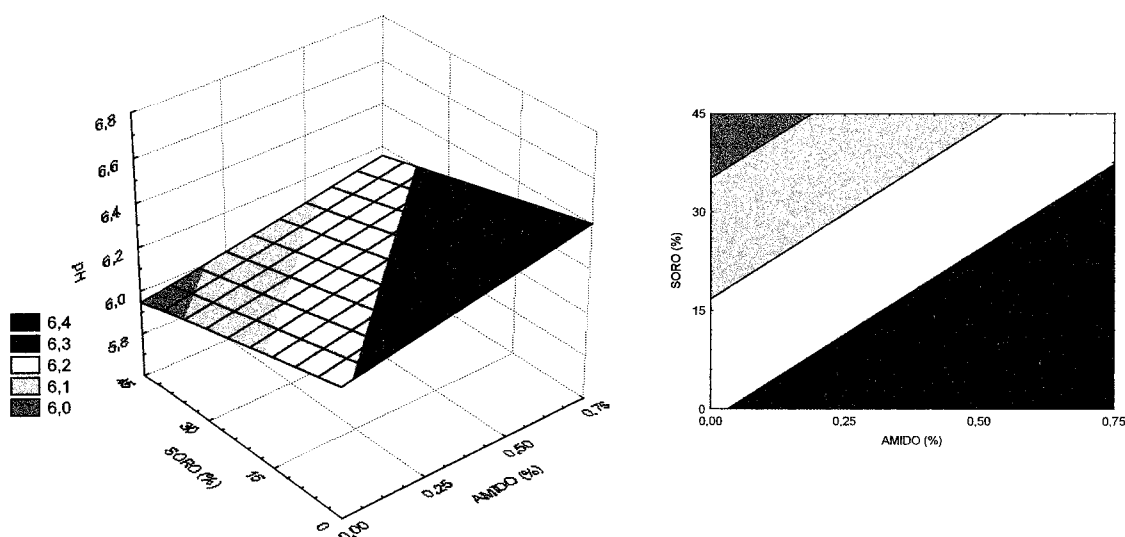


Figura 5.4. Superfície de resposta e de contorno para variação do pH dos doces de leite em relação ao soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.

Logo após a fabricação, os doces com menores teores de soro de queijo apresentaram maiores valores de pH (6,6), o qual foi reduzido para 6,1 após oito meses de estocagem. Quanto maior a quantidade de soro de queijo utilizada, menor foi o pH observado após a fabricação. O pH do doce de leite diminuiu com o tempo de estocagem (Figura 5.5).

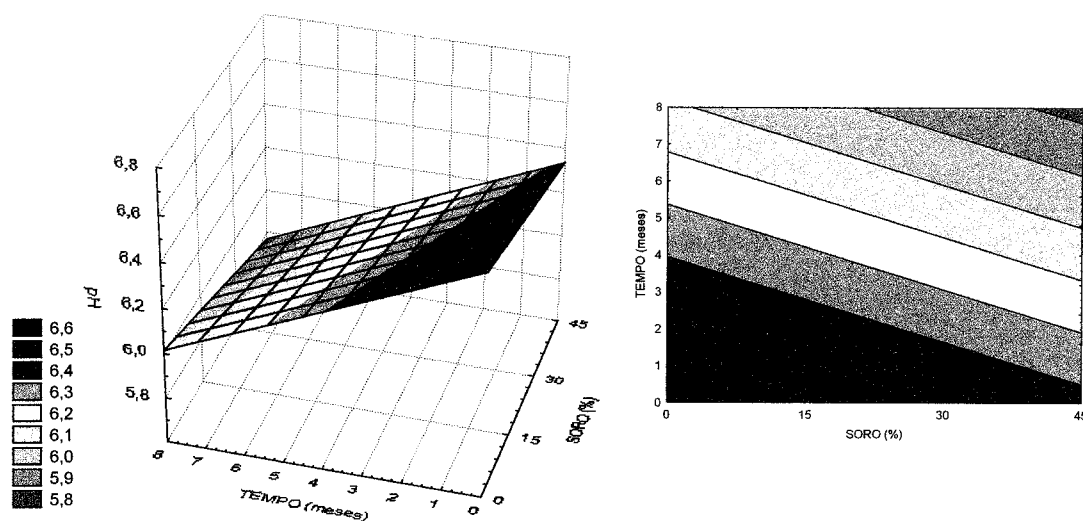


Figura 5.5. Superfície de resposta e de contorno para variação do pH dos doces de leite em relação ao soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.

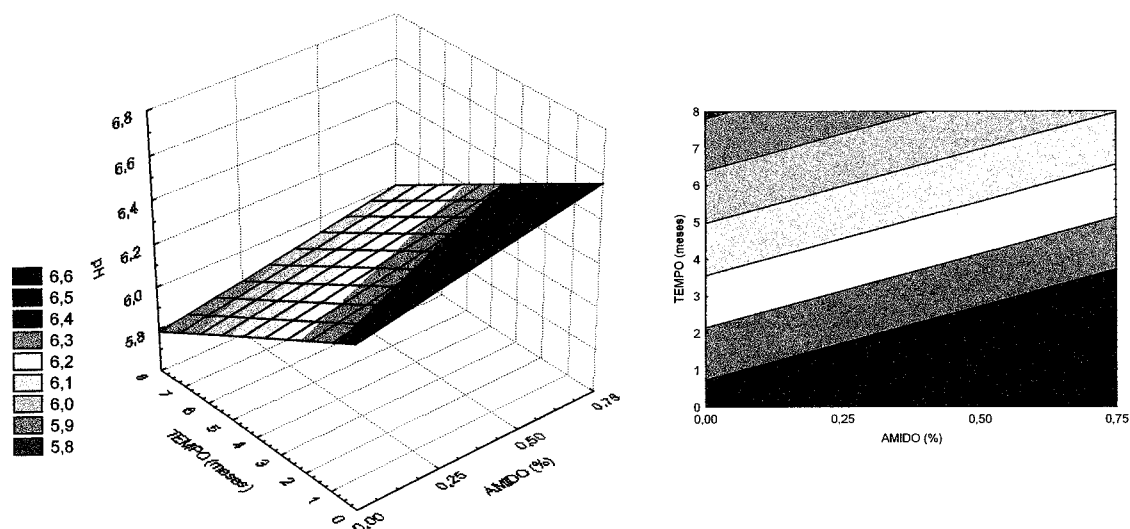


Figura 5.6. Superfície de resposta e de contorno para variação do pH dos doces de leite em relação ao amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.

A Figura 5.6 mostra que quanto maior o teor de amido de milho modificado utilizado, maior foi o pH dos doces após a fabricação. Como esperado, o pH do doce diminuiu com o tempo de estocagem.

A Tabela 5.9 mostra que a atividade de água (A_w) do doce de leite foi influenciada pela adição de soro de queijo, pela adição de amido de milho modificado e pelo tempo de estocagem. Houve interação significativa entre todas as variáveis ($p < 0,01$) na atividade de água dos doces.

Tabela 5.9. ANOVA dos valores de atividade de água (Aw) dos doces de leite durante o período de estocagem.

Causas de Variação	GL	F	pF
%A	3	2466,07**	0,0001
%S	3	2626,76**	0,0001
A x S	9	715,38**	0,0001
Resíduo (erro a)	16		
Parcelas	15		
T	8	16,38**	0,0001
A x T	24	7,52**	0,0001
S x T	24	11,23**	0,0001
A x S x T	72	9,92**	0,0001
Resíduo (erro b)	128		
Total	287		

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; T = tempo; GL = graus de liberdade; ** - significativo ($p < 0,01$)

A Tabela 5.10 apresenta a média ($n=3$) da atividade de água (Aw) do doce de leite em função da % de amido e de soro de queijo adicionados, durante os 8 meses de armazenamento.

A Tabela 5, do Anexo 1, apresenta os resultados do teste de Tukey para as médias do tempo de estocagem em cada nível de amido em relação a atividade de água (Aw) do doce de leite. A Tabela 6, do Anexo 1, mostra os resultados do teste de Tukey para as médias de tempo de estocagem em cada nível de soro de queijo em relação a atividade de água (Aw) do doce de leite.

As Figuras 5.7 a 5.9 mostram o comportamento da Aw dos doces de leite em relação as variáveis estudadas e o tempo de estocagem.

Tabela 5.10. Atividade de água (A_w) dos doces de leite, fabricados com diferentes proporções de amido modificado e soro de queijo, durante o período de estocagem.

		TEMPO (meses)								
Variáveis		0	1	2	3	4	5	6	7	8
%A	%S									
0	0	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,87	0,86	0,86
0	15	0,78	0,80	0,81	0,76	0,77	0,77	0,77	0,76	0,77
0	30	0,79	0,79	0,78	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,77
0	45	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,82
0.25	0	0,85	0,85	0,86	0,85	0,85	0,84	0,85	0,85	0,86
0.25	15	0,82	0,83	0,82	0,81	0,81	0,82	0,82	0,81	0,81
0.25	30	0,81	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81	0,81	0,80	0,81
0.25	45	0,81	0,80	0,79	0,80	0,80	0,81	0,80	0,80	0,80
0.5	0	0,86	0,86	0,86	0,85	0,86	0,85	0,86	0,86	0,85
0.5	15	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,84	0,84	0,85	0,85
0.5	30	0,85	0,86	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85	0,86	0,86
0.5	45	0,81	0,83	0,81	0,80	0,81	0,80	0,80	0,80	0,80
0.75	0	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,87
0.75	15	0,86	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
0.75	30	0,86	0,85	0,86	0,85	0,85	0,86	0,86	0,87	0,86
0.75	45	0,83	0,82	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83

A= amido de milho modificado; S = soro de queijo

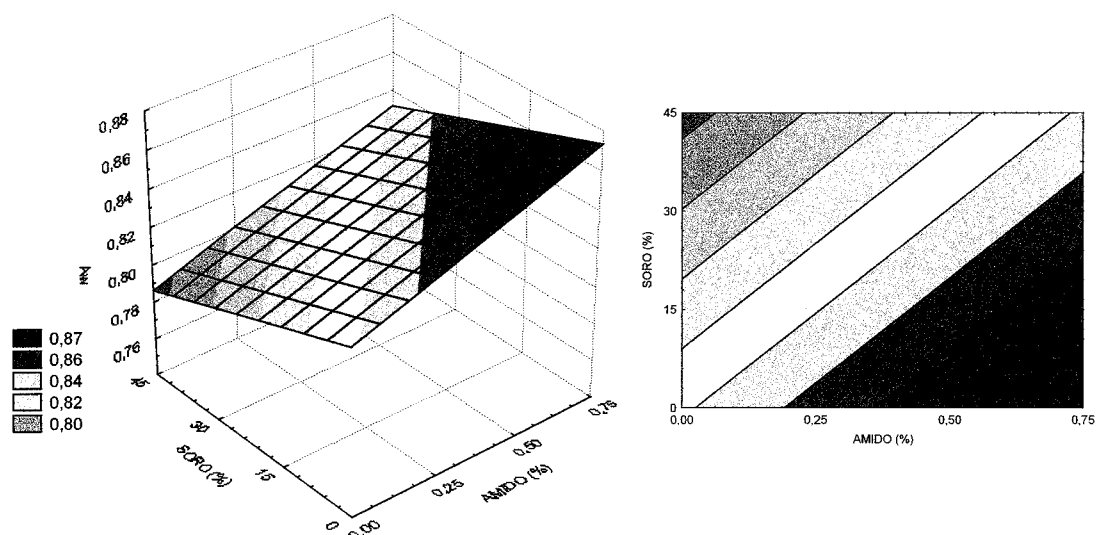


Figura 5.7. Superfície de resposta e de contorno para variação da A_w dos doces de leite em relação ao soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.

A Figura 5.7 mostra que o aumento da % de amido e a diminuição da % de soro aumentou a A_w dos doces. Mesmo utilizando altas concentrações de amido de milho modificado, a maioria dos doces apresentou A_w abaixo de 0,85, coincidindo com os valores (0,812 – 0,847) observados por FERRAMONDO *et al.* (1984) e VIGO *et al.* (1983), citados por FERRAMONDO *et al.* (1984).

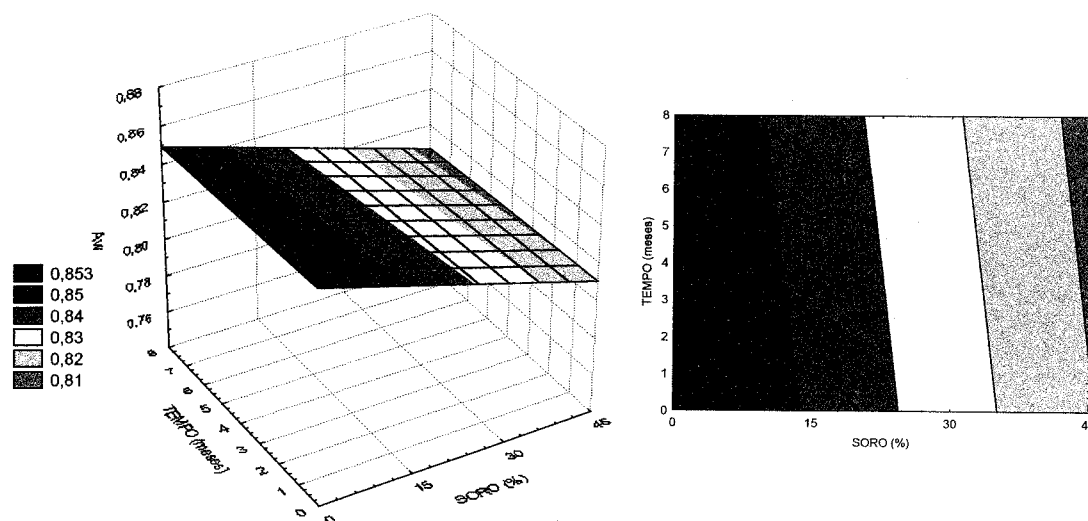


Figura 5.8. Superfície de resposta e de contorno para variação da A_w dos doces de leite em relação ao soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.

O tempo de estocagem não afetou a A_w dos doces, exceto para aqueles elaborados com 45% de soro de queijo (Figura 5.8). Após o terceiro mês de estocagem, os doces produzidos com 45% de soro apresentaram uma ligeira redução da A_w , que permaneceu inalterada até o final do período de estocagem.

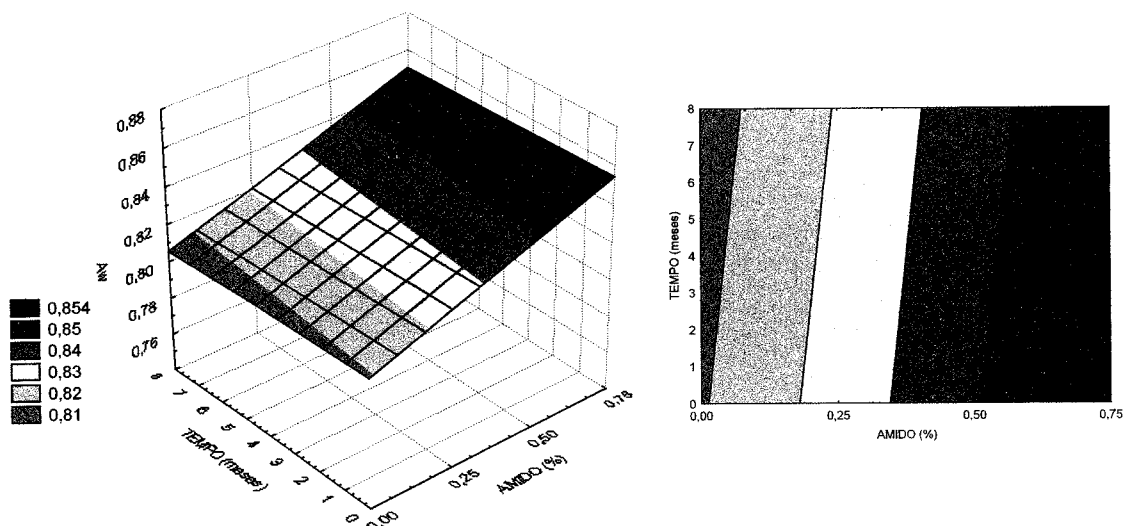


Figura 5.9. Superfície de resposta e de contorno para variação da A_w dos doces de leite em relação ao amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.

O emprego do amido de milho modificado proporcionou uma maior retenção de água nos doces, como pode ser verificada na Figura 5.9. Entretanto, adições superiores a 0,50% não resultaram em mudanças muito grandes da A_w . Por exemplo, a variação de 0,50% para 0,75% de amido resultou numa variação de A_w de 0,850 a 0,854. Como pode ser visto na Figura 5.9, a A_w foi pouco afetada pelo tempo de estocagem.

5.3.2. Avaliação da cristalização

As condições físico-químicas que caracterizam o doce de leite induzem a cristalização da lactose em função do estado inicial do produto ser de supersaturação, devido à presença simultânea de sacarose e lactose, o que reduz sensivelmente a solubilidade da lactose (WEEB, 1980). A cristalização torna o doce de leite arenoso, com textura indesejável, influenciando sua aparência e, portanto a aceitabilidade do produto. Assim, o controle do número de cristais em doce de leite é fator determinante na avaliação da qualidade do produto.

A Figura 5.10 mostra o formato típico de cristais de lactose encontrados em doce de leite tradicional, estocado por 5 meses, sob refrigeração.

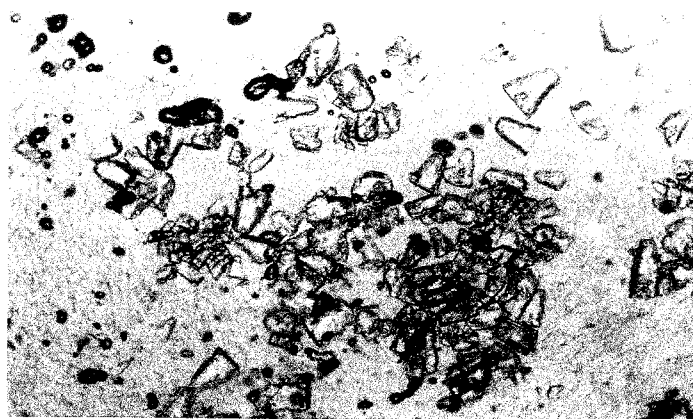


Figura 5.10. Fotomicrografias de cristais de lactose presentes em doce de leite tradicional, estocado 5 meses sob refrigeração.

A Tabela 5.11 apresenta o número de cristais por g de doce de leite padrão (0% de amido de milho modificado e 0% de soro de queijo) aos 9 meses de estocagem, data da formação desses cristais. Como pode ser visto na Tabela 5.11, 77% dos cristais apresentaram tamanho de 2 a 6 μm e 23% na faixa de 6,1-10 μm , não atingindo o limiar de percepção de arenosidade, sugerido por HOUGH *et al.* (1990). Até o final da vida útil do doce com esta formulação (9 meses), não houve formação de cristais que pudessem ser

percebidos sensorialmente, contrariando SANTOS *et al.* (1977) e PINTO (1979) que apontam o tempo de 30 a 45 dias de estocagem à temperatura ambiente, para o início da formação de cristais de lactose. A Figura 5.11 mostra os cristais presentes no doce de leite produzido com 0% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos nove meses de estocagem.

Tabela 5.11. Número de cristais - Doce elaborado com 0% amido e 0% soro de queijo – 9 meses de estocagem

Tamanho (μm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	20	2,0	2,4E+06	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	6	0,6	7,1E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	0	0	0,0E+00	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	26	2,6	3,1E+06	

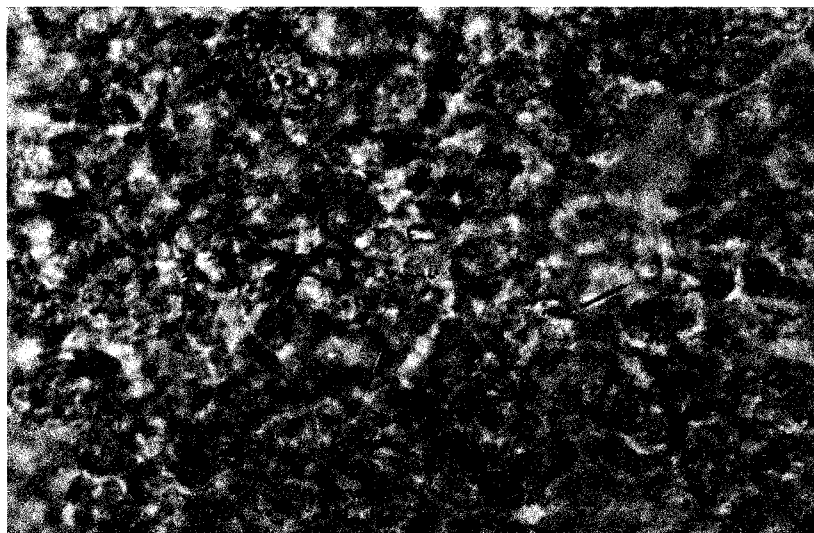


Figura 5.11. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0% amido de milho modificado e 0% soro de queijo aos nove meses de estocagem.

As Tabelas 5.12, 5.13, 5.14 e 5.15 mostram a formação de cristais em doces de leite sem adição de amido, com quantidades crescentes de soro de queijo, em diferentes tempos de estocagem. Os resultados evidenciam que, sem a adição de amido, o uso de soro de queijo (15, 30 e 45%) resultou na formação de cristais a partir de seis meses, porém em quantidade e tamanho abaixo do limiar de percepção sensorial. Isso quer dizer que, apesar da presença de cristais nesses doces, eles não resultaram em percepção de arenosidade. O emprego de soro de queijo, por proporcionar um aumento na quantidade de lactose no doce, poderia induzir a cristalização e resultar no defeito de arenosidade; tal fato, no entanto não foi observado, provavelmente devido a um correto controle do resfriamento dos doces após o envase.

Tabela 5.12. Número de cristais - Doce elaborado com 0% amido e 15% soro de queijo – 9 meses de estocagem.

Tamanho (μm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	0	0	0,0E+00	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	0	0	0,0E+00	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	1	0,1	1,1E+05	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	2	0,2	2,2E+05	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	3	0,3	3,3E+05	

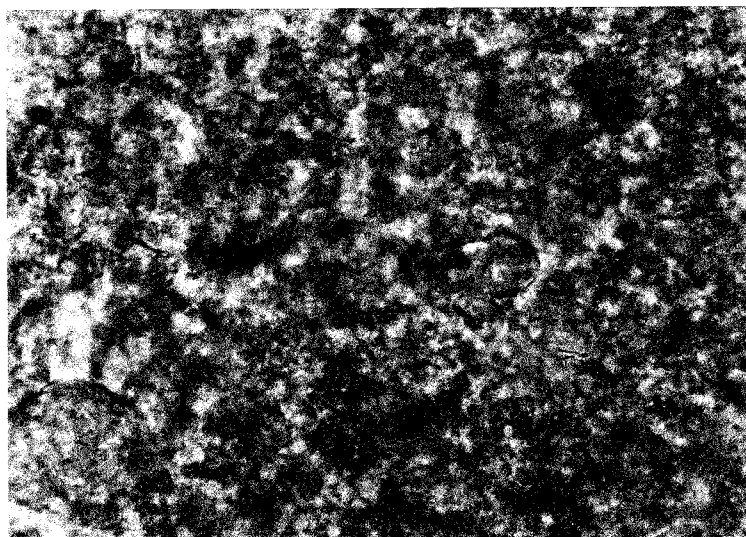


Figura 5.12. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0% de amido de milho modificado e 15% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.

Tabela 5.13. Número de cristais - Doce elaborado com 0% amido e 30% soro de queijo – 6 meses de estocagem.

Tamanho (μm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	1	0,1	1,3E+05	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	0	0	0,0E+00	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	0	0	0,0E+00	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	1	0,1	1,3E+05	

As Tabelas 5.13 e 5.14 mostram, respectivamente, o numero de cristais presentes em doce de leite fabricado com 0% amido e 30% soro aos 6 e 9 meses de estocagem. Os resultados mostram que o número de cristais foi o mesmo, havendo somente um crescimento dos cristais de 2,0-6,0 μm para 6,1-10 μm (Figura 5.13) com o tempo de estocagem.

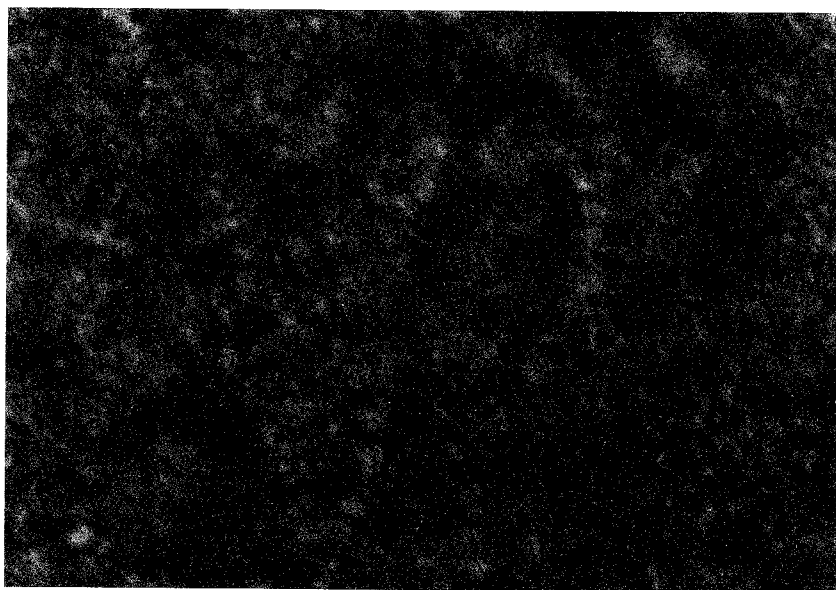


Figura 5.13. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0% de amido de milho modificado e 30% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.

Tabela 5.14. Número de cristais - Doce elaborado com 0% amido e 30% soro de queijo – 9 meses de estocagem.

Tamanho (μm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	0	0	0,0E+00	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	1	0,1	1,2E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	0	0	0,0E+00	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	1	0,1	1,2E+05	

A Tabela 5.15 mostra o número de cristais presentes no doce de leite elaborado sem adição de amido e 45% de soro de queijo, aos seis meses de estocagem. O tamanho dos cristais observados (2,0 – 6,0 μm) e o número reduzido (2,4E+05 cristais/g), evidenciam a grande estabilidade física do produto.

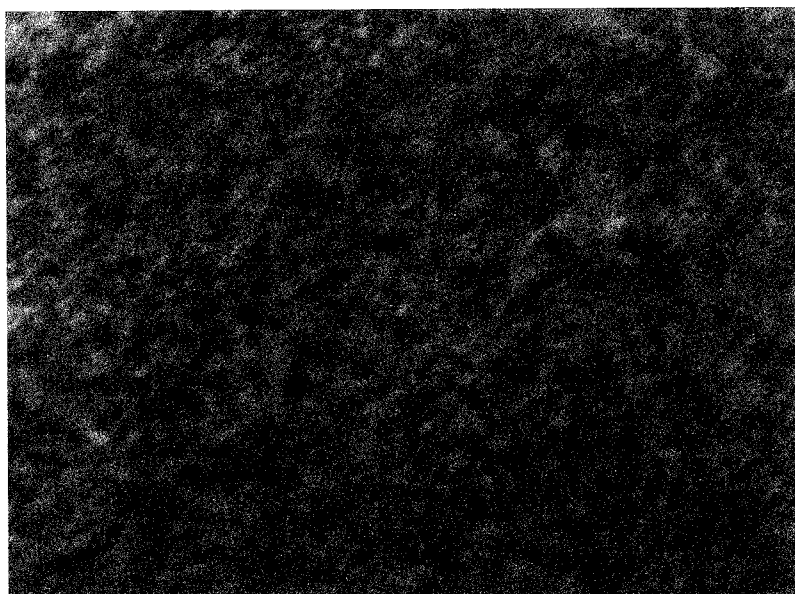


Figura 5.14. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0% de amido de milho modificado e 45% de soro de queijo aos seis meses de estocagem.

Tabela 5.15. Número de cristais - Doce elaborado com 0% amido e 45% soro de queijo – 6 meses de estocagem.

Tamanho (μm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	2	0,2	2,4E+05	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	0	0	0,0E+00	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	0	0	0,0E+00	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	2	0,2	2,4E+05	

O emprego de amido de milho modificado na fabricação de doce de leite proporciona a retenção de água, o que dificulta a movimentação das moléculas de lactose, impedindo assim que a cristalização ocorra, conforme observado por MARGAS (1982). As Tabelas 5.16, 5.17, 5.18, 5.19 e 5.20 mostram a formação de cristais em doces de leite sem

adição de soro, com quantidades crescentes de amido, em diferentes tempos de estocagem. Os resultados evidenciam que o emprego de amido de milho modificado nas formulações, sem adição de soro de queijo, retardou a formação de cristais, sendo que a menor incidência de cristais foi observada na formulação com adição de apenas 0,25% de amido. Embora todas as formulações não tenham apresentado cristais em tamanho e quantidades que os tornassem perceptíveis sensorialmente, a formulação que empregou a maior quantidade de amido (0,75%) foi a que apresentou maior quantidade de cristais, o que não era o esperado. Provavelmente fatores como, o controle do tempo e temperatura do resfriamento podem ter contribuído para a formação de cristais.

Tabela 5.16. Número de cristais - Doce elaborado com 0,25% amido e 0% soro de queijo – 12 meses de estocagem.

Tamanho (μm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	1	0,1	1,3E+05	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	0	0	0,0E+00	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	0	0	0,0E+00	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	1	0,1	1,3E+00	

A Figura 5.15 retrata a excelente estabilidade física do doce de leite elaborado com 0,25% de amido de milho modificado sem adição de soro de queijo, aos doze meses de estocagem, atingida principalmente pelo emprego do amido. Na fotomicrografia pode-se observar apenas um diminuto (2,0 – 6,0 μm) cristal de lactose.

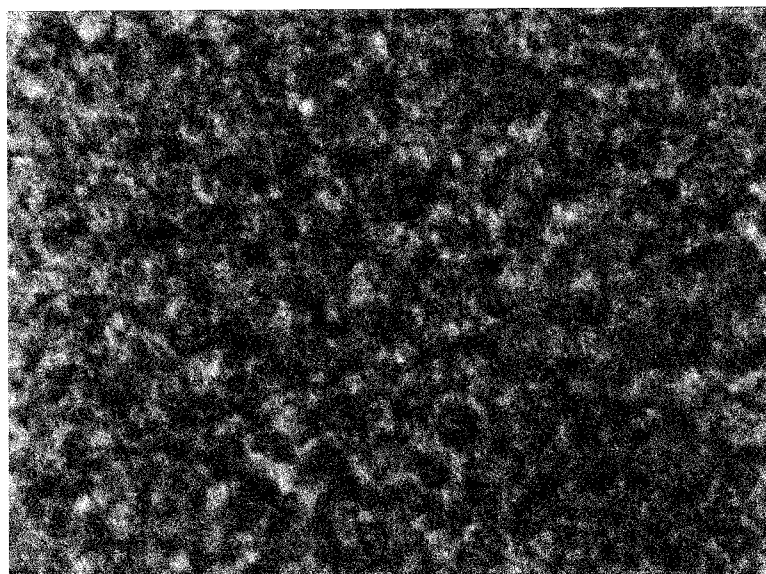


Figura 5.15. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,25% de amido de milho modificado e 0% de soro de queijo aos doze meses de estocagem.

A Figura 5.16 representa o doce de leite elaborado com 0,5% de amido de milho e 0% de soro de queijo, aos nove meses de estocagem, na qual pode ser observada a presença de um cristal em forma de agulha. Como pode ser visto nas Tabelas 5.17 e 5.18, que mostram o número de cristais observados no doce de leite aos 6 e 9 meses, respectivamente, o número de cristais aumentou em quantidade com o tempo de estocagem.

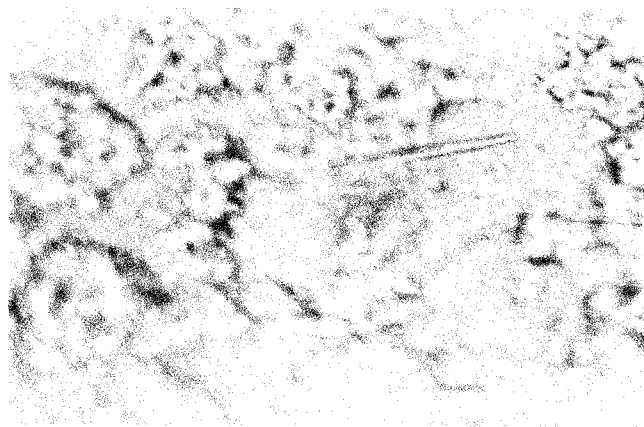


Figura 5.16. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,5% de amido de milho modificado e 0% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.

Tabela 5.17. Número de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 0% soro de queijo – 6 meses de estocagem.

Tamanho (µm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	0	0	0,0E+00	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	0	0	0,0E+00	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	1	0,1	1,9E+05	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	0	0	0,0E+00	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	1	0,1	1,9E+05	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	2	0,2	3,8E+05	

Tabela 5.18. Número de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 0% soro de queijo – 9 meses de estocagem.

Tamanho (µm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	6	0,6	7,3E+05	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	9	0,9	1,1E+06	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	0	0	0,0E+00	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	15	1,5	1,8E+06	

Tabela 5.19. Número de cristais - Doce elaborado com 0,75% amido e 0% soro de queijo – 9 meses de estocagem.

Tamanho (µm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	5	0,5	5,8E+05	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	0	0	0,0E+00	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	0	0	0,0E+00	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	1	0,1	1,2E+05	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	6	0,6	7,0E+05	

Tabela 5.20. Número de cristais - Doce elaborado com 0,75% amido e 0% soro de queijo – 11 meses de estocagem.

Tamanho (µm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	11	1,1	2,9E+06	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	8	0,8	2,1E+06	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	2	0,2	5,7E+05	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	6	0,6	1,6E+06	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	1	0,1	2,6E+05	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	28	2,8	7,4E+06	

A Figura 5.17 evidencia a presença de um grande cristal (28,1 - 45µm), provavelmente de lactose, no doce elaborado com 0,75% de amido de milho modificado e 0% de soro de queijo, aos onze meses de estocagem.



Figura 5.17. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,75% de amido de milho modificado e 0% de soro de queijo aos onze meses de estocagem.

O emprego de 15% de soro de queijo combinado com diferentes proporções de amido de milho modificado mostrou que o amido, por dificultar a movimentação das moléculas de lactose, auxiliou na obtenção de um doce de leite isento de cristais por um tempo maior. A adição de 0,25% de amido de milho modificado evitou a formação de cristais por mais de seis meses, alguns cristais de tamanhos diminutos ($< 10 \mu\text{m}$) foram observados apenas aos nove meses de estocagem, conforme demonstrado na Tabela 5.21 e Figura 5.18.

Tabela 5.21. Número de cristais - Doce elaborado com 0,25% amido e 15% soro de queijo – 9 meses de estocagem.

Tamanho (μm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar areosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	4	0,4	6,8E+05	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	1	0,1	1,7E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	0	0	0,0E+00	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	5	0,5	8,5E+05	

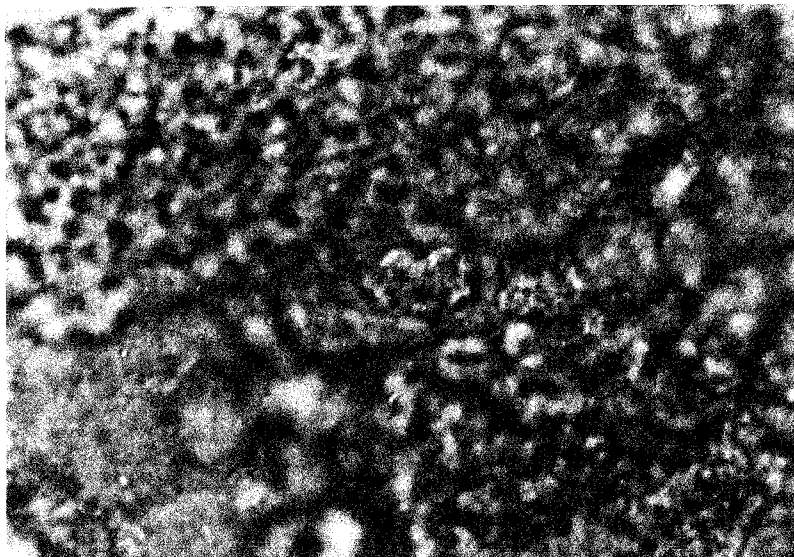


Figura 5.18. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,25% de amido de milho modificado e 15% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.

As Tabelas 5.22, 5.23 e 5.24 apresentam respectivamente, os resultados de cristalização do doce de leite produzido com 0,5% de amido com 15% de soro, aos 3, 6 e 9 meses de estocagem. Aos 9 meses de armazenamento, o doce de leite com adição de 0,25% (Tabela 5.21) apresentou menor número e tamanho de cristais em relação ao doce com 0,5% de amido (Tabelas 5.24).

O doce de leite com adição de 0,5% de amido apresentou formação de pequenos cristais de lactose com três meses de estocagem, sendo que aos nove meses de estocagem a contagem dos cristais presentes, superou o limiar da arenosidade, ou seja, o número de cristais com tamanho oscilando entre 28,1 a 45,0 μm por grama observados foi de $4,4\text{E}+05$, superando a quantidade estabelecida para o limiar da arenosidade que é de $3,0\text{E}+05$ a $1,0\text{E}+05$, conforme demonstrado na Tabela 5.24 e Figura 5.19.

Tabela 5.22. Número de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 15% soro de queijo – 3 meses de estocagem.

Tamanho (µm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	0	0	0,0E+00	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	2	0,2	4,7E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	0	0	0,0E+00	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	2	0,2	4,7E+05	

Tabela 5.23. Número de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 15% soro de queijo – 6 meses de estocagem.

Tamanho (µm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	0	0	0,0E+00	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	2	0,2	2,4E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	2	0,2	2,4E+05	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	0	0	0,0E+00	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	1	0,1	1,2E+05	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	5	0,5	6,0E+05	

Tabela 5.24. Número de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 15% soro de queijo – 9 meses de estocagem.

Tamanho (µm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	0	0	0,0E+00	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	2	0,2	2,2E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	2	0,2	2,2E+05	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	4	0,4	4,4E+05	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	4	0,4	4,4E+05	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	12	1,2	1,3E+06	

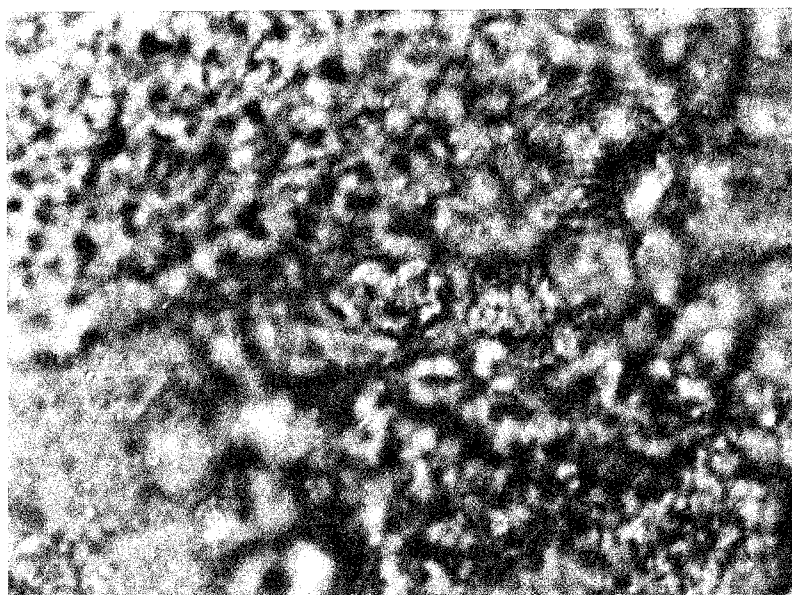


Figura 5.19. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,5% de amido de milho modificado e 15% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.

A adição de 0,75% de amido de milho modificado retardou a formação de cristais, sendo que os primeiros cristais foram observados no doce com doze meses de estocagem, em quantidades e tamanhos muito inferiores aos estabelecidos pela tabela do limiar de arenosidade, conforme pode ser observado na Tabela 5.25 e Figura 5.20.

Tabela 5.25. Número de cristais - Doce elaborado com 0,75% amido e 15% soro de queijo – 12 meses de estocagem.

Tamanho (μm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	14	1,4	1,7E+06	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	1	0,1	1,2E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	0	0	0,0E+00	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	15	1,5	1,82E+06	

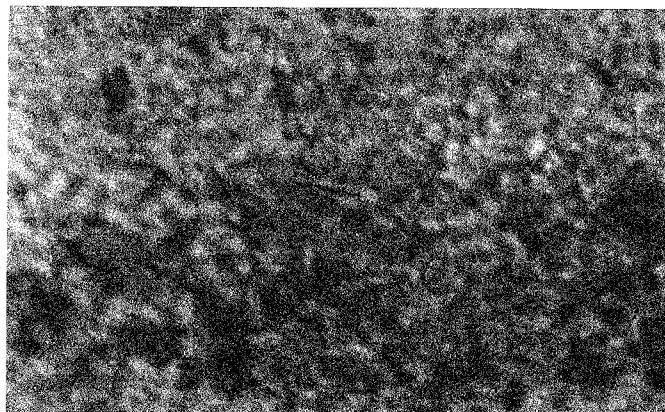


Figura 5.20. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,75% de amido de milho modificado e 15% de soro de queijo aos doze meses de estocagem.

Os doces de leite elaborados com adições de 30% de soro de queijo apresentaram um comportamento diferente na formação de cristais, quando relacionado ao emprego de diferentes concentrações de amido de milho modificado. Adições de 0,25% e 0,75% de amido de milho modificado impediram a formação de cristais de lactose durante toda a vida útil, a qual foi de 12 e 11 meses, respectivamente, conforme pode ser verificado nas Figuras 5.21 e 5.22. Já com adição intermediária (0,5%) de amido, conforme mostra a Tabela 5.26 e a Figura 5.23, a presença de cristais foi observada quando o doce já estava com nove meses de estocagem, sendo que a quantidade e o tamanho dos cristais, de acordo com a escala proposta com HOUGH *et al.* (1990), não os enquadraram como perceptíveis sensorialmente.

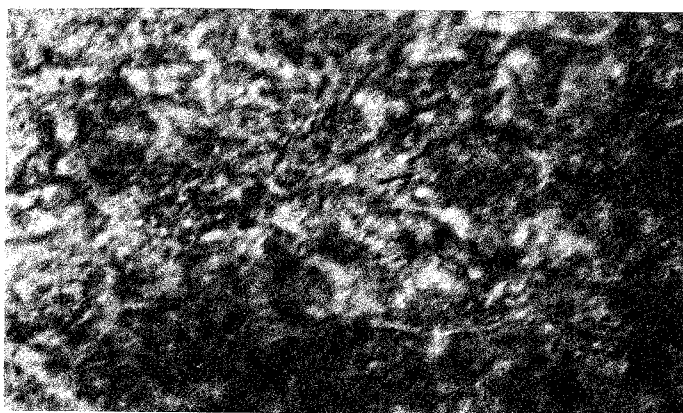


Figura 5.21. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,25% de amido de milho modificado e 30% de soro de queijo aos doze meses de estocagem.



Figura 5.22. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,75% de amido de milho modificado e 30% de soro de queijo aos onze meses de estocagem.

Tabela 5.26. Número de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 30% soro de queijo – 9 meses de estocagem.

Tamanho (μm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	12	1,2	1,4E+06	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	1	0,1	1,2E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	2	0,2	2,4E+05	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	2	0,2	2,4E+05	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	1	0,1	1,2E+05	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	18	1,8	2,1E+06	



Figura 5.23. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,5% de amido de milho modificado e 30% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.

A não adição de amido, aos doces produzidos com 30% de soro de queijo, levou a formação de cristais de lactose a partir do sexto mês de estocagem, conforme Tabelas 5.11 e 5.12; entretanto, a quantidade de cristais observada no nono mês de estocagem foi muito menor, quando comparado ao doce elaborado com 0,5% de amido, com o mesmo tempo de estocagem. Tal fato é de difícil explicação, pois o amido ao absorver a água disponível, dificulta a movimentação das partículas de lactose no produto, evitando assim a cristalização (MARGAS *et al.*, 1982), o que não foi observado para o emprego de 30% de soro de queijo à formulação.

A fabricação de doce de leite com emprego de 45% de soro de queijo, em função do aumento do teor de lactose presente no produto, sugerem que a formação de cristais possa ocorrer em um curto período de estocagem. Entretanto, conforme mostra a Tabela 5.15, a detecção de cristais no doce produzido sem adição de amido de milho modificado só ocorreu após seis meses de estocagem, sugerindo que o processo de resfriamento do produto, que proporciona um aumento da viscosidade e diminuição da taxa de transferência de calor, tenha sido bem conduzido.

Adições de 0,25, 0,5 e 0,75% de amido de milho modificado proporcionaram um aumento progressivo no tempo de estocagem sem formação de cristais, conforme demonstrado nas Tabelas 5.27, 5.28, 5.29, 5.30, 5.31 e 5.32. A adição de 0,75% de amido de milho modificado proporcionou a obtenção de doces isentos de cristais de lactose por mais de seis meses. Entretanto, de acordo com a Tabela 5.32, aos nove meses de estocagem a quantidade ($3,5E+05$) e o tamanho dos cristais ($28,1 - 45 \mu m$) foram perceptíveis sensorialmente, de acordo com a escala proposta por HOUGH *et al* (1990), que estabelece para esta faixa de tamanho de cristais a quantidade máxima de $3,0E+05 - 1,0E+05$.

Tabela 5.27. Número de cristais - Doce elaborado com 0,25% amido e 45% soro de queijo – 3 meses de estocagem.

Tamanho (μm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	1	0,1	1,4E +05	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	2	0,2	2,7E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	7	0,7	9,5E+05	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	5	0,5	6,8E+05	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	15	1,5	2,04E+06	

Tabela 5.28. Número de cristais - Doce elaborado com 0,25% amido e 45% soro de queijo – 6 meses de estocagem.

Tamanho (μm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	1	0,1	1,4E+05	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	4	0,4	5,4E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	1	0,1	1,4E+05	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	5	0,5	6,7E+05	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	11	1,1	1,5E+06	

Tabela 5.29. Número de cristais - Doce elaborado com 0,25% amido e 45% soro de queijo – 9 meses de estocagem.

Tamanho (μm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	1	0,1	1,2E+05	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	4	0,4	4,8E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	7	0,7	8,3E+05	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	2	0,2	2,4E+05	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	14	1,4	1,67E+06	

A Figura 5.24 mostra a ocorrência de alguns cristais, relativamente grandes (15,1 – 28,0 μ m), porém em pequenas quantidades, no doce elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 45% de soro de queijo.



Figura 5.24. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,25% de amido de milho modificado e 45% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.

Tabela 5.30. Número de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 45% soro de queijo – 6 meses de estocagem.

Tamanho (μ m)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	1	0,1	1,4E+05	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	1	0,1	1,4E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	1	0,1	1,4E+05	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	3	0,3	4,2E+05	

Tabela 5.31. Número de cristais - Doce elaborado com 0,5% amido e 45% soro de queijo – 9 meses de estocagem.

Tamanho (µm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	3	0,3	4,3E+05	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	1	0,1	1,4E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	3	0,3	4,3E+05	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	0	0	0,0E+00	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	7	0,7	1,0E+06	

Tabela 5.32. Número de cristais - Doce elaborado com 0,75% amido e 45% soro de queijo – 9 meses de estocagem.

Tamanho (µm)	Nº cristais/10 campos	Nº cristais/campos	Nº cristais/g	Limiar arenosidade HOUGH <i>et al.</i> (1990)
2,0 – 6,0	6	0,6	6,9E+05	3,5E+09- 8,0E+08
6,1 – 10,0	1	0,1	1,2E+05	8,0E+08- 3,0E+08
10,1 – 15,0	0	0	0,0E+00	3,0E+08- 9,0E+06
15,1 – 28,0	1	0,1	1,2E+05	9,0E+06- 3,0E+05
28,1 – 45,0	3	0,3	3,5E+05	3,0E+05- 1,0E+05
45,1 – 105	0	0	0,0E+00	1,0E+05- 4,0E+03
105,1 - >	0	0	0,0E+00	< 4,0E+03
TOTAL	11	1,1	1,3E+06	

A Figura 5.25 mostra a presença de pequenos cristais de lactose no doce de leite, elaborado com 0,5% de amido de milho modificado e 45% de soro de queijo, aos 9 meses de estocagem, evidenciando que embora em quantidades superiores (4,3E+05/g) aos encontrados no doce de leite padrão (0,0E+00/g), o tamanho dos cristais de lactose (15,1 – 28,0µm) foi abaixo do limiar de percepção, não resultando em arenosidade do doce.

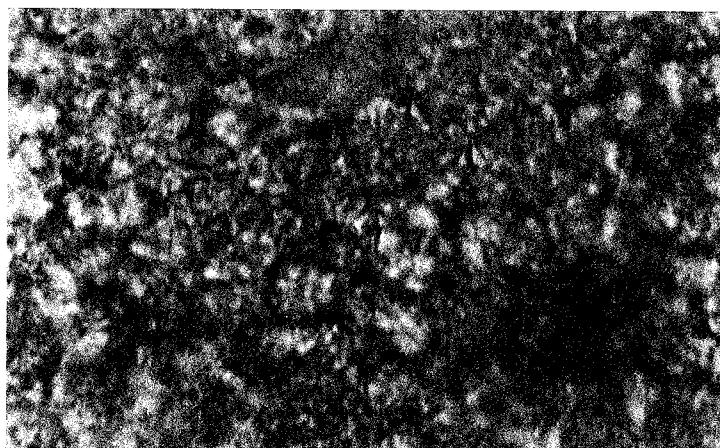


Figura 5.25. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,5% de amido de milho modificado e 45% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.

A Figura 5.26 evidencia a presença de um cristal grande (15,1 – 28,0 μ m), porém de formato irregular, no doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 45% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.

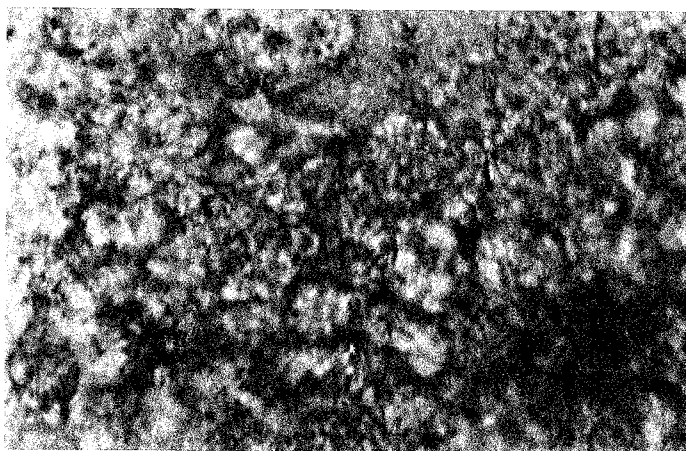


Figura 5.26. Fotomicrografia do doce de leite produzido com 0,75% de amido de milho modificado e 45% de soro de queijo aos nove meses de estocagem.

5.3.3. Avaliação microbiológica

Independente da % de soro de queijo ou % de amido utilizadas, todos os doces de leite mostraram ausência de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva durante todo o período de estocagem (Tabela 5.33), indicando que todo o processo, incluindo o momento do envase, foi bem conduzido e que as embalagens foram esterilizadas adequadamente.

Tabela 5.33. Contagem de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva/g de doce de leite durante o período de estocagem.

Variáveis		Tempo (meses)		
%A	%S	0	6	12
0	0	ausente	ausente	ausente
0	15	ausente	ausente	ausente
0	30	ausente	ausente	ausente
0	45	ausente	ausente	ausente
0.25	0	ausente	ausente	ausente
0.25	15	ausente	ausente	ausente
0.25	30	ausente	ausente	ausente
0.25	45	ausente	ausente	ausente
0.5	0	ausente	ausente	ausente
0.5	15	ausente	ausente	ausente
0.5	30	ausente	ausente	ausente
0.5	45	ausente	ausente	ausente
0.75	0	ausente	ausente	ausente
0.75	15	ausente	ausente	ausente
0.75	30	ausente	ausente	ausente
0.75	45	ausente	ausente	ausente

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo

A Tabela 5.34 apresenta a contagem de bolores e leveduras (UFC/g doce) dos doces de leite durante o período de estocagem.

O emprego de amido de milho modificado proporcionou maior retenção de água nos doces, interferindo na estabilidade, pois quanto maior a concentração de amido empregada, menor foi o período de estocagem sem crescimento de bolores e leveduras. Já o emprego de soro de queijo, independente da concentração, não influenciou no crescimento (Tabela 5.34).

Tabela 5.34. Contagem de bolores e leveduras (UFC/g doce) nos doces de leite analisados durante o período de estocagem.

Variáveis		Tempo (meses)				
%A	%S	0	3	6	9	12
0	0	<10	<10	20	>100	>100
0	15	<10	<10	30	40	60
0	30	<10	<10	<10	<10	20
0	45	<10	<10	30	>100	>100
0.25	0	<10	<10	<10	60	70
0.25	15	<10	<10	50	60	70
0.25	30	<10	<10	<10	30	50
0.25	45	<10	<10	<10	70	>100
0.5	0	<10	<10	80	100	>100
0.5	15	<10	<10	30	>100	>100
0.5	30	<10	<10	<10	20	>100
0.5	45	<10	30	40	40	50
0.75	0	<10	50	80	90	>100
0.75	15	<10	<10	<10	40	50
0.75	30	<10	<10	<10	80	>100
0.75	45	<10	<10	50	>100	>100

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo

Com até três meses de estocagem não foi observado nenhum crescimento de bolores e leveduras nos doces produzidos, exceto nas formulações, com adição de 0,75% de amido de milho modificado, sem adição de soro, na qual o crescimento foi de 50 UFC/g doce. O doce de leite elaborado com 0,50% de amido de milho e 45% de soro de queijo, aos três meses apresentou uma contagem de 30 UFC/g doce. Apesar do crescimento verificado em ambos esteve abaixo do limite estabelecido pela legislação.

Os doces elaborados sem adição de amido de milho e diferentes concentrações de soro de queijo, apresentaram maior estabilidade microbiológica. Como mostra a Tabela 5.34, só houve crescimento de 30 UFC/g após seis meses de estocagem, nos doces elaborados com 15 e 45% de soro. Nos doces elaborados com 30% de soro de queijo, o crescimento de bolores e leveduras (20 UFC/g) só ocorreu aos doze meses de estocagem.

Avaliando a vida útil das diferentes formulações de doce de leite, em relação ao crescimento de bolores e leveduras, pode-se garantir uma estabilidade microbiológica de 6 meses para os doces embalados em potes de vidro, armazenados à temperatura ambiente.

Após 9 meses de estocagem, os doces elaborados sem adição de amido com 0% e 45% de soro de queijo; 0,5% amido com 15% de soro e, 0,75% de amido com 45% de soro de queijo apresentaram uma contagem de bolores e leveduras ($>100\text{UFC/g}$) acima do estabelecido pela legislação.

Os resultados da Tabela 5.34 mostram que algumas formulações de doce de leite apresentaram excelente estabilidade microbiológica com até doze meses de estocagem. Doces produzidos com 0% de soro combinado com 0,25% de amido, 15% de soro com 0%, 0,25% e 0,75% de amido, 30% de soro com 0% e 0,25% de amido e, 45% de soro com 0,5% de amido apresentaram contagens abaixo de 100 UFC/g.

5.3.4. Avaliação da cor (L*, a*, b*)

A avaliação estatística apresentada na Tabela 5.35 indicou que tanto a % de amido de milho modificado, a % de soro de queijo, como o tempo de estocagem, afetaram significativamente a luminosidade (L*) dos doces de leite.

Tabela 5.35. ANOVA dos valores do componente L* (luminosidade) da cor dos doces de leite durante o período de estocagem.

Causas de Variação	GL	F	pF
%A	3	7290,59**	0,0001
%S	3	3035,66**	0,0001
A x S	9	2052,96**	0,0001
Resíduo (erro a)	16		
Parcelas	15		
T	8	30,91**	0,0001
A x T	24	16,47**	0,0002
S x T	24	20,81**	0,0001
A x S x T	72	7,60**	0,0001
Resíduo (erro b)	128		
Total	287		

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; T = tempo; GL = graus de liberdade; ** - significativo ($p < 0,01$)

A Tabela 5.36 apresenta o valor médio ($n=2$) do componente L* (luminosidade) da cor das diferentes formulações de doce de leite, produzidas em duplicatas e avaliadas durante 8 meses de estocagem.

A Tabela 7, do Anexo 1, apresenta os resultados do teste de Tukey para as médias do tempo de estocagem em cada nível de amido em relação a luminosidade (L*) do doce de leite. A Tabela 8, do Anexo 1, mostra os resultados do teste de Tukey para as médias de tempo de estocagem, para cada nível de soro de queijo, em relação a luminosidade (L*) do doce de leite.

As Figuras 5.27 a 5.29 mostram o efeito do amido de milho modificado, do soro de queijo, e do tempo de estocagem no componente (L*) luminosidade dos doces de leite.

Tabela 5.36. Característica do componente L* (luminosidade) de cor dos doces de leite durante o período de estocagem.

Variáveis		TEMPO (meses)								
%A	%S	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	49,57	50,63	50,25	49,25	49,74	49,95	49,40	48,88	48,94
0	15	47,36	46,96	49,75	47,43	47,59	47,41	47,37	46,94	47,06
0	30	46,60	48,22	48,51	48,14	48,16	48,29	50,13	47,84	47,53
0	45	47,29	48,79	49,43	48,89	49,00	49,43	51,10	49,02	49,07
0,25	0	47,71	47,94	47,62	48,02	48,52	47,97	47,64	47,43	47,61
0,25	15	47,30	46,71	45,95	47,35	46,74	47,29	46,80	46,08	46,20
0,25	30	41,34	41,04	42,35	42,27	42,24	42,04	42,04	41,06	41,64
0,25	45	46,62	48,80	48,69	48,64	48,94	47,77	50,95	49,01	48,88
0,5	0	50,41	52,81	50,81	48,45	50,57	51,05	50,45	50,61	50,24
0,5	15	50,24	50,82	50,20	50,73	51,24	52,50	50,63	50,62	50,42
0,5	30	43,98	44,72	45,06	45,40	45,97	45,78	46,12	45,56	45,90
0,5	45	45,23	47,46	47,90	47,54	47,54	46,93	48,51	47,69	47,55
0,75	0	54,49	53,60	52,26	53,80	54,33	53,79	53,42	53,89	56,09
0,75	15	49,64	49,77	49,46	50,43	50,62	49,74	50,23	49,74	49,58
0,75	30	53,21	52,12	51,70	53,84	53,49	53,47	53,57	53,92	53,18
0,75	45	48,85	49,25	48,83	49,19	48,89	48,58	48,98	49,15	48,96

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo

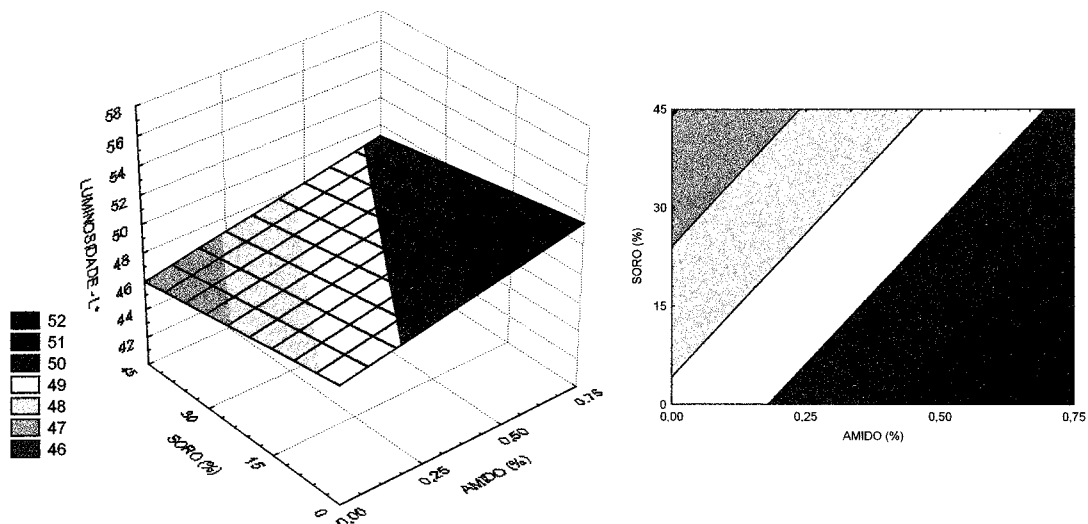


Figura 5.27. Superfície de resposta e de contorno para o componente (L*) luminosidade da cor dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.

A Figura 5.27 mostra que quanto maior a quantidade de amido de milho modificado adicionada combinado com maiores quantidades de soro de queijo, maior a intensidade da luminosidade (L^*) observada nos doces de leite.

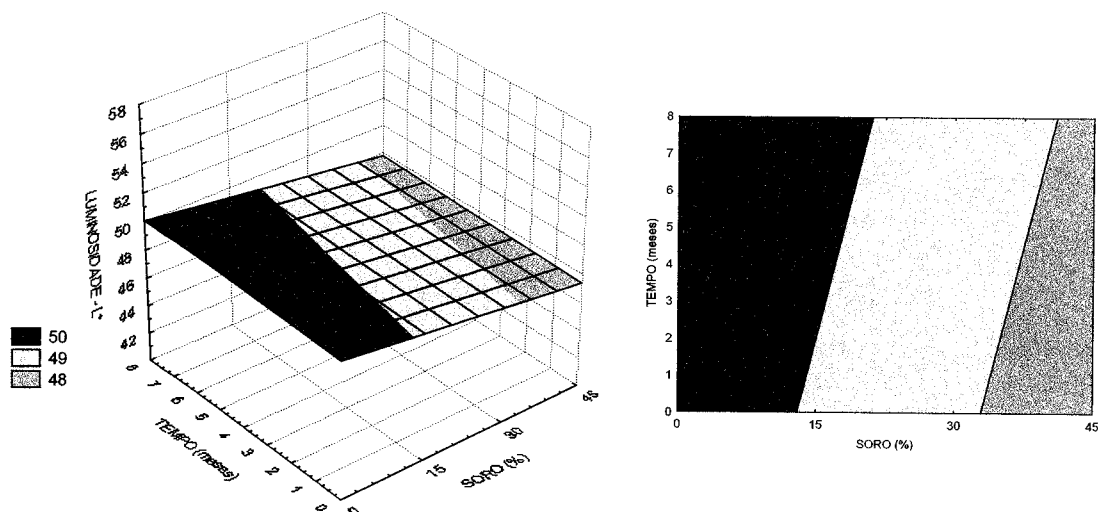


Figura 5.28. Superfície de resposta e de contorno para o componente (L^*) luminosidade da cor dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.

Aumentos progressivos na concentração de soro de queijo adicionada ao leite reduziram levemente a intensidade da luminosidade (L^*). Como mostra a Figura 5.28, o doce elaborado sem adição de soro apresentou uma luminosidade de 50 enquanto a adição de 45% de soro resultou em um doce com 48 de luminosidade. O tempo de estocagem contribuiu para pequenas alterações na luminosidade dos doces de leite.

A Figura 5.29 demonstra que um aumento no teor de amido resultou no aumento da luminosidade (L^*) do doce de leite. Os doces elaborados com 0,75% de amido apresentaram uma luminosidade de 51, e os doces sem adição de amido, uma luminosidade de 47. O tempo de estocagem quase não alterou a luminosidade.

Embora a luminosidade de uma maneira geral tenha permanecido quase que inalterada com o tempo de estocagem, os valores médios obtidos (entre 48 e 49), estiveram acima dos maiores valores (47) encontrados por FERREIRA *et al.* (1989) e muito acima dos observados (31 – 42) por PAULETTI *et al.* (1992), porém dentro da faixa estabelecida como ideal (48 – 50) por BELLARDE *et al.* (2001).

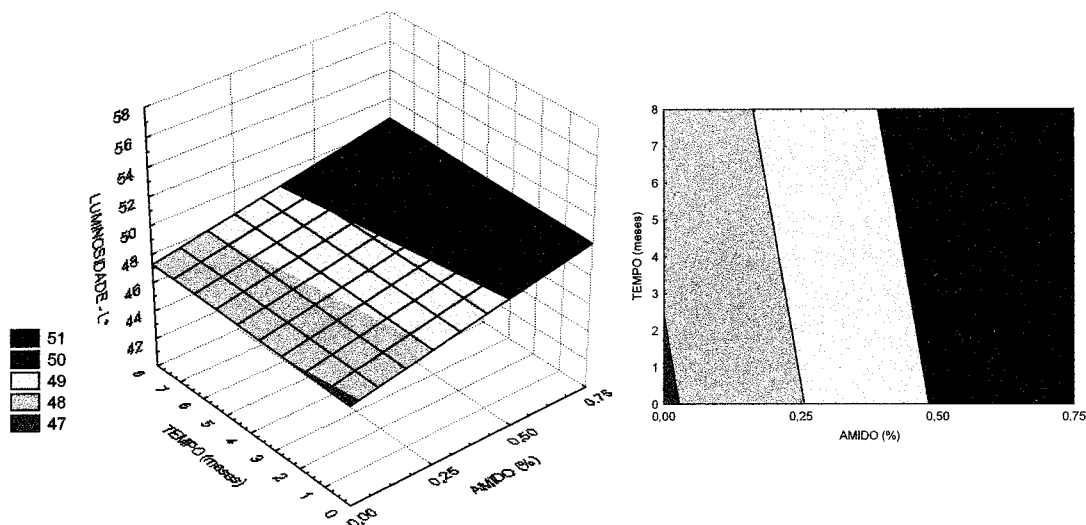


Figura 5.29. Superfície de resposta e de contorno para o componente (L*) luminosidade da cor dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.

A Tabela 5.37 apresenta a avaliação estatística do efeito da % de soro, % de amido e tempo de estocagem no componente a* da cor. O componente a* expressa a variação da luz refletida pelo objeto entre os comprimentos de onda vermelho (+) a verde (-). Como todos os valores de a* foram positivos, isso significa que os doces refletiram preferencialmente o componente vermelho da luz. Os resultados da Tabela 5.37 mostraram que a % de amido de milho modificado, a % soro de queijo e o tempo, bem como a interação entre eles afetou significativamente ($p < 0,01$) a intensidade de luz vermelha refletida pelos doces. Isso já era esperado uma vez que o doce de leite sofre reação de Maillard e caramelização de açúcares

durante o tratamento térmico, gerando pigmentos castanhos caramelados que refletem preferencialmente o vermelho como componente de cor. A reação de Maillard é favorecida, entre outros fatores, pelo maior teor de açúcares redutores e pelo tempo de estocagem. O aumento da % de soro resulta em maior teor de lactose, que é um açúcar redutor, o que, conseqüentemente resulta em maior intensidade da Reação de Maillard e, portanto, maiores valores de a^* , ou da intensidade do componente vermelho. O aumento da % de amido resulta em diminuição dos valores de a^* , uma vez que o amido liga parte da água, tornando-a indisponível para as reações como a reação de Maillard diminuindo, portanto a formação dos pigmentos que refletem preferencialmente a luz vermelha.

Tabela 5.37. ANOVA dos valores do componente a^* (vermelho) da cor dos doces de leite durante o período de estocagem.

Causas de Variação	GL	F	pF
%A	3	947,11**	0,0001
%S	3	9743,37**	0,0001
A x S	9	2850,27**	0,0001
Resíduo (erro a)	16		
Parcelas	15		
T	8	599,86**	0,0001
A x T	24	28,91**	0,0002
S x T	24	8,30**	0,0001
A x S x T	72	6,13**	0,0001
Resíduo (erro b)	128		
Total	287		

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; T = tempo; GL = graus de liberdade; ** - significativo ($p < 0,01$)

A Tabela 5.38 apresenta o valor médio ($n=2$) do componente a^* da cor do doce de leite, produzido com diferentes teores de soro de queijo e amido durante os 8 meses de estocagem.

A Tabela 9, do Anexo 1, apresenta os resultados do teste de Tukey para as médias do tempo de estocagem em cada nível de amido em relação aos valores de a^* da cor do doce de leite. A Tabela 10, do Anexo 1, mostra os resultados do teste de Tukey para as médias de tempo de estocagem em cada nível de soro de queijo em relação aos valores de a^* da cor do doce de leite.

Tabela 5.38. Característica do componente a* (vermelho) da cor dos doces de leite durante o período de estocagem.

Variáveis		TEMPO (meses)								
%A	%S	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	8,07	8,67	8,57	8,69	8,79	8,95	8,97	9,22	9,22
0	15	9,24	9,46	9,17	9,59	9,52	9,70	9,74	9,85	9,86
0	30	8,64	8,26	8,28	8,44	8,56	8,61	8,61	8,75	8,65
0	45	7,78	7,64	7,84	7,99	8,18	8,21	8,40	8,64	8,89
0,25	0	7,92	8,20	8,58	8,76	9,13	9,03	9,24	9,15	9,20
0,25	15	8,68	9,05	9,08	9,15	9,54	9,61	9,56	9,56	9,63
0,25	30	12,13	12,16	12,28	12,38	12,60	12,41	12,58	12,62	12,77
0,25	45	6,88	6,83	6,97	7,32	7,49	7,52	7,57	7,83	7,99
0,5	0	7,65	7,54	8,42	8,97	8,69	8,99	8,91	9,13	8,97
0,5	15	6,77	7,07	7,08	7,09	7,54	7,50	7,96	8,21	8,06
0,5	30	11,10	11,60	11,55	11,91	12,32	12,31	12,81	12,68	12,82
0,5	45	7,29	7,29	7,54	7,65	7,90	7,74	8,14	8,24	8,40
0,75	0	4,91	5,95	6,38	6,39	6,76	8,48	7,10	7,08	7,58
0,75	15	8,77	9,12	9,55	9,80	9,97	10,07	10,18	10,34	10,66
0,75	30	7,89	9,20	9,46	9,69	9,83	9,95	10,13	10,24	10,44
0,75	45	7,44	7,69	7,88	8,22	8,21	8,40	8,67	8,93	8,94

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo

As Figuras 5.30 a 5.32 demonstram o efeito da % de amido de milho modificado, da % de soro de queijo, e do tempo de estocagem nos valores de a* dos doces de leite.

Os doces com maior intensidade de vermelho (9,2) foram obtidos com menores teores de amido de milho, independente da quantidade de soro de queijo utilizada, valores estes muito abaixo dos observados (14 – 17) por PAULETTI *et al.* (1992). A Figura 5.30 torna evidente que a % de amido foi a variável mais importante a influenciar a intensidade de luz vermelha refletida pelos doces e a principal determinante para explicar as variações ocorridas com o componente a*.

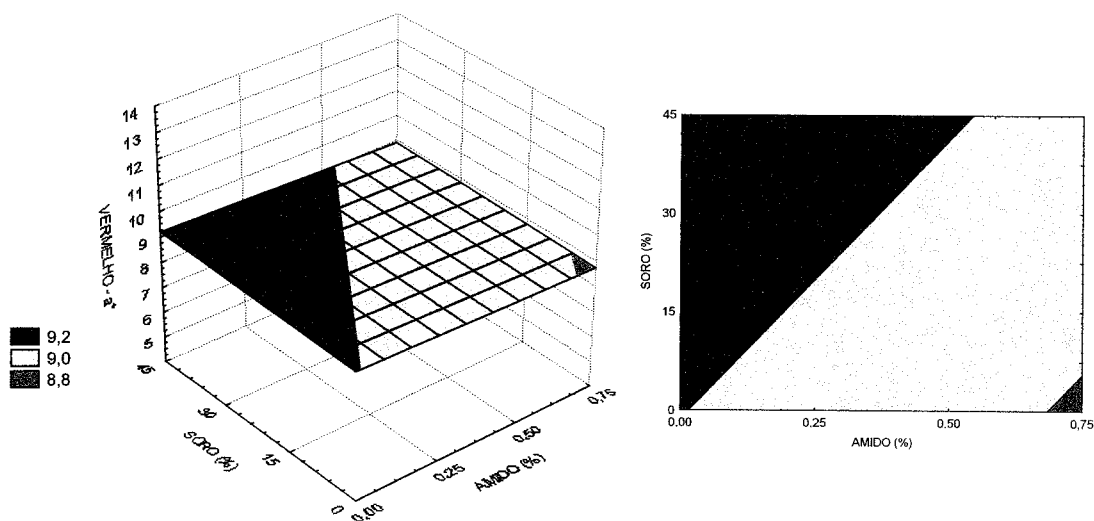


Figura 5.30. Superfície de resposta e de contorno para o componente (a^*) vermelho da cor dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.

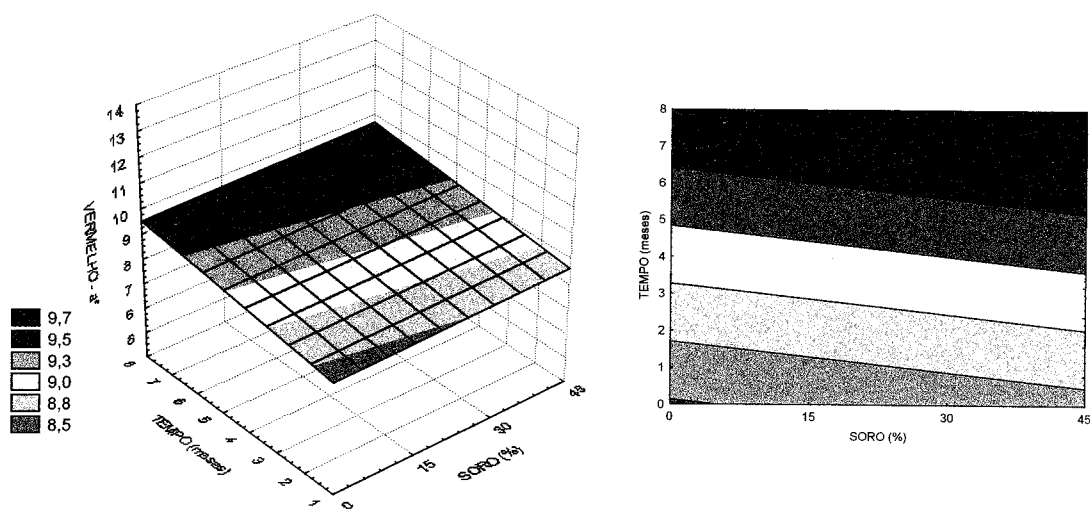


Figura 5.31. Superfície de resposta e de contorno para o componente (a^*) vermelho da cor dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.

A intensidade média de luz vermelha refletida aumentou durante o período de estocagem. Os doces elaborados com maiores adições de soro de queijo (30 e 45%) logo após a fabricação, apresentaram maior intensidade de vermelho (8,8) (Figura 5.31). O tempo de estocagem produziu aumento dos valores de a^* de 8,8 para 9,7, nos doces com maiores quantidades de soro. A presença da lactose em maiores proporções acarretou uma maior intensidade da reação de Maillard, durante o processamento e durante o armazenamento. Durante todo o período de estocagem, os valores médios observados (8,5 – 9,7) estiveram abaixo dos verificados por FERREIRA *et al.* (1989) que oscilaram entre 9,54 e 14,8 e por PAULETTI *et al.* (1992) que variaram entre 14,3 e 17,6.

O aumento na concentração de amido utilizado na fabricação dos doces resultou em diminuição da velocidade de reação de Maillard com o tempo de estocagem, e conseqüente redução da intensidade do componente vermelho da cor. Os doces produzidos com 0% de amido apresentaram uma maior intensidade de vermelho, enquanto que os doces com 0,75% de amido apresentaram menor intensidade de vermelho, diferenças essas intensificadas com o tempo de armazenamento (Figura 5.32).

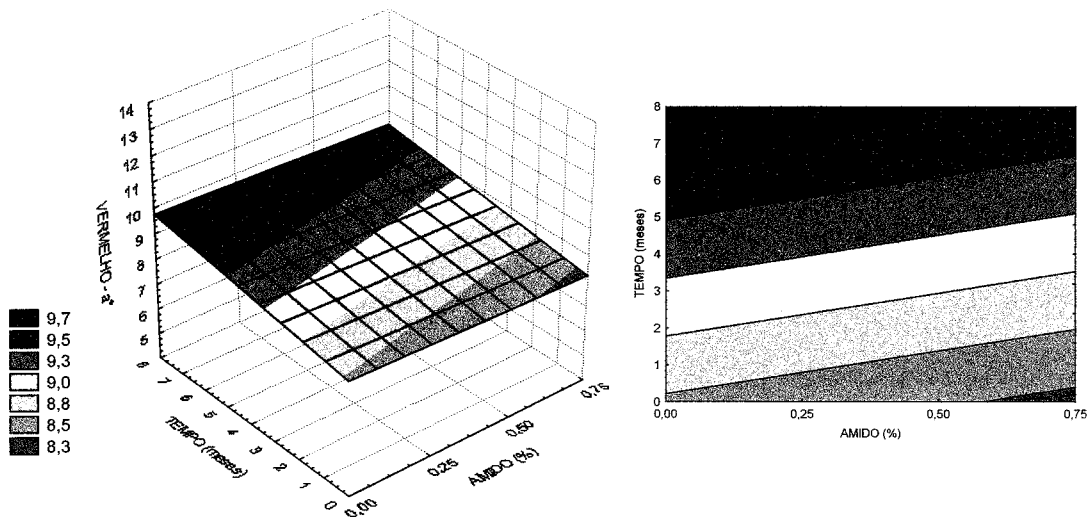


Figura 5.32. Superfície de resposta e de contorno para o componente (a^*) vermelho da cor dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.

A Tabela 5.39 mostra que a % de amido de milho, a % de soro de queijo e o tempo de estocagem afetaram significativamente a intensidade do componente b* nos doces de leite. O componente b* varia de amarelo (+) a azul (-). Como todos os valores de b* foram positivos, isso significa que os doces só apresentaram reflexão de comprimento de onda associado à cor amarela.

Tabela 5.39. ANOVA dos valores do componente b* (amarelo) da cor dos doces de leite durante o período de estocagem.

Causas de Variação	GL	F	pF
%A	3	473,94**	0,0001
%S	3	1369,07**	0,0001
A x S	9	225,57**	0,0001
Resíduo (erro a)	16		
Parcelas	15		
T	8	81,09**	0,0001
A x T	24	29,30**	0,0002
S x T	24	32,44**	0,0001
A x S x T	72	11,09**	0,0001
Resíduo (erro b)	128		
Total	287		

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; T = tempo; GL = graus de liberdade; ** - significativo ($p < 0,01$)

A Tabela 5.40 apresenta o valor medio ($n=2$) do parâmetro b* (associado à cor amarela) das diferentes formulações de doce de leite, acompanhadas durante os 8 meses de estocagem.

A Tabela 11, do Anexo 1, apresenta os resultados do teste de Tukey para as médias do tempo de estocagem em cada nível de amido em relação aos valores de b* (amarelo) da cor do doce de leite. A Tabela 12, do Anexo 1, mostra os resultados do teste de Tukey para as médias de tempo de estocagem em cada nível de soro de queijo em relação ao valores de b* (amarelo) da cor do doce de leite.

Tabela 5.40. Característica do componente b* (amarelo) da cor dos doces de leite durante o período de estocagem.

Variáveis		TEMPO (meses)								
%A	%S	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	18,90	19,86	20,23	20,43	20,53	20,63	20,75	20,75	20,90
0	15	23,07	23,46	23,83	23,94	23,81	24,07	24,20	24,12	24,42
0	30	27,34	22,18	22,44	22,66	22,84	22,78	22,95	23,09	22,92
0	45	24,44	20,39	20,97	21,98	21,51	21,59	21,80	22,03	22,40
0,25	0	18,52	19,04	19,60	19,85	20,49	20,55	20,89	20,47	21,06
0,25	15	21,11	21,66	21,78	21,65	22,31	22,67	22,67	22,45	22,53
0,25	30	21,31	21,26	21,72	22,03	22,20	21,94	22,27	22,20	22,03
0,25	45	23,70	19,81	20,13	20,55	20,93	21,02	21,22	21,55	21,84
0,5	0	20,16	20,09	21,66	26,58	21,99	22,79	22,80	22,98	22,51
0,5	15	20,25	20,97	20,89	21,15	21,80	21,70	22,36	22,79	22,57
0,5	30	21,56	24,23	22,71	23,20	23,82	23,62	24,23	24,10	24,45
0,5	45	24,09	19,96	20,35	20,72	20,96	20,83	21,52	21,54	21,79
0,75	0	16,49	19,15	23,02	20,12	20,81	21,02	21,07	21,35	21,95
0,75	15	22,38	22,93	23,63	24,08	24,55	24,34	24,85	24,83	25,23
0,75	30	21,58	24,51	25,11	25,48	25,82	25,89	26,46	26,57	26,94
0,75	45	21,01	21,49	21,74	22,33	22,20	22,03	22,99	23,31	23,49

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo

As Figuras 5.33 a 5.35 demonstram o efeito do amido de milho modificado, do soro de queijo, e tempo de estocagem no parâmetro b* (amarelo) dos doces de leite.

Embora os valores de b* (amarelo) tenham se mantido praticamente constantes em todas as combinações de soro de queijo e amido de milho modificado, maiores valores foram observados com maiores concentrações de amido e soro. (Figura 5.33). No geral, os doces apresentaram valores de b* (amarelo) oscilando entre 22 e 23, diferindo dos dados (12,32 – 21,37) apresentados por FERREIRA *et al.* (1989).

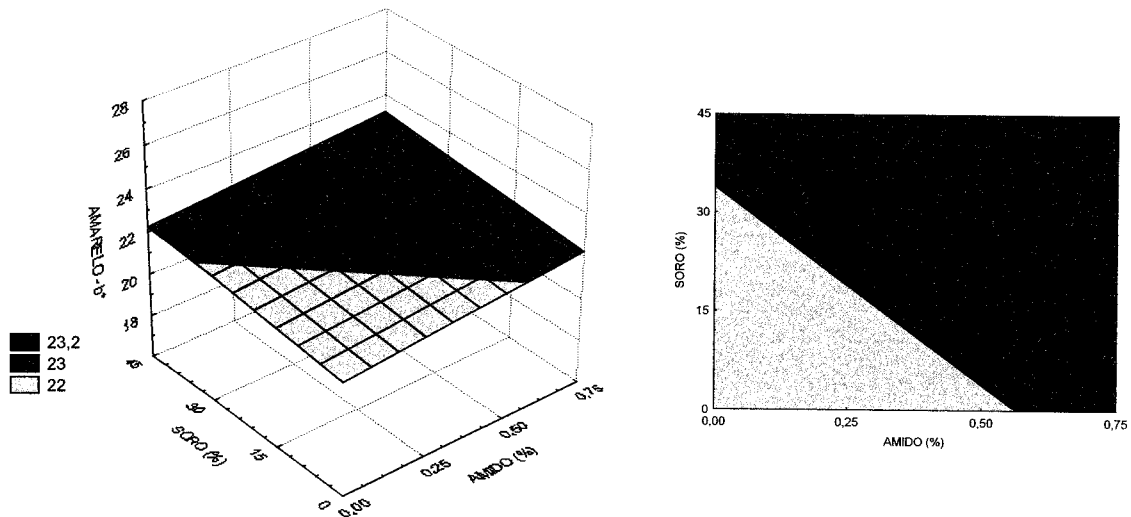


Figura 5.33. Superfície de resposta e de contorno para o componente (b^*) amarelo da cor dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.

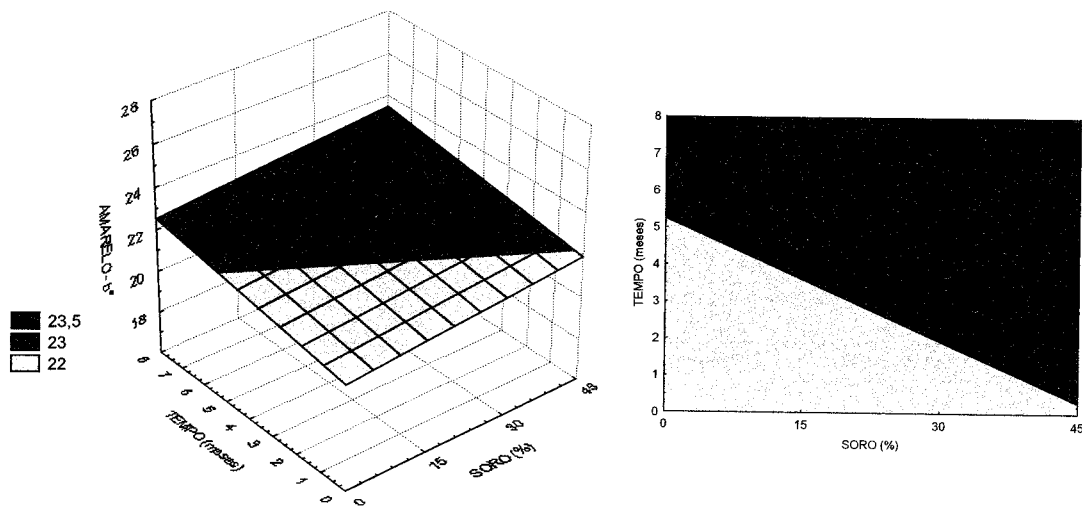


Figura 5.34. Superfície de resposta e de contorno para o componente (b^*) amarelo da cor dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.

As adições de diferentes concentrações de soro de queijo não alteraram os valores de b^* (amarelo) da cor dos doces, o qual foi de 22. O tempo de estocagem proporcionou um

pequeno aumento de b^* (Figura 5.34). Quanto maior a quantidade de soro presente (45%), menor o tempo decorrido (1 mês) para ocorrer a alteração, de 22 para 23.

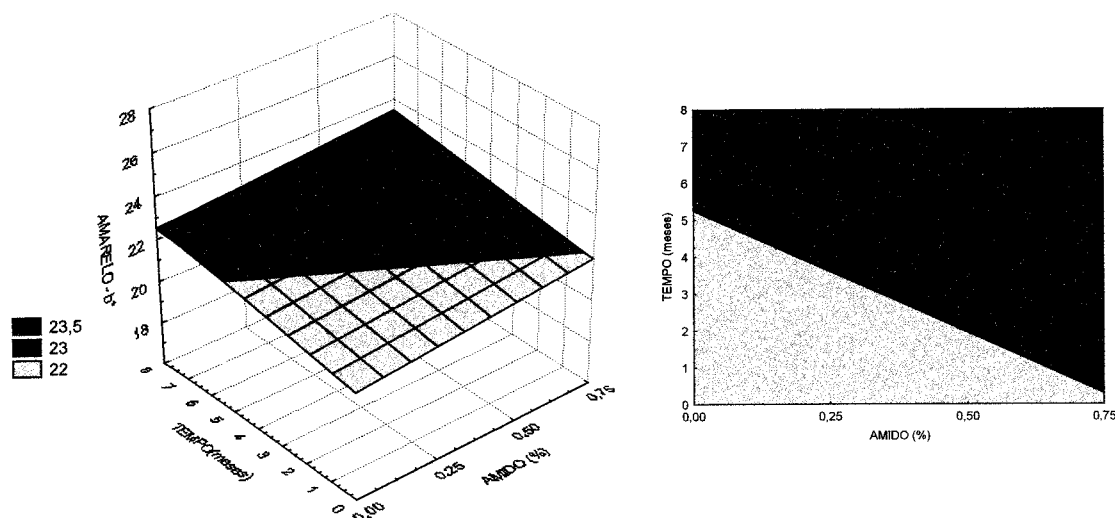


Figura 5.35. Superfície de resposta e de contorno para o componente (b^*) amarelo da cor dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.

A mesma variação do parâmetro b^* (amarelo) foi observado quando se avaliou a contribuição do amido de milho modificado (Figura 5.35) ou soro de queijo (Figura 5.34) com o tempo de estocagem. A intensidade média da cor amarela aumentou muito pouco durante os oito meses de estocagem, ou seja, os doces permaneceram muito homogêneos (22 e 23,5) em relação às intensidade do componente amarelo, durante todo o período de estocagem. Entretanto, os valores obtidos por FERREIRA *et al.* (1989) indicaram uma maior variação na cor, com valores de amarelo oscilando entre 12,32 e 21,37, enquanto PAULETTI *et al.* (1992) observaram oscilação entre 25,44 e 36,23.

Em geral, apesar das variações de b^* com a % de amido, a % de soro e com o tempo de armazenamento terem sido estatisticamente significativas, as diferenças foram muito pequenas e, provavelmente, sem nenhuma importância do ponto de vista prático.

5.3.5. Avaliação da ocorrência de sinerese

O efeito principal da utilização do amido em formulações de doce de leite pastoso seria o aumento da viscosidade em proporção direta à quantidade empregada, promovendo melhorias no rendimento de fabricação e na consistência do produto.

A retrogradação do amido durante a estocagem, gerando a liberação da água anteriormente ligada ao grânulo, é uma das principais causas da deterioração das várias características de qualidade de géis.

As modificações aplicadas ao amido, como a modificação química, proporcionam a obtenção de géis com viscosidade de pasta estável, boa resistência mecânica, melhor poder de espessamento, além de menor tendência a retrogradação (AMIDOS, 2000).

O emprego do amido de milho ceroso modificado quimicamente, além de possuir maiores proporções de amilopectina, molécula de cadeia longa e ramificada que impede a ligação entre moléculas adjacentes, com ligações cruzadas, tem a função de evitar a retrogradação por longos períodos de tempo.

A Figura 5.36 mostra o início do aparecimento da separação de fase nos doces de leite fabricados sem soro de queijo e com diferentes % de amido de milho.

A adição de amido de milho em doces elaborados sem soro de queijo aumentou a estabilidade física do doce. O início da separação de fase foi observada aos 5 meses de estocagem, no doce de leite padrão, com 0% de amido de milho e 0% de soro de queijo. O emprego de uma pequena % de amido de milho (0,25%) foi suficiente para retardar o início da separação de fase em 3 meses, ou seja, passou de 5 para 8 meses o período de estabilidade física do doce de leite (Figura 5.36). Adições de quantidades maiores de amido de milho (0,5 ou 0,75%) não aumentaram a estabilidade física do doce, conseguida com o uso de 0,25%.

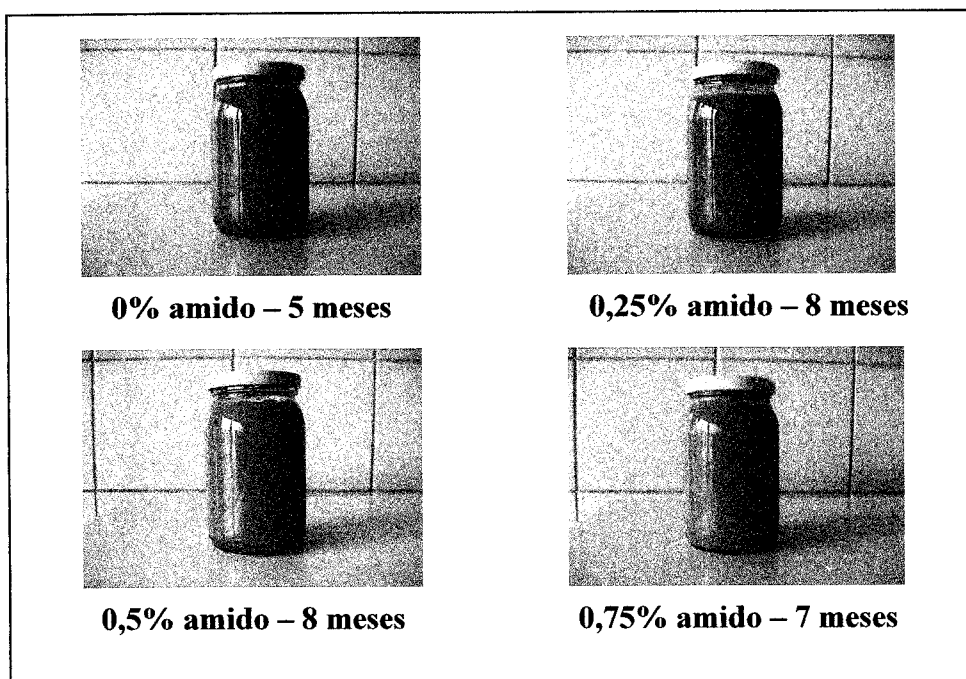


Figura 5.36. Tempo de início de separação de fases em doces elaborados sem soro de queijo e com diferentes % de amido de milho.

A Figura 5.37 mostra o efeito da adição de amido de milho na estabilidade física dos doces elaborados com 45% de soro de queijo.

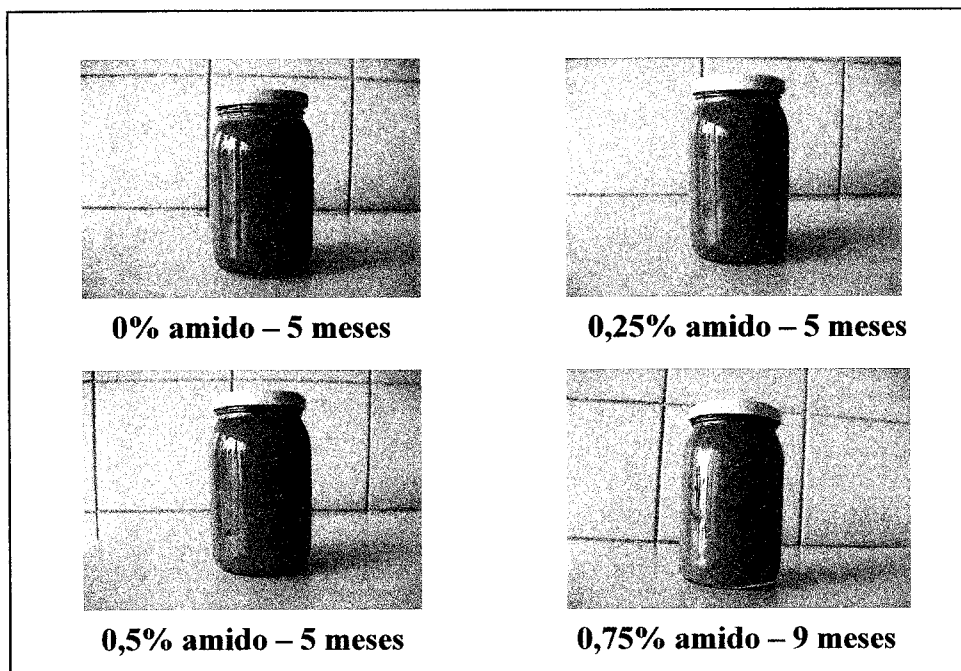


Figura 5.37. Tempo de início de separação de fases em doces elaborados com 45% de soro de queijo e com diferentes % de amido de milho.

O uso de amido de milho, em pequenas quantidades (0,25% e 0,5%) em doces elaborados com 45% de soro de queijo não aumentou o período de estocagem sem separação de fase. Os doces elaborados com 0%, 0,25% e 0,5% apresentaram o mesmo tempo de estocagem sem separação de fase. O início da separação foi observada a partir do 5º mês de armazenamento (Figura 5.37). Quando foi adicionado 0,75% de amido, houve um aumento da estabilidade, sendo que o início da separação só foi observada após 9 meses de estocagem do doce de leite.

Os doces de leite elaborados com o emprego de 45% de soro de queijo ao leite, apresentavam uma maior umidade e uma menor estabilidade física, decorrente de maior quantidade de água disponível para as reações, entre elas a aglomeração de moléculas. Um aumento da estabilidade física do doce foi verificada com o uso de uma maior % de amido de milho (0,75%), o qual por reter grande quantidade de água, permitiu que a separação de fase só fosse percebida após 9 meses de estocagem (Figura 5.37).

Como o soro possui menor teor de sólidos que o leite, o uso de maior proporção de soro resulta em maior tempo de cozimento, o que pode gerar um sobre-aquecimento do amido e provocar o rompimento dos grânulos, com conseqüente liberação de água retida na geleificação, durante o período de estocagem. Tal fato foi facilmente percebido nos doces em que a % de soro presente era alta aliado ao emprego de baixas % de amido. Em geral, o emprego do amido de milho modificou proporcionou um maior período sem separação de fases.

5.3.6. Perfil de textura

A avaliação do perfil de textura – TPA das diferentes formulações de doce de leite, realizada mensalmente, possibilitou obter dados referentes à Dureza, Adesividade, Coesividade, Gomosidade e Elasticidade.

5.3.6.1. Dureza - TPA

Os resultados da Tabela 5.41 indicaram que tanto a % de amido de milho, a % de soro de queijo, o tempo de estocagem e suas interações afetaram significativamente ($p < 0,01$) a dureza-TPA dos doces de leite.

Tabela 5.41. ANOVA dos valores de dureza - TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.

Causas de Variação	GL	F	pF
%A	3	55,34**	0,0001
%S	3	56,82**	0,0001
A x S	9	9,23**	0,0001
Resíduo (erro a)	16		
Parcelas	15		
T	8	367,82**	0,0001
A x T	24	20,30**	0,0001
S x T	24	8,58**	0,0001
A x S x T	72	13,42**	0,0001
Resíduo (erro b)	128		
Total	287		

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; T = tempo; GL = graus de liberdade; ** - significativo ($p < 0,01$)

A Tabela 5.42 apresenta os valores médios ($n=2$) da dureza das diferentes formulações de doce de leite, obtidos mensalmente durante o período de estocagem.

A Tabela 13, do Anexo 1, apresenta os resultados do teste de Tukey para as médias do tempo de estocagem em cada nível de amido em relação a dureza dos doces de leite. A Tabela 14, do Anexo 1, mostra os resultados do teste de Tukey para as médias de tempo de estocagem em cada nível de soro de queijo em relação a dureza dos doces de leite.

As Figuras 5.38 a 5.40 demonstram o efeito da % de soro de queijo e % de amido de milho modificado ao longo do período de estocagem na dureza – TPA dos doces de leite.

Tabela 5.42. Valores médios (n=2) da Dureza – TPA (gf) dos doces de leite durante o período de estocagem.

Variáveis		TEMPO (meses)								
%A	%S	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	62,63	113,87	119,28	133,36	137,62	140,07	120,22	118,04	128,23
0	15	38,54	49,53	163,86	106,21	103,49	114,87	122,59	93,00	115,24
0	30	36,96	40,15	67,12	60,04	62,06	64,96	68,58	54,44	72,99
0	45	20,02	42,15	81,68	68,74	72,61	75,30	71,53	74,50	81,30
0,25	0	97,08	71,39	106,10	93,25	144,63	135,85	154,27	138,13	151,85
0,25	15	96,16	98,49	80,47	121,69	146,33	133,97	134,18	94,81	91,27
0,25	30	26,89	37,96	67,16	77,18	87,38	82,53	90,53	80,29	99,55
0,25	45	18,55	27,12	59,68	46,57	55,91	54,77	54,04	58,23	64,29
0,5	0	45,93	54,94	54,64	59,29	83,89	99,92	74,54	104,76	84,92
0,5	15	29,77	51,64	52,68	66,22	70,92	62,40	74,03	82,72	80,79
0,5	30	27,73	37,14	42,52	58,11	87,60	78,57	96,89	74,86	89,67
0,5	45	22,15	29,52	72,67	49,66	63,97	64,04	66,76	62,76	69,41
0,75	0	32,15	38,97	43,06	46,91	65,06	66,16	72,96	55,89	81,05
0,75	15	38,20	44,93	36,37	30,70	66,79	72,27	75,78	81,16	76,62
0,75	30	21,63	18,20	20,79	43,36	51,07	47,46	52,50	49,86	45,37
0,75	45	19,72	25,86	38,61	41,88	44,26	57,79	46,42	57,92	56,91

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo

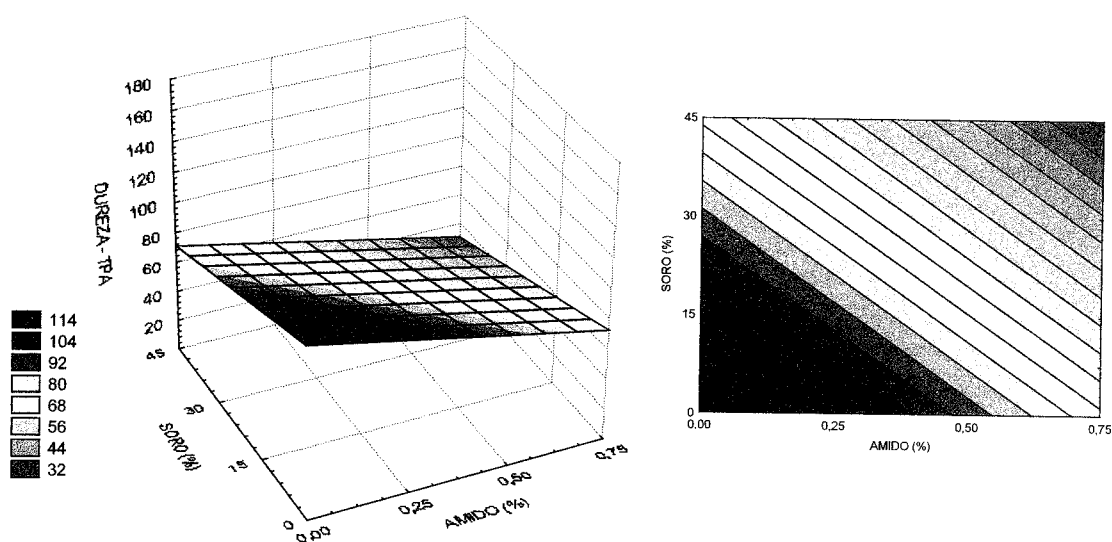


Figura 5.38. Superfície de resposta e de contorno para Dureza – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.

Como pode ser visto na Figura 5.38, houve uma diminuição da dureza quanto maior foi a concentração de amido de milho modificado e maior a concentração de soro de queijo. Os doces de leite com textura mais macia foram os produzidos com 0,75% de amido combinado com 45% de soro de queijo, como mostra a Figura 5.38. Tal fato decorre principalmente do tipo de amido de milho modificado empregado (N1390S), que confere ao doce uma textura mais macia. Esse tipo de amido é provindo de milho ceroso, modificado quimicamente, apresentando 100% de amilopectina e, portanto cadeias longas e ramificadas, que retém maior quantidade de água que a amilose.

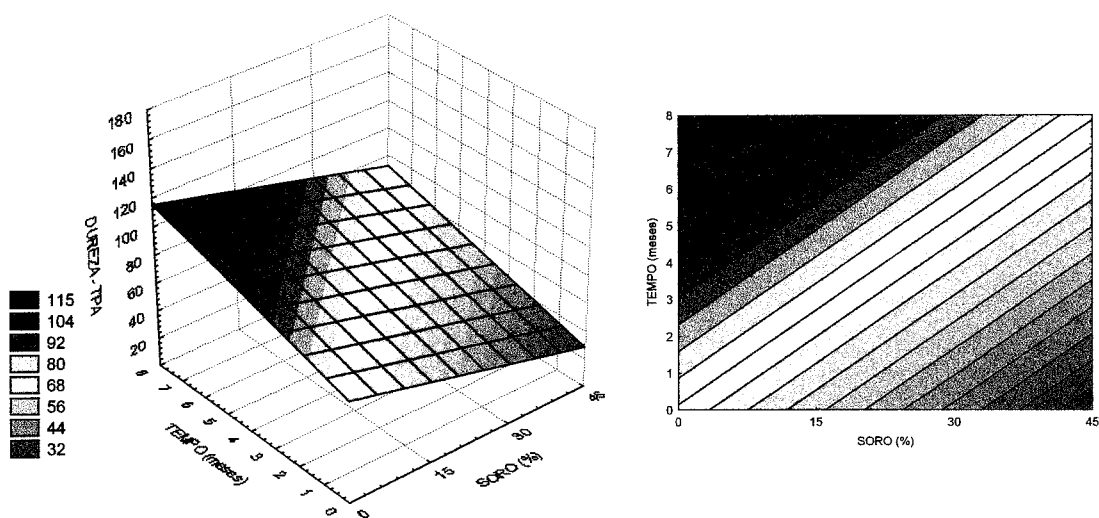


Figura 5.39. Superfície de resposta e de contorno para Dureza – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.

A Figura 5.39 apresenta o efeito da variação da % de soro e do tempo de armazenamento na dureza TPA do doce de leite. Quanto maior a % de soro e menor o tempo de armazenamento, menor foi a dureza TPA. O aumento da % de soro resulta em diminuição do teor de proteína, o que explica a menor dureza TPA ou textura mais macia do doce de leite.

Houve um aumento da intensidade da dureza com o aumento do tempo de estocagem do doce de leite. Isso provavelmente está relacionado com ocorrência de maior separação de fase com o tempo de estocagem (item 5.3.5), resultando em doces com maior dureza TPA. Com o passar do tempo, ocorreu um aumento da exudação e conseqüente separação de soro, resultando em um doce de leite mais agregado e uma textura mais firme. Os doces mais macios (32) foram os elaborados com maiores concentrações de soro de queijo (45%), porém ao final de oito meses de estocagem, os mesmos apresentaram uma intensidade de dureza bem superior (68). Já os doces elaborados sem adição de soro apresentaram logo após a fabricação uma dureza de 68, e após oito meses de estocagem, uma dureza de 115, conforme mostra a Figura 5.39.

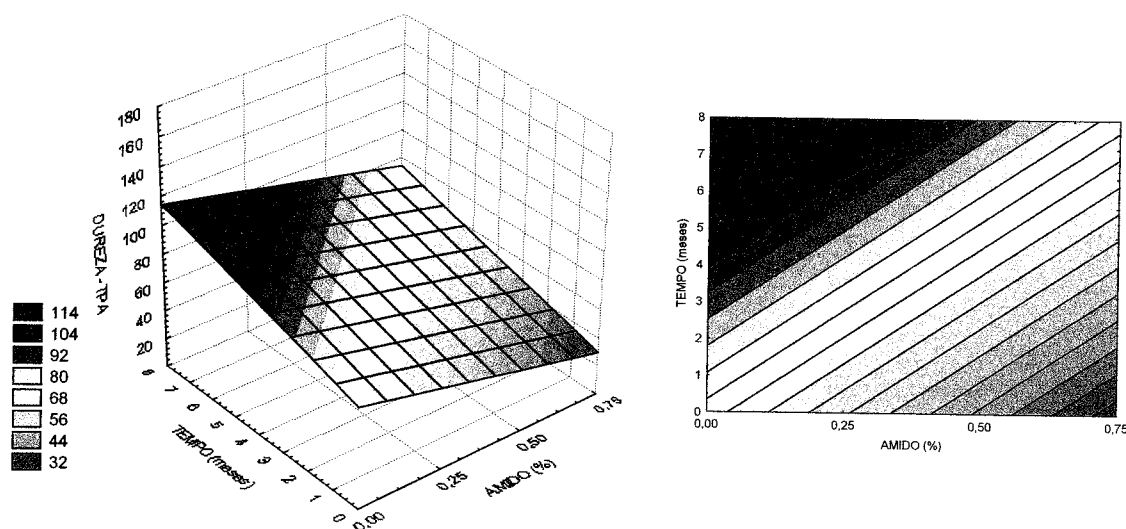


Figura 5.40. Superfície de resposta e de contorno para Dureza – TPA dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.

Quanto maior a quantidade de amido de milho modificado adicionada, menor foi a dureza -TPA dos doces de leite, provavelmente em função da capacidade do amido de ligar e reter água. O aumento do tempo de estocagem resultou em aumento da dureza do doce de leite (Figura 5.40). O aumento da dureza com o tempo foi relativamente lento provavelmente em função do tipo de amido utilizado. A Figura 5.40 mostra que a dureza

TPA do doce de leite produzido com 0,75% de amido, aos 8 meses de estocagem, foi similar a do doce de leite sem amido, logo após a fabricação. O amido de milho modificado possui menor tendência a retrogradação e maior estabilidade ao armazenamento (FLECHE, 1985; AMIDOS, 2000).

5.3.6.2. Adesividade - TPA

A avaliação estatística, apresentada na Tabela 5.43, indicou que a % de amido de milho modificado, a % de soro de queijo, o tempo de estocagem e suas interações afetaram significativamente ($p < 0,01$) a adesividade - TPA dos doces de leite.

A Tabela 5.44 apresenta os valores médios ($n=2$) da adesividade - TPA das diferentes formulações de doce de leite, obtidos mensalmente durante o período de estocagem.

Tabela 5.43. ANOVA dos valores de Adesividade - TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.

Causas de Variação	GL	F	pF
%A	3	61,66**	0,0001
%S	3	31,45**	0,0001
A x S	9	8,40**	0,0001
Resíduo (erro a)	16		
Parcelas	15		
T	8	220,46**	0,0001
A x T	24	8,73**	0,0001
S x T	24	6,33**	0,0001
A x S x T	72	6,95**	0,0001
Resíduo (erro b)	128		
Total	287		

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; T = tempo; GL = graus de liberdade; ** - significativo ($p < 0,01$)

A Tabela 15, do Anexo 1, apresenta os resultados do teste de Tukey para as médias do tempo de estocagem em cada nível de amido em relação a adesividade - TPA dos doces de leite. A Tabela 16, do Anexo 1, mostra os resultados do teste de Tukey para as médias

de tempo de estocagem em cada nível de soro de queijo em relação a adesividade - TPA dos doces de leite.

Tabela 5.44. Valores médios (n=2) da Adesividade – TPA (gf.s) dos doces de leite durante o período de estocagem.

Variáveis		TEMPO (meses)								
%A	%S	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	129,25	228,45	217,88	257,67	259,98	254,75	176,17	324,24	188,86
0	15	84,35	125,83	443,15	340,87	325,64	361,03	380,20	279,36	376,50
0	30	120,40	100,59	188,75	169,73	173,08	176,88	188,98	161,61	188,49
0	45	29,27	100,45	230,69	199,13	204,04	211,96	200,49	211,59	234,81
0,25	0	121,65	138,63	184,90	170,02	269,17	255,35	218,17	210,20	204,35
0,25	15	227,21	240,81	179,36	327,03	380,11	322,88	366,42	273,30	227,89
0,25	30	36,50	76,79	194,00	222,82	259,72	237,55	268,94	250,50	310,79
0,25	45	32,01	60,72	168,91	122,92	154,88	147,11	149,61	165,14	188,56
0,5	0	50,88	59,62	86,91	108,87	127,90	197,59	124,32	170,22	178,11
0,5	15	48,23	124,10	156,66	203,14	192,73	199,68	222,06	237,57	271,35
0,5	30	16,03	34,14	64,40	103,32	187,80	153,84	171,93	186,70	191,11
0,5	45	30,68	50,52	194,33	126,45	172,32	188,77	202,22	175,61	214,13
0,75	0	34,09	53,02	70,43	81,87	143,47	134,89	167,07	125,88	170,91
0,75	15	41,68	45,51	57,34	55,21	142,27	155,77	168,50	208,68	165,64
0,75	30	19,76	24,60	33,58	106,68	142,20	132,47	159,46	150,26	125,08
0,75	45	28,47	48,71	117,63	118,82	133,39	197,85	133,69	195,41	199,25

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo

A adesividade TPA, corresponde à energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a de outros materiais com as quais o doce de leite está em contato. As Figuras 5.41 a 5.43 mostram o efeito da % de soro de queijo e de amido de milho modificado ao longo do período de estocagem na adesividade – TPA dos doces de leite.

O aumento da concentração de amido de milho e de soro de queijo reduziu a adesividade – TPA dos doces de leite, conforme mostra a Figura 5.41.

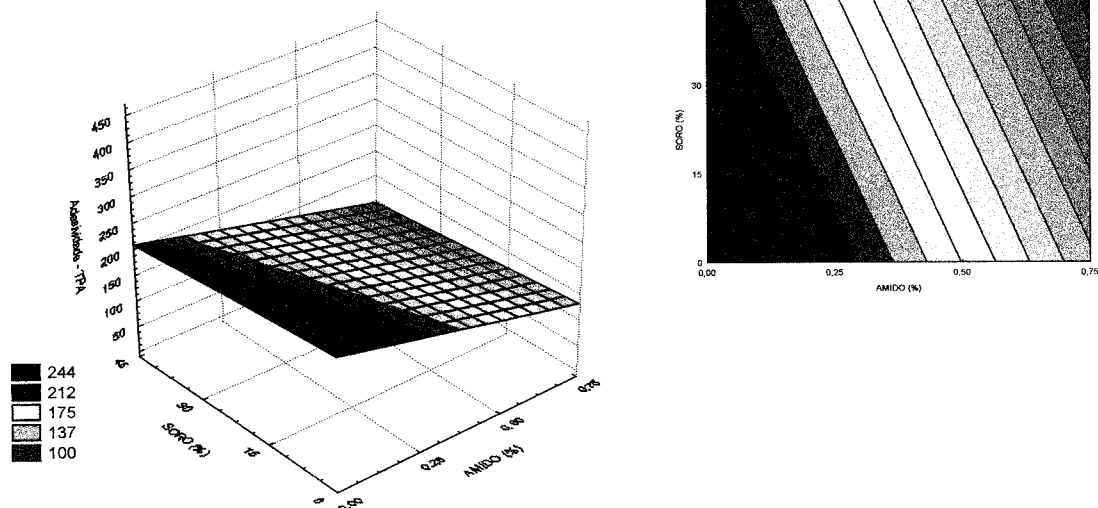


Figura 5.41. Superfície de resposta e de contorno para Adesividade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.

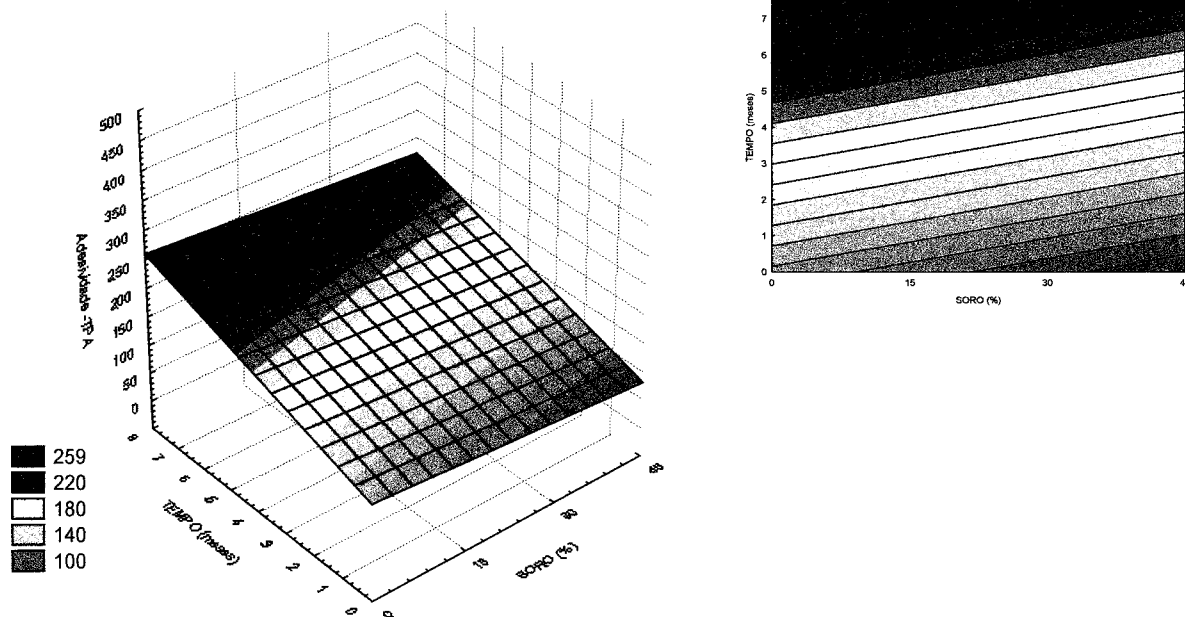


Figura 5.42. Superfície de resposta e de contorno para Adesividade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.

A adição de soro de queijo resultou em doces com menor adesividade – TPA, principalmente quando em maiores concentrações. O aumento do tempo de estocagem, entretanto, resultou no aumento da adesividade. Por exemplo, no doce com 45% de soro, a adesividade de 100 logo após a fabricação mudou para 220, após oito meses de estocagem (Figura 5.42).

O aumento da concentração de amido de milho diminuiu a adesividade TPA dos doces. O doce elaborado sem adição de amido apresentou uma adesividade de 150, enquanto o elaborado com 0,75%, apresentou uma adesividade de 50. Quanto maior foi o tempo de estocagem, maior foi a adesividade do doce de leite. A % de amido utilizada influenciou o comportamento da adesividade do doce com o tempo de estocagem. A taxa de aumento de adesividade com o tempo foi menor quanto maior foi a concentração de amido, como mostra o gráfico da Figura 5.43.

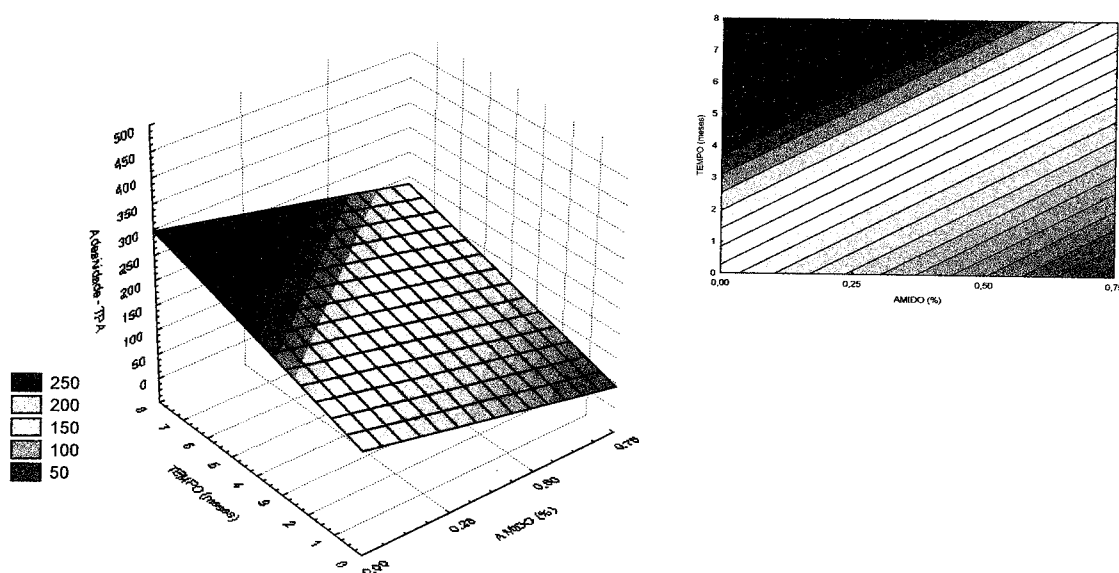


Figura 5.43. Superfície de resposta e de contorno para Adesividade – TPA dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.

5.3.6.3. Coesividade TPA

A avaliação estatística, apresentada na Tabela 5.45, indicou que a % de amido de milho, a % de soro de queijo, o tempo de estocagem e suas interações afetaram significativamente ($p < 0,01$) a coesividade TPA dos doces de leite. Entretanto, indicou não ser estatisticamente significativa ($p > 0,01$) a interação entre a % de amido e a % de soro.

Tabela 5.45. ANOVA dos valores de Coesividade TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.

Causas de Variação	GL	F	pF
%A	3	3,05**	0,0587
%S	3	1,11**	0,3735
A x S	9	0,53 ^{ns}	0,8286
Resíduo (erro a)	16		
Parcelas	15		
T	8	2,68**	0,0092
A x T	24	1,45**	0,0962
S x T	24	1,39**	0,1225
A x S x T	72	1,85**	0,0012
Resíduo (erro b)	128		
Total	287		

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; T = tempo; GL = graus de liberdade; ** significativo ($p < 0,01$); ^{ns} – não significativo ($p > 0,01$).

A extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura, ou seja, a coesividade TPA dos doces de leite, acompanhada mensalmente está apresentada na Tabela 5.46.

A Tabela 17, do Anexo 1, apresenta os resultados do teste de Tukey para as médias do tempo de estocagem em cada nível de amido em relação à coesividade TPA dos doces de leite. A Tabela 28, do Anexo 1, mostra os resultados do teste de Tukey para as médias de tempo de estocagem em cada nível de soro de queijo em relação à coesividade TPA dos doces de leite.

Tabela 5.46. Valores médios (n=2) da Coesividade TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.

Variáveis		TEMPO (meses)								
%A	%S	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0,65	0,65	0,64	0,61	0,60	0,61	0,59	0,64	0,61
0	15	0,58	0,60	0,62	0,65	0,68	0,65	0,67	0,61	0,67
0	30	0,63	0,62	0,65	0,67	0,63	0,63	0,64	0,65	0,59
0	45	0,64	0,64	0,65	0,64	0,61	0,62	0,62	0,60	0,61
0,25	0	0,64	0,66	0,65	0,67	0,64	0,67	0,62	0,61	0,61
0,25	15	0,70	0,66	0,65	0,72	0,67	0,66	0,68	0,70	0,64
0,25	30	0,66	0,62	0,67	0,70	0,72	0,64	0,68	0,69	0,65
0,25	45	0,69	0,62	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,60	0,62
0,5	0	0,69	0,69	0,67	0,67	0,64	0,69	0,67	0,62	0,67
0,5	15	0,70	0,70	0,71	0,70	0,71	0,73	0,65	0,65	0,69
0,5	30	0,67	0,66	0,66	0,61	0,69	0,65	0,61	0,65	0,71
0,5	45	0,67	0,65	0,67	0,67	0,65	0,66	0,70	0,63	0,67
0,75	0	0,68	0,69	0,67	0,68	0,71	0,67	0,67	0,63	0,65
0,75	15	0,72	0,71	0,69	0,62	0,70	0,70	0,69	0,68	0,72
0,75	30	0,68	0,66	0,64	0,65	0,65	0,62	0,63	0,62	0,60
0,75	45	0,66	0,67	0,71	0,69	0,69	0,70	0,66	0,67	0,70

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo

As Figuras 5.44 a 5.46 mostram o efeito do emprego de diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho modificado ao longo do período de estocagem na coesividade – TPA dos doces de leite.

Embora a variação observada tenha sido pequena (0,63 a 0,68), os maiores valores de coesividade TPA foram verificados nos doces elaborados com maiores concentrações de amido de milho, independente da concentração de soro de queijo (Figura 5.44).

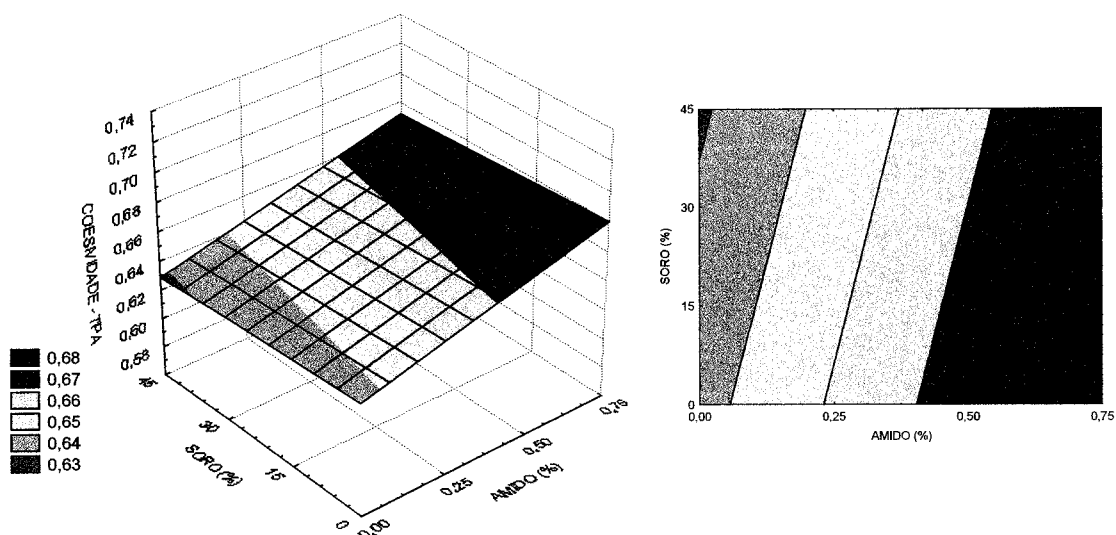


Figura 5.44. Superfície de resposta e de contorno para Coesividade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.

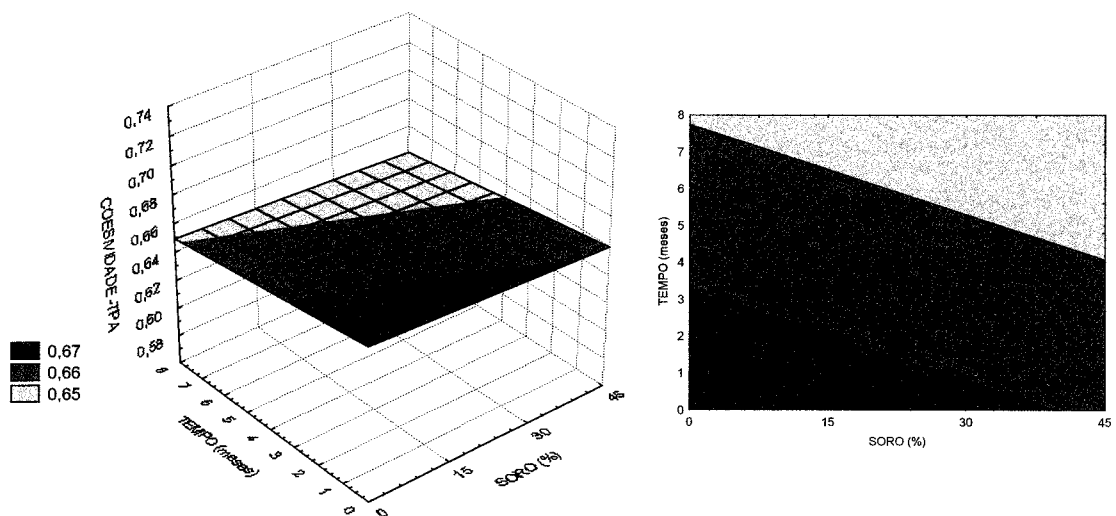


Figura 5.45. Superfície de resposta e de contorno para Coesividade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.

O emprego de diferentes concentrações de soro de queijo afetou muito pouco a coesividade – TPA dos doces, conforme mostra a Figura 5.45. Apenas o emprego de 45% de soro provocou uma pequena alteração na coesividade – TPA dos doces, logo após a fabricação. O tempo de estocagem alterou muito pouco a coesividade – TPA. Os doces elaborados sem adição de soro apresentaram, logo após a fabricação uma coesividade – TPA de 0,67 e, após oito meses de estocagem a coesividade – TPA observada foi de 0,65. Os doces fabricados com adições de soro apresentaram esta coesividade – TPA (0,65), em menor espaço de tempo, 6, 5 e 4 meses, quando com 15, 30 e 45% de soro, respectivamente, conforme mostra a Figura 5.45.

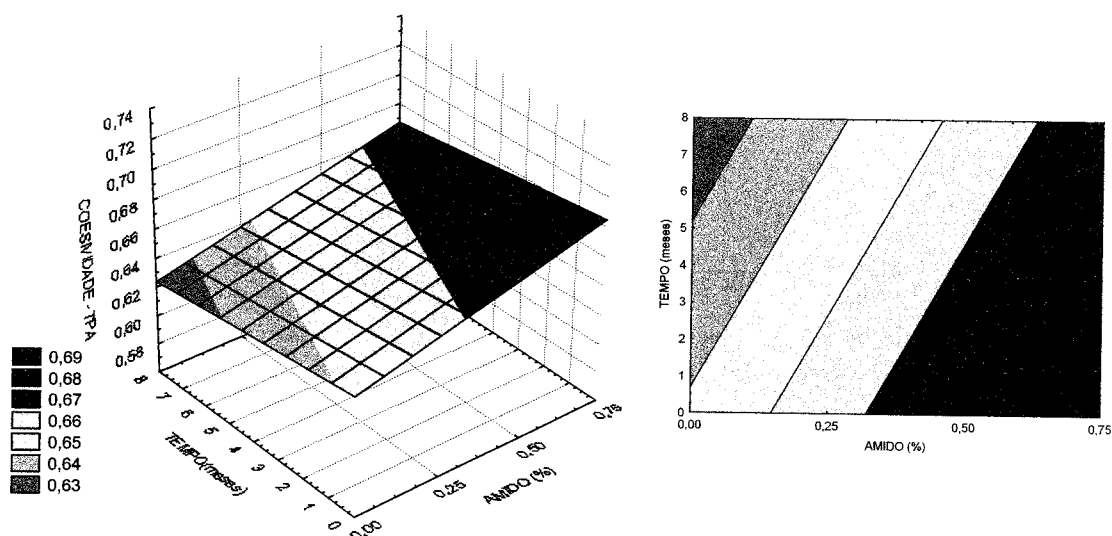


Figura 5.46. Superfície de resposta e de contorno para Coesividade – TPA dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.

A Figura 5.46 mostra que quanto maior a % de amido de milho empregado na fabricação dos doces, maior foi a coesividade – TPA dos doces. Os doces elaborados sem amido apresentaram uma coesividade de 0,65, logo após a fabricação e, os doces com 0,75%, uma coesividade de 0,69. Isso provavelmente pode ser devido ao aumento da água ligada com o aumento da concentração de amido, resultando em um doce com uma estrutura mais coesa. O tempo de estocagem acarretou em uma leve redução da coesividade

dos doces, independente da concentração de amido de milho (Figura 5.46), o que pode ser atribuído a uma leve retrogradação do amido.

5.3.6.4. Gomosidade TPA

A avaliação estatística, apresentada na Tabela 5.47, indicou que a % de amido de milho modificado, a % de soro de queijo, o tempo de estocagem e suas interações afetaram significativamente ($p < 0,01$) a gomosidade TPA dos doces de leite.

A energia requerida para desintegrar um alimento até estar pronto para a deglutição, ou seja, a gomosidade TPA das diferentes formulações de doces de leite, obtidas mensalmente durante o período de estaocagem, está apresentada na Tabela 5.48.

A Tabela 19, do Anexo 1, apresenta os resultados do teste de Tukey para as médias do tempo de estocagem em cada nível de amido em relação à gomosidade – TPA dos doces de leite.

A Tabela 20, do Anexo 1, mostra os resultados do teste de Tukey para as médias de tempo de estocagem em cada nível de soro de queijo em relação à gomosidade – TPA dos doces de leite.

Tabela 5.47. ANOVA dos valores de Gomosidade TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.

Causas de Variação	GL	F	pF
%A	3	299,05**	0,0001
%S	3	376,58**	0,0001
A x S	9	56,03**	0,0001
Resíduo (erro a)	16		
Parcelas	15		
T	8	583,34**	0,0001
A x T	24	45,78**	0,0001
S x T	24	14,46**	0,0001
A x S x T	72	24,98**	0,0001
Resíduo (erro b)	128		
Total	287		

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; T = tempo; GL = graus de liberdade; ** significativo ($p < 0,01$)

Tabela 5.48. Valores médios (n=2) da Gomosidade TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.

Variáveis		TEMPO (meses)								
%A	%S	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	40,23	72,94	81,42	80,87	81,63	85,51	69,97	75,73	77,12
0	15	22,22	34,42	107,73	68,65	68,91	74,04	81,92	56,21	76,10
0	30	22,98	24,97	43,01	39,83	38,94	40,70	43,30	34,85	41,91
0	45	12,68	26,68	52,96	43,71	43,84	46,35	43,87	44,51	49,64
0,25	0	61,36	46,99	68,03	61,42	91,60	89,90	95,20	80,30	91,24
0,25	15	66,62	63,70	50,55	85,30	96,93	87,22	89,03	66,46	57,32
0,25	30	17,57	23,59	43,95	52,71	62,79	51,65	61,15	54,63	63,97
0,25	45	12,74	16,83	37,95	29,09	34,29	33,14	32,77	34,91	39,56
0,5	0	31,48	37,90	36,57	39,57	53,54	68,59	50,01	64,89	56,18
0,5	15	20,72	35,99	37,07	45,85	50,00	44,65	47,72	53,81	55,27
0,5	30	18,68	24,46	27,96	35,40	59,77	51,12	58,63	48,60	63,14
0,5	45	14,65	19,08	46,56	32,76	40,74	41,99	46,30	39,20	45,89
0,75	0	24,55	24,88	27,81	31,84	46,18	44,23	48,75	34,64	52,01
0,75	15	27,40	31,62	24,79	19,07	46,02	50,26	51,52	54,79	54,67
0,75	30	14,70	11,90	13,28	27,90	32,55	29,33	32,85	30,84	27,17
0,75	45	12,98	17,71	27,24	28,69	30,33	40,18	30,29	38,66	39,64

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo

As Figuras 5.47 a 5.48 demonstram o efeito do emprego de diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho modificado ao longo do período de estocagem na gomosidade – TPA dos doces de leite.

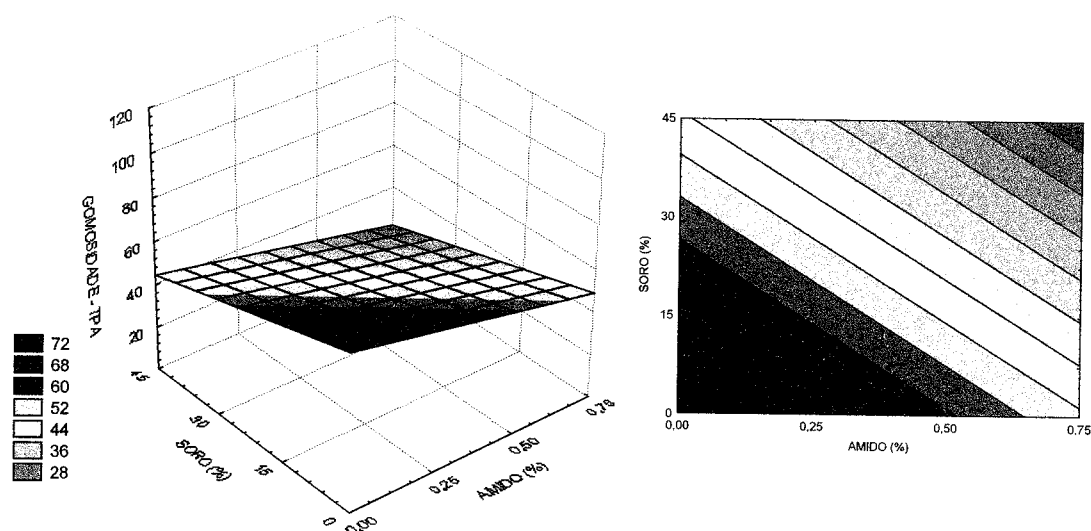


Figura 5.47. Superfície de resposta e de contorno para Gomosidade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.

Quanto menor a concentração de amido e de soro de queijo, maior foi a gomosidade do doce de leite. Isso já era esperado, uma vez que a gomosidade é o resultado do produto da dureza e da coesividade, que também apresentaram esse mesmo comportamento. O doce de leite padrão (0% amido de milho e 0% de soro de queijo) apresentou maior gomosidade – TPA (72), sendo que as adições progressivas de amido de milho e soro de queijo reduziram significativamente a intensidade da gomosidade – TPA, chegando a 28 no doce elaborado com 45% de soro e 0,75% de amido (Figura 5.47).

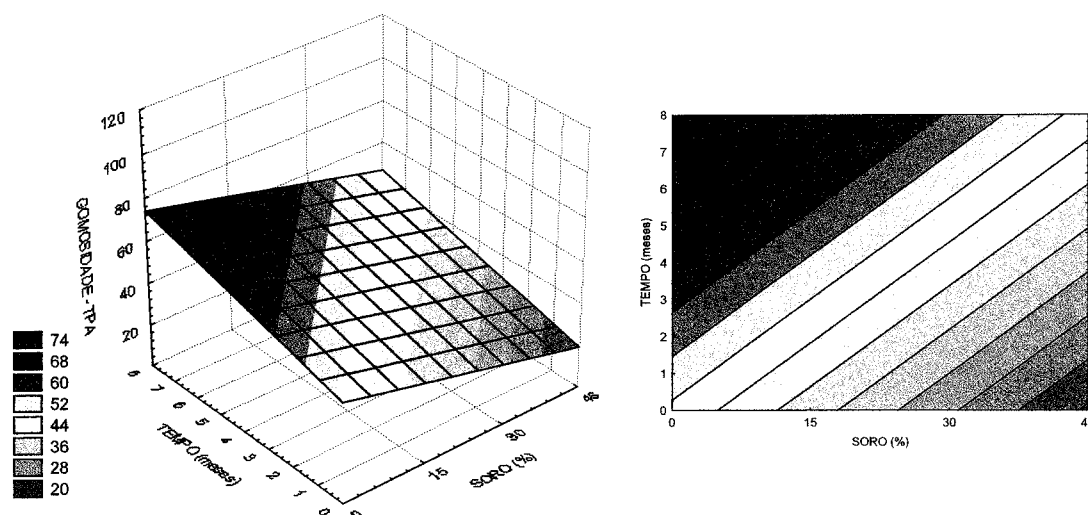


Figura 5.48. Superfície de resposta e de contorno para Gomosidade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.

A substituição de leite por quantidades crescentes de soro de queijo reduziu a gomosidade – TPA do doce de leite, como pode ser observado na Figura 5.48. O doce elaborado sem adição de soro apresentou uma gomosidade – TPA de 48, logo após a fabricação e, o doce elaborado com 45% de soro de queijo, uma gomosidade – TPA de 20. O tempo de estocagem aumentou a gomosidade – TPA dos doces produzidos com diferentes concentrações de soro, sendo que a verificada no doce produzido com 45% de soro de queijo aos oito meses de estocagem (48) foi equivalente a gomosidade do doce sem adição de soro, logo após a fabricação, conforme mostra a Figura 5.48.

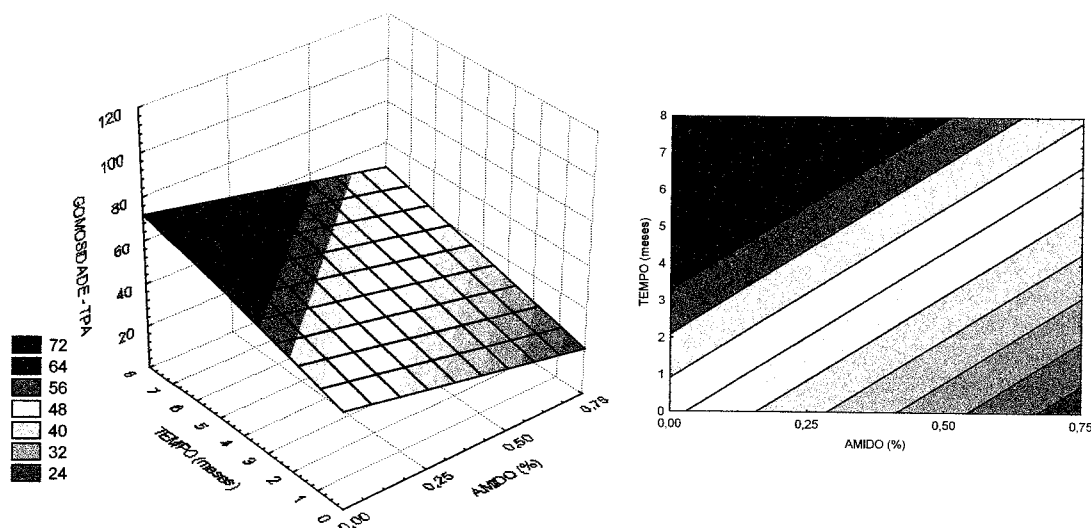


Figura 5.49. Superfície de resposta e de contorno para Gomosidade – TPA dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.

O efeito do amido de milho modificado sobre a gomosidade – TPA dos doces de leite foi o mesmo observado para o soro de queijo (Figura 5.48), ou seja, adições progressivamente maiores de amido resultaram em doces com menor gomosidade – TPA. Embora o tempo de estocagem tenha contribuído para aumentar a gomosidade – TPA dos doces, o doce produzido com 0,75% de amido de milho aos oito meses de estocagem apresentou uma gomosidade – TPA (48) correspondente ao doce de leite padrão, logo após a fabricação (Figura 5.49).

5.3.6.5. Elasticidade TPA

A avaliação estatística, apresentada na Tabela 5.49, indicou que a % de amido de milho modificado, a % de soro de queijo, o tempo de estocagem e suas interações afetaram significativamente ($p < 0,01$) a elasticidade TPA dos doces de leite.

A Tabela 5.50 apresenta os valores médios (n=2) da elasticidade TPA das diferentes formulações de doce de leite, obtidos mensalmente durante o período de estocagem.

Tabela 5.49. ANOVA dos valores de Elasticidade TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.

Causas de Variação	GL	F	pF
%A	3	16,62**	0,0001
%S	3	22,65**	0,0001
A x S	9	3,62**	0,0121
Resíduo (erro a)	16		
Parcelas	15		
T	8	9,16**	0,0001
A x T	24	6,50**	0,0001
S x T	24	3,97**	0,0001
A x S x T	72	2,97**	0,0001
Resíduo (erro b)	128		
Total	287		

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; T = tempo; GL = graus de liberdade; ** significativo (p<0,01)

Tabela 5.50. Valores médios (n=2) da Elasticidade TPA dos doces de leite durante o período de estocagem.

Variáveis		TEMPO (meses)								
%A	%S	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0,87	0,89	0,92	0,90	0,90	0,89	0,90	0,87	0,91
0	15	0,87	0,88	0,93	0,88	0,87	0,88	0,88	0,88	0,88
0	30	0,90	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,85	0,88
0	45	0,89	0,89	0,89	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,88
0,25	0	0,90	0,86	0,88	0,90	0,90	0,93	0,92	0,92	0,93
0,25	15	0,85	0,89	0,89	0,89	0,90	0,91	0,90	0,89	0,92
0,25	30	0,90	0,88	0,88	0,88	0,89	0,87	0,88	0,88	0,89
0,25	45	0,90	0,86	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87	0,88
0,5	0	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88	0,88	0,89	0,90	0,88
0,5	15	0,89	0,89	0,88	0,88	0,87	0,88	0,88	0,88	0,87
0,5	30	0,92	0,88	0,88	0,87	0,88	0,87	0,87	0,87	0,88
0,5	45	0,88	0,87	0,86	0,88	0,88	0,89	0,87	0,87	0,87
0,75	0	0,92	0,88	0,88	0,87	0,87	0,89	0,87	0,84	0,87
0,75	15	0,90	0,91	0,90	0,84	0,87	0,89	0,89	0,88	0,89
0,75	30	0,90	0,87	0,87	0,84	0,85	0,85	0,86	0,84	0,84
0,75	45	0,88	0,88	0,86	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,88

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo

A Tabela 21, do Anexo 1, apresenta os resultados do teste de Tukey para as médias do tempo de estocagem em cada nível de amido em relação à elasticidade – TPA dos doces de leite. A Tabela 22, do Anexo 1, mostra os resultados do teste de Tukey para as médias de tempo de estocagem em cada nível de soro de queijo em relação à elasticidade – TPA dos doces de leite.

As Figuras 5.50 a 5.52 mostram o efeito do emprego de diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho modificado ao longo do período de estocagem na elasticidade – TPA dos doces de leite.

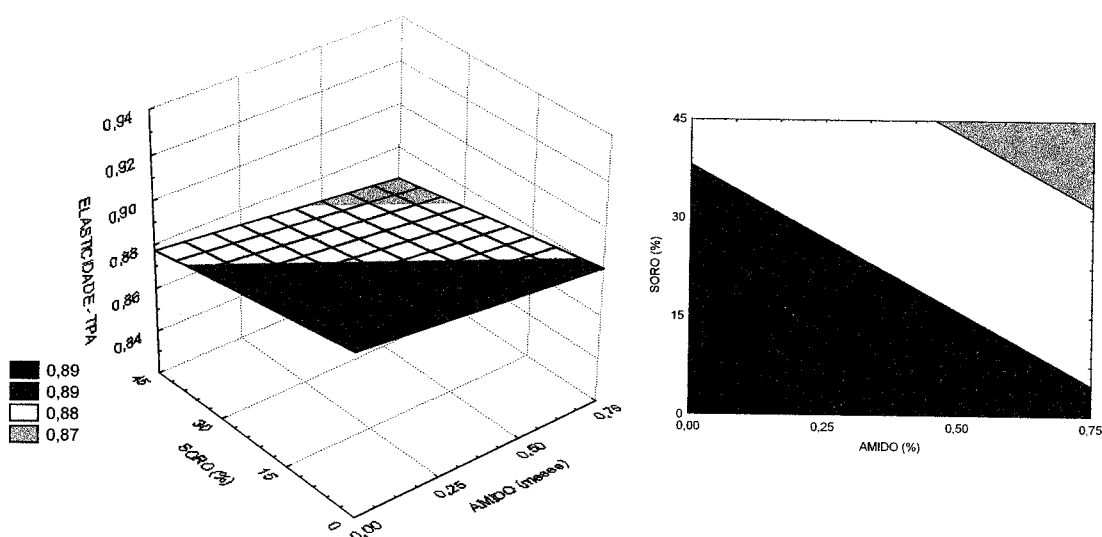


Figura 5.50. Superfície de resposta e de contorno para Elasticidade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e amido de milho modificado, para os 8 meses de estocagem.

As diferentes % de amido de milho empregado na fabricação dos doces de leite resultaram em diferenças na elasticidade – TPA, como mostra a Figura 5.50 e a Tabela 5.49. Quanto menor a concentração de soro e amido, maior foi a elasticidade do doce de leite. Entretanto, a variação na elasticidade foi muito pequena e sem significância prática.

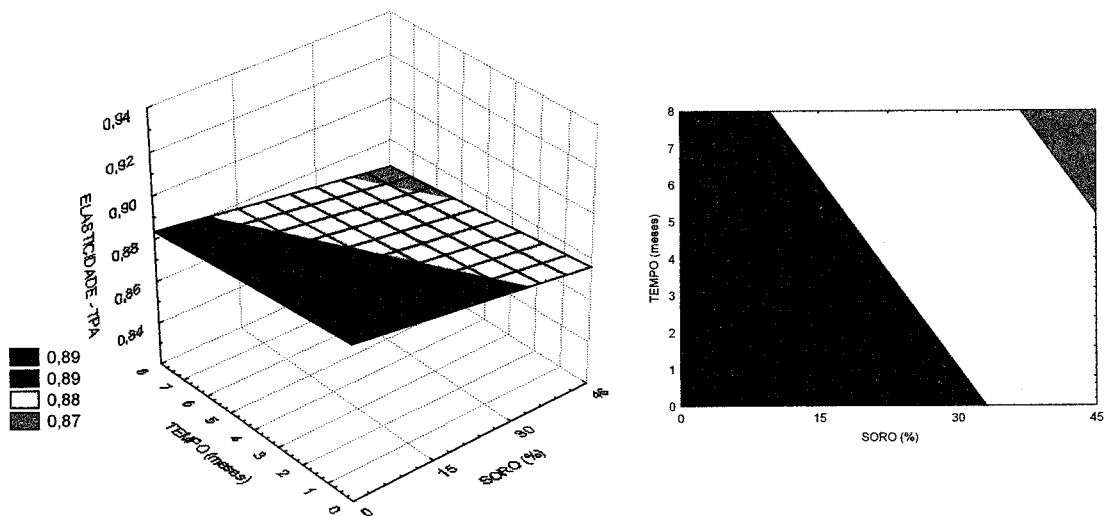


Figura 5.51. Superfície de resposta e de contorno para Elasticidade – TPA dos doces de leite em relação à variação do soro de queijo e tempo de estocagem, para os 4 níveis de amido de milho.

A Figura 5.51 mostra que houve diminuição da elasticidade com o aumento da % de soro empregada e com o tempo de estocagem do doce de leite. As menores intensidades de elasticidade – TPA (0,87) foram verificadas nos doces elaborados com 45% de soro de queijo, após oito meses de estocagem (Figura 5.51).

A Figura 5.52 mostra que houve diminuição da elasticidade com o aumento da concentração de amido e com o aumento do tempo de estocagem do doce de leite. Apesar de estatisticamente significativas, essas diferenças na elasticidade foram muito pequenas e, não devem ter significância do ponto de vista prático.

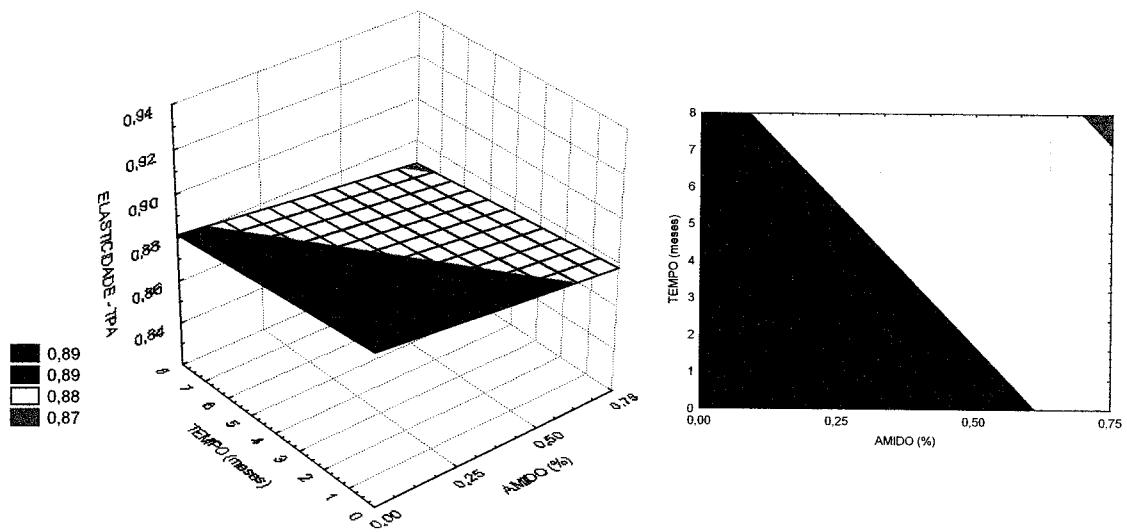


Figura 5.52. Superfície de resposta e de contorno para Elasticidade – TPA dos doces de leite em relação à variação do amido de milho modificado e tempo de estocagem, para os 4 níveis de soro de queijo.

5.3.7. Análise Sensorial

A Tabela 5.51 mostra que houve diferença significativa ($p < 0,01$) entre os provadores, os tratamentos e o tempo de estocagem com relação à aceitação dos atributos, aparência e modo geral, dos doces de leite.

Tabela 5.51. ANOVA para aparência e modo geral, avaliados nos doces de leite.

Causas de Variação	GL	Aparência		Modo Geral	
		F	pF	F	pF
Provadores	29	2,60**	0,0001	2,39**	0,0001
Tratamentos (Tr)	15	35,09**	0,0001	19,40**	0,0001
Resíduo (a)	435	0,86		1,00	
Tempo (T)	2	32,14**	0,0001	15,72**	0,0001
Interação (Tr x T)	30	5,06**	0,0001	3,59**	0,0001
Resíduo	928			2,61	
Total	1439				

GL = graus de liberdade; ** = significativo ($p < 0,01$)

Os resultados médios obtidos na avaliação sensorial, realizada por 30 consumidores de doce de leite, em relação a aparência dos doces elaborados com diferentes combinações de % de amido de milho e % de soro de queijo, logo após a fabricação e com 3 e 6 meses de estocagem, estão apresentados na Tabela 5.52.

O emprego de soro de queijo resultou em doce de leite com melhor aparência, segundo os consumidores (Tabela 5.52). Independente da concentração de amido de milho utilizada, o emprego de 45% de soro de queijo resultou em maior aceitação dos doces de leite. O soro de queijo determinou a aceitação do produto. Quando não houve adição de amido de milho, os doces não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), em relação a aparência. Já, o emprego de soro de queijo resultou em diferenças significativas. Independente da % de amido de milho adicionada e do tempo de armazenamento, o emprego de 45% de soro de queijo resultou em maior aceitação do doce de leite (Tabela 5.52).

Tabela 5.52. Médias dos resultados obtidos no teste de aceitação para aparência dos doces de leite após 0, 3 e 6 meses de fabricação.

Tratamentos		Aparência		
%A	%S	0 m	3 m	6 m
0	0	6,03 ^{b,c,d,e}	5,00 ^g	3,53 ^g
0	15	6,83 ^{a,b,c,d}	7,47 ^{a,b,c}	6,53 ^{a,b,c}
0	30	7,50 ^{a,b}	7,10 ^{a,b,c,d}	6,87 ^{a,b}
0	45	8,07^a	7,43^{a,b,c}	7,23^{a,b}
0,25	0	5,33 ^{d,e}	5,37 ^{f,g}	4,87 ^{c,f}
0,25	15	6,40 ^{b,c,d}	5,77 ^{d,e,f,g}	4,20 ^{f,g}
0,25	30	4,73 ^e	6,40 ^{c,d,e,f,g}	6,33 ^{b,c}
0,25	45	7,50^{a,b}	7,33^{a,b,c}	7,23^{a,b}
0,5	0	6,37 ^{b,c,d}	5,43 ^{e,f,g}	5,00 ^{e,f}
0,5	15	6,97 ^{a,b,c}	6,33 ^{c,d,e,f,g}	5,13 ^{d,e,f}
0,5	30	6,43 ^{b,c,d}	6,50 ^{b,c,d,e,f}	6,37 ^{b,c}
0,5	45	7,50^{a,b}	8,27^a	7,53^a
0,75	0	5,67 ^{c,d,e}	6,80 ^{b,c,d}	6,27 ^{b,c,d}
0,75	15	7,15 ^{a,b,c}	6,33 ^{c,d,e,f,g}	4,33 ^{f,g}
0,75	30	5,77 ^{c,d,e}	7,10 ^{a,b,c,d}	5,63 ^{c,d,e}
0,75	45	7,34^{a,b}	7,90^{a,b}	7,67^a

Médias com letras em comum, em cada coluna, não diferem entre si ($p < 0,05$); A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; m = mês

O doce que apresentou melhor aceitação com relação à aparência, logo após a fabricação, foi o elaborado com 45% de soro de queijo, sem adição de amido de milho, que obteve a maior média (8,07), com valores correspondentes na escala hedônica entre o “gostei muito” e “adorei”. Em geral, as formulações foram bem aceitas em relação a aparência, com a maioria das médias oscilando entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito”. No entanto, o doce de leite elaborado com 30% de soro de queijo e 0,25% de amido de milho modificado obteve baixa aceitação com relação à aparência, com média 4,73, correspondente na escala hedônica entre “desgostei ligeiramente” e “nem gostei/nem desgostei”.

Os provadores não reportaram diferença de aceitação em relação à aparência nos doces elaborados com 45% de soro de queijo, independente da quantidade de amido de milho modificado adicionado, os quais obtiveram as melhores avaliações, correspondentes a “gostei moderadamente” a “adorei” (Tabela 5.52).

Os doces elaborados com 0% de soro de queijo, independente da concentração de amido de milho modificado, não diferiram entre si com relação à aceitação de aparência, e obtiveram médias de aceitação que oscilaram entre “nem gostei/nem desgostei” até “gostei moderadamente”.

Nos doces elaborados sem adição de amido o aumento progressivo da quantidade de soro de queijo proporcionou uma melhoria na aparência dos doces, proporcionando a atribuições de notas com médias que oscilaram entre o “gostei ligeiramente” até o “gostei muito”, na escala hedônica (Tabela 5.52).

Após 3 meses de fabricação o emprego de maiores % de soro de queijo gerou um aumento da aceitação do doce, quando comparado à aceitação logo após a fabricação (Tabela 5.52). O aumento do tempo de estocagem não interferiu negativamente na aparência dos doces elaborados com emprego de soro. Os doces elaborados com 45% de soro de queijo continuaram a receber as melhores notas, em relação à aparência. Pode-se perceber que quanto maior a quantidade de soro de queijo adicionada, maior foi a aceitação (Tabela 5.52). Os doces que obtiveram as menores médias foram os elaborados sem soro de queijo combinado com 0%; 0,25% e 0,5% de amido de milho, com notas oscilando entre “nem gostei/nem desgostei” e “gostei ligeiramente”, os quais não apresentaram diferenças entre si ($p < 0,05$), conforme mostra a Tabela 5.52.

Com 6 meses de fabricação, em relação a aparência, a maioria dos doces obtiveram notas menores, apontando que o tempo de estocagem estaria interferindo no comportamento dos doces, em relação a aparência (Tabela 5.52). O doce que obteve a maior aceitação foi o elaborado com 45% de soro de queijo e 0,75% de amido de milho modificado, com media correspondente na escala hedônica ao “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Pode se perceber que mesmo com a estocagem prolongada e redução da aceitação, os doces que permaneceram com maior aceitação, foram os elaborados com 45% de soro de queijo independente da quantidade de amido de milho. O doce com menor aceitação foi o padrão elaborado com 0% de soro de queijo e 0% de amido de milho, com

media correspondente na escala hedônica aos termos “desgostei moderadamente” e “desgostei ligeiramente” (Tabela 5.52).

Os resultados médios obtidos na avaliação sensorial, realizada por 30 consumidores, em relação ao modo geral, que incluiu a degustação, dos doces de leite elaborados com diferentes combinações de % de amido de milho e % de soro de queijo, logo após a fabricação e com 3 e 6 meses de estocagem, estão apresentados na Tabela 5.53.

Tabela 5.53. Médias dos resultados obtidos no teste de aceitação para modo geral dos doces após 0, 3 e 6 meses de fabricação.

Tratamentos		Modo Geral		
%A	%S	0 m	3 m	6 m
0	0	6,37 ^{a,b,c,d}	6,30 ^{b,c,d}	5,27 ^{f,g}
0	15	6,90 ^{a,b}	7,10 ^{a,b,c,d}	6,80 ^{a,b,c,d}
0	30	7,60 ^{a,b}	7,27 ^{a,b,c,d}	6,53 ^{b,c,d,e}
0	45	7,80^a	7,47^{a,b}	7,10^{a,b,c}
0,25	0	6,27 ^{a,b,c,d}	5,87 ^d	4,70 ^g
0,25	15	6,30 ^{a,b,c,d}	5,90 ^{c,d}	5,67 ^{d,e,f,g}
0,25	30	4,87 ^d	5,93 ^{c,d}	5,77 ^{d,e,f,g}
0,25	45	7,43^{a,b}	7,50^{a,b}	7,30^{a,b,c}
0,5	0	6,50 ^{a,b,c}	5,87 ^d	5,30 ^{e,f,g}
0,5	15	6,27 ^{a,b,c,d}	6,57 ^{a,b,c,d}	5,20 ^{f,g}
0,5	30	6,60 ^{a,b}	6,23 ^{b,c,d}	5,83 ^{d,e,f,g}
0,5	45	7,53^{a,b}	7,87^a	7,60^{a,b}
0,75	0	6,23 ^{b,c,d}	7,33 ^{a,b,c}	7,27 ^{a,b,c}
0,75	15	7,17 ^{a,b}	6,10 ^{b,c,d}	4,87 ^g
0,75	30	5,03 ^{c,d}	7,07 ^{a,b,c,d}	6,23 ^{c,d,e,f}
0,75	45	6,97^{a,b}	8,00^a	7,87^a

Médias com letras em comum, em cada coluna, não diferem entre si ($p < 0,05$)

A = amido de milho modificado; S = soro de queijo; m = mês

A Tabela 5.53 mostra que os doces de leite elaborados com 45% de soro de queijo tiveram maior aceitação, independente da % de amido de milho empregada, em todos os tempos de estocagem analisados. Esses doces não diferiram entre si ($p < 0,05$) com relação à aceitação global entre os consumidores, porém diferiram dos doces elaborados com 0,25% de amido de milho e 30% de soro de queijo, e dos elaborados com 0,75% de amido e 30% de soro de queijo.

Comparado-se os doces entre si pode-se verificar que não houve diferença significativa entre os elaborados com 0% de soro de queijo, independente da quantidade de amido de milho; 15% de soro de queijo combinado com 0,25% e 0,50% de amido de milho e, 30% de soro de queijo combinado com 0,75% de amido de milho.

Aos três meses de fabricação pode-se perceber que quanto maior a % de soro de queijo e menor a % de amido de milho utilizada, maior foi a aceitação do doce. O tempo de estocagem (3 meses) contribuiu para aumentar a aceitação da maioria dos doces, sendo que os provadores atribuíram, em média, notas superiores às atribuídas aos doces recém fabricados (Tabela 5.53). Os doces produzidos com 45% de soro de queijo independente da quantidade de amido de milho modificado obtiveram as maiores notas, com valores oscilando na escala hedônica entre os termos “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Os doces elaborados com 0% de soro de queijo combinados com 0,25% e 0,50% de amido de milho modificado não diferiram entre si, e foram os doces menos aceitos, com medias oscilando entre os termos “nem gostei/nem desgostei” e “gostei ligeiramente” (Tabela 5.53).

Com seis meses de estocagem quanto maior a % de soro de queijo, maior foi a aceitação dos doces de leite. O tempo de estocagem influenciou negativamente na aceitação dos doces em relação a avaliação global (Tabela 5.53). As notas atribuídas aos doces sofreram ligeira redução, porém as maiores notas, entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”, continuaram a ser destinadas ao doce elaborado com 45% de soro de queijo e diferentes concentrações de amido de milho. As menores notas, entre “desgostei ligeiramente” e “nem gostei/nem desgostei”, foram atribuídas aos doces elaborados com 0% de soro de queijo e 0,25% de amido de milho e, 15% de soro de queijo e 0,75% de amido de milho, as quais não diferiram entre si ($p < 0,05$).

De um modo geral, o emprego de quantidades progressivamente maiores de soro de queijo proporcionaram maior aceitação dos doces, quando a concentração de amido variou de 0% a 0,50%. O amido quando adicionado na concentração de 0,75% não gerou um

aumento na aceitação geral dos doces. Tal fato pode ser melhor percebido aos três e seis meses de estocagem.

As Figuras 5.53 à 5.55 mostram a distribuição de frequência da intenção de compra dos doces de leite avaliados logo após a fabricação e aos 3 e 6 meses de estocagem.

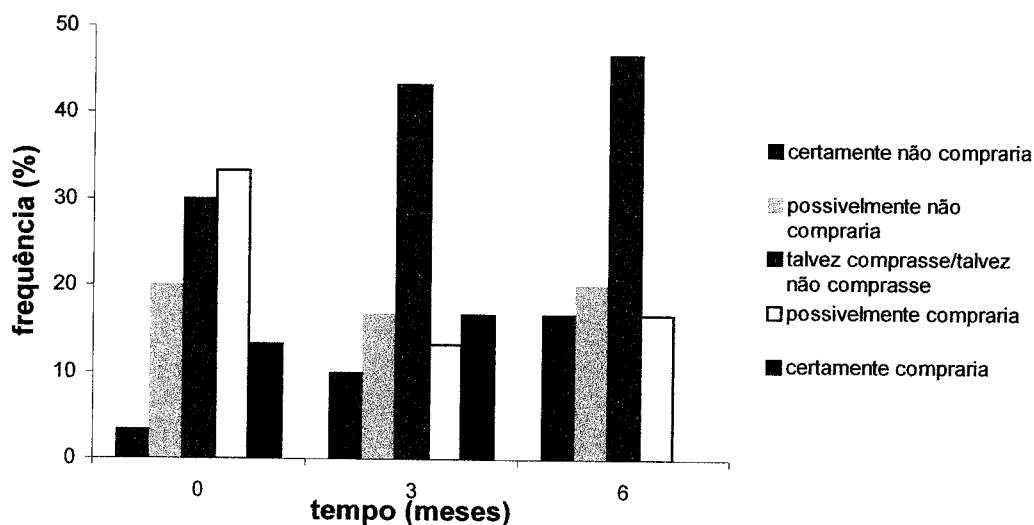


Figura 5.53. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.53 mostra que para o doce de leite padrão (0% amido de milho; 0% soro de queijo) logo após a fabricação, 46,6% dos provadores disseram que “possivelmente comprariam” e “certamente comprariam”. A intenção de compra diminuiu com o tempo de estocagem, sendo que a indecisão de compra aumentou consideravelmente logo após 3 meses de armazenamento.

A Figura 5.54 apresenta a intenção de compra para o doce de leite elaborado com 0% amido de milho e 15% soro de queijo.

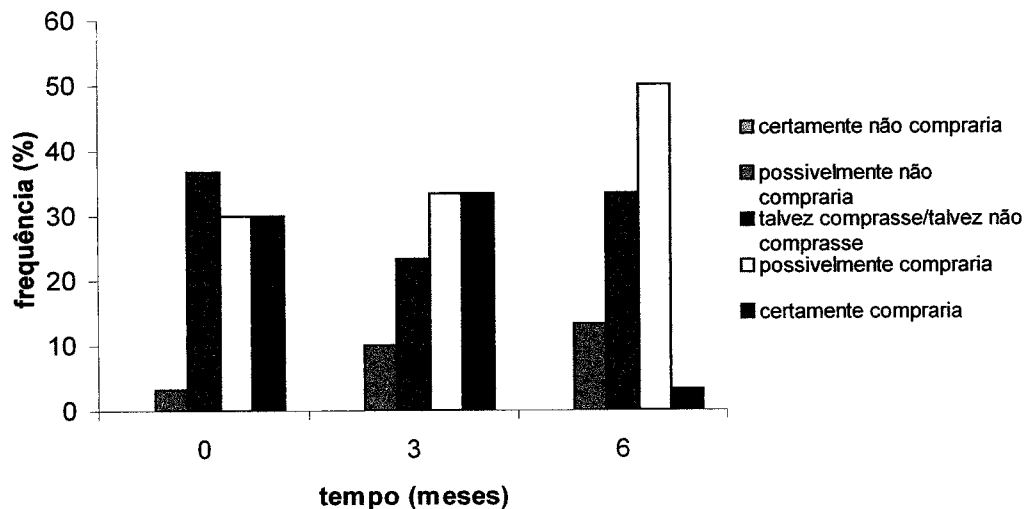


Figura 5.54. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O doce elaborado com 15% de soro e 0% de amido foi bem aceito, como mostra a Figura 5.54. Logo após a fabricação 60% dos provadores comprariam o produto. A estocagem prolongada (6 meses) proporcionou um aumento da aceitação do doce, sendo que mais de 60% dos provadores disseram que “possivelmente comprariam” ou “certamente comprariam”.

A Figura 5.55 mostra que o aumento da % de soro de queijo utilizada, de 15% para 30%, resultou em um aumento na aceitação do doce, de 60% para 90%. O tempo de estocagem embora tenha reduzido a frequência da intenção de compra do doce, este ainda obteve boa da intenção de compra (60%), conforme mostra a Figura 5.55.

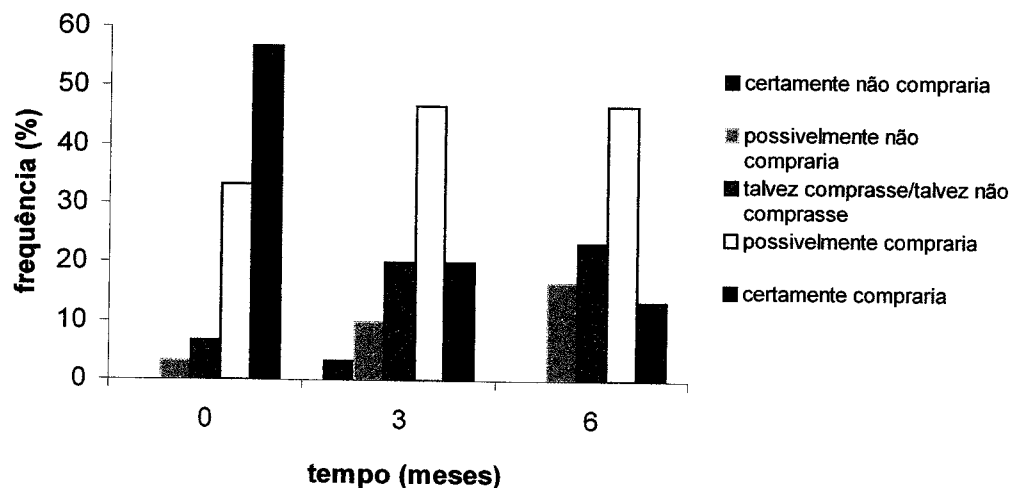


Figura 5.55. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.56 mostra a intenção de compra dos provadores para o doce de leite elaborado com 0% amido de milho e 45% soro de queijo. Pode-se verificar que, comparando os resultados obtidos para os doces elaborados com menores % de soro de queijo (Figuras 5.53 à 5.55) que, quanto maior a % de soro de queijo utilizada maior foi a intenção de compra dos doces de leite. Logo após a fabricação a intenção de compra do doce elaborado com 45% de soro de queijo e 0% de amido foi altíssima, 90% dos provadores disseram que “possivelmente comprariam” ou “certamente comprariam” (Figura 5.56). Com 3 e 6 meses de estocagem o doce de leite continuou apresentando excelente intenção de compra (76,6%) pelos provadores, ou seja a adição de soro de queijo contribuiu positivamente na decisão de compra.

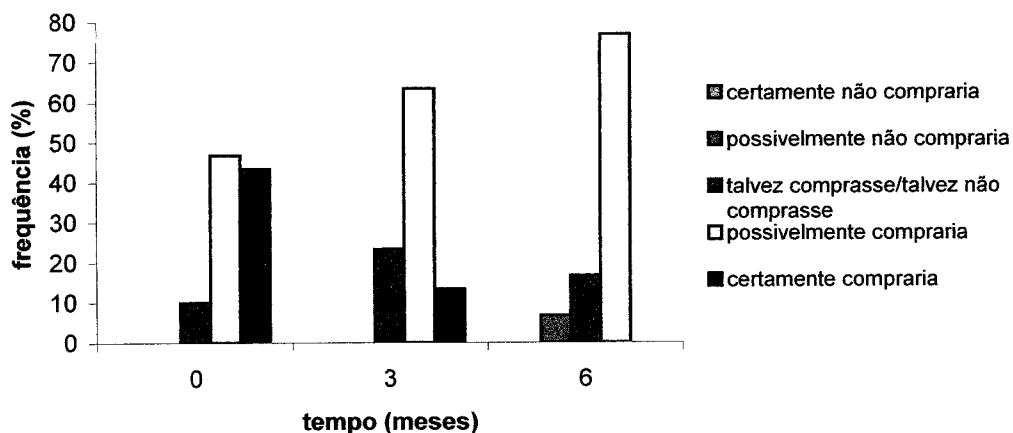


Figura 5.56. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O aumento na % de amido de milho utilizada na fabricação dos doces, de 0% para 0,25%, reduziu a intenção de compra dos doces, independente da quantidade de soro adicionada. Entretanto, os doces elaborados com 0,25% amido de milho e diferentes % de soro de queijo obtiveram boa intenção de compra. Quanto maior a % de soro de queijo empregada, maior a intenção de compra, mesmo para os doces com maior tempo de estocagem, conforme mostra as Figuras 5.57 a 5.60.

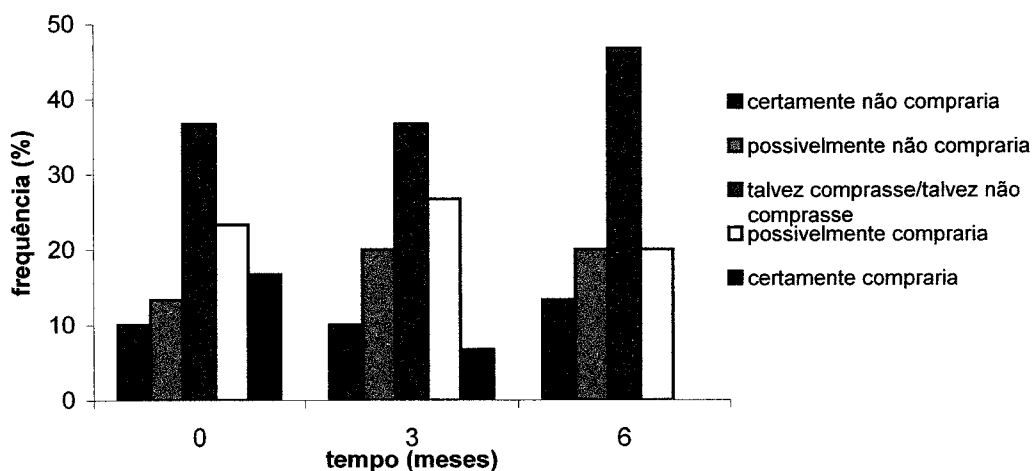


Figura 5.57. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.57 mostra que a intenção de compra do doce elaborado com 0,25% de amido e 0% de soro de queijo, logo após a fabricação foi de 40% para “possivelmente compraria” e “certamente compraria”. O aumento do tempo de estocagem, para 3 meses, não alterou a distribuição da intenção de compra, porém aos 6 meses de estocagem houve uma redução da intenção de compra, apenas 20% dos provadores “possivelmente comprariam” o doce.

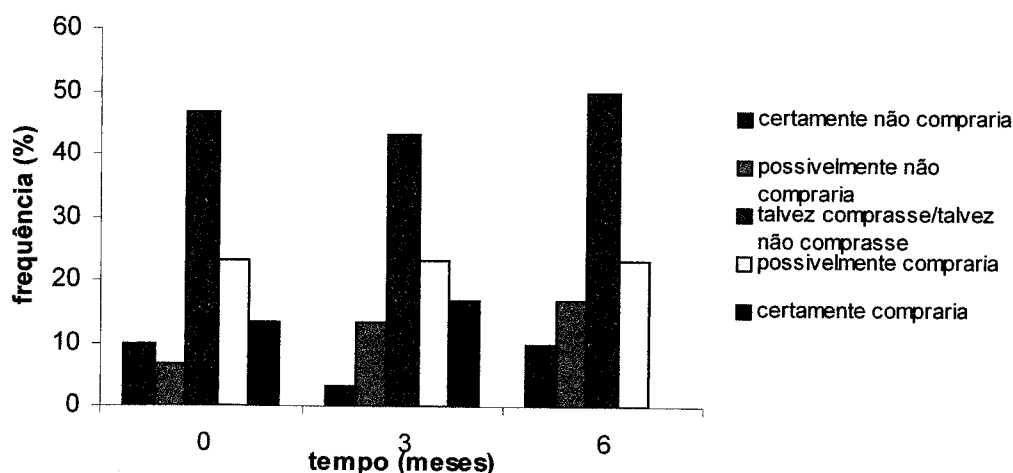


Figura 5.58. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.58 mostra que o aumento da % de soro de queijo, de 0% para 15%, não alterou a intenção de compra do doce, porém houve um aumento na indecisão de compra (“talvez comprasse/talvez não comprasse”), de 37% para 47%, respectivamente.

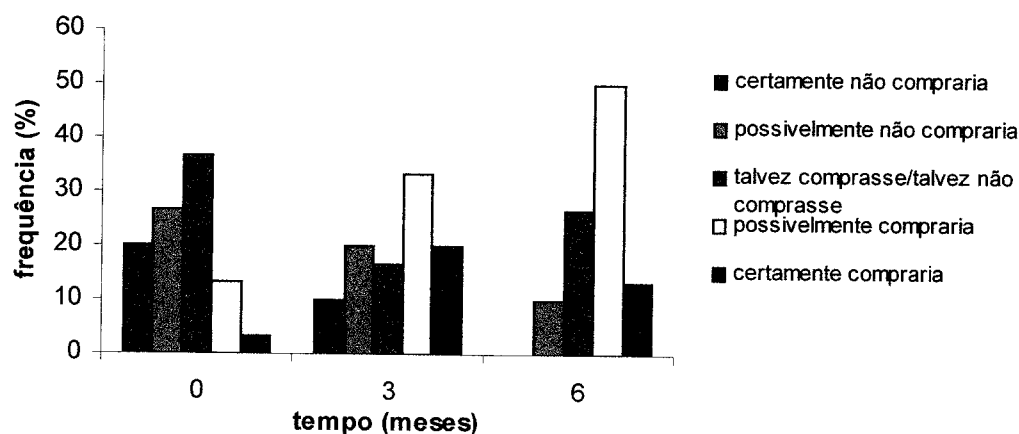


Figura 5.59. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.59 mostra que o aumento na %de soro de queijo, de 15% para 30%, reduziu a intenção de compra. O tempo de estocagem atuou favoravelmente, aumentando a intenção de compra observada logo após a fabricação. Aos 6 meses de estocagem o doce apresentou uma intenção de compra entre “possivelmente compraria” e “certamente compraria” maior que 60%.

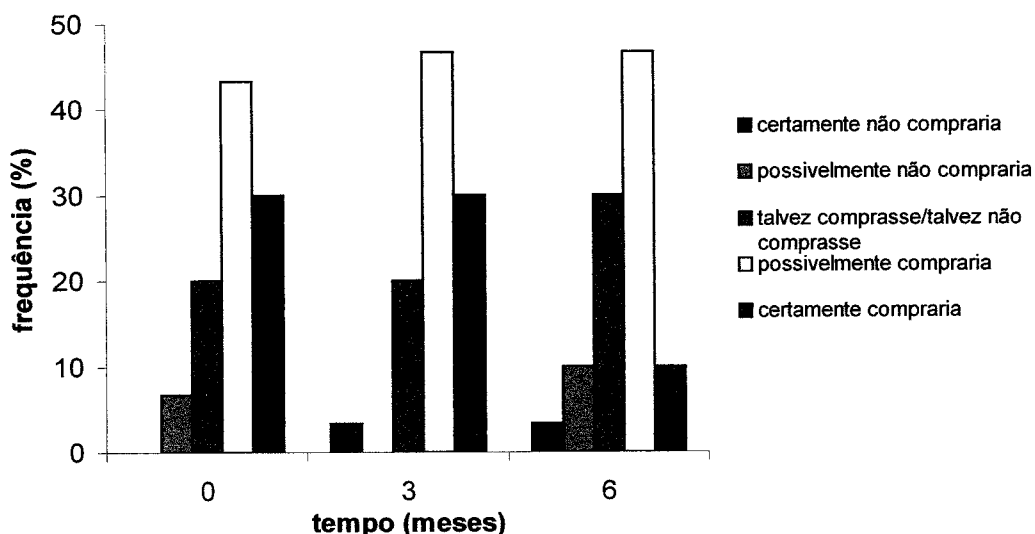


Figura 5.60. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

As Figuras 5.61, 5.62, 5.63 e 5.64 apresentam a intenção de compra para os doces de leite elaborados com 0,5% amido de milho e diferentes concentrações de soro de queijo. Em geral, para os doces elaborados com 0,5% de amido, quanto maior a % de soro de queijo utilizada, maior foi a intenção de compra. O tempo de estocagem não interferiu negativamente na intenção de compra dos doces de leite.

A Figura 5.61 mostra que o emprego de amido (0,5%) em doces elaborados sem soro de queijo aumentou a intenção de compra, quando comparada com o doce preparado com 0,25% de amido (Figura 5.60). O tempo de estocagem, de 3 para 6 meses, não alterou a intenção de compra, houve predominância (entre 40 e 50%) de indecisão de compra (talvez comprasse/talvez não comprasse) entre os provadores.

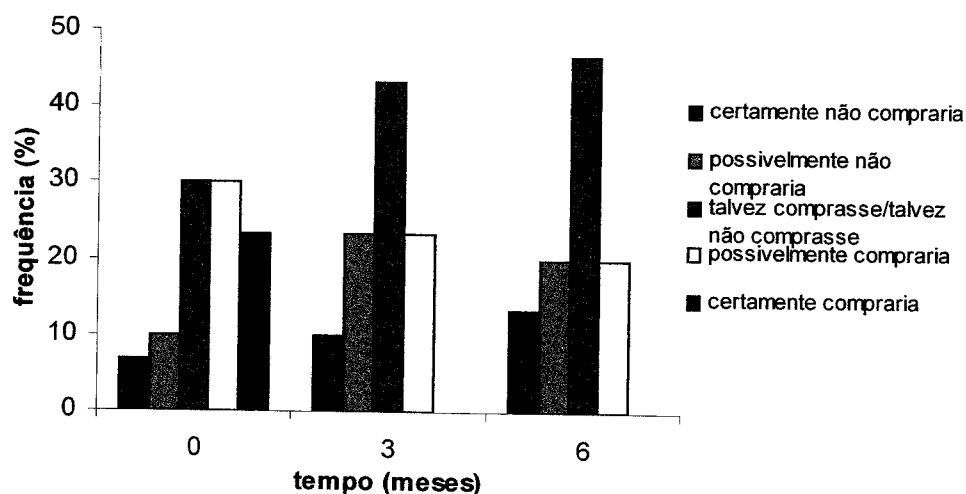


Figura 5.61. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.62 apresenta o histograma da intenção de compra do doce elaborado com a mesma % de amido (0,5%) e 15% de soro de queijo. O aumento da % de soro de queijo reduziu a intenção de compra do doce, logo após a fabricação. Com o tempo de estocagem o doce obteve % de intenção de compra, como “possivelmente compraria” muito semelhante ao doce elaborado com 0% de soro de queijo.

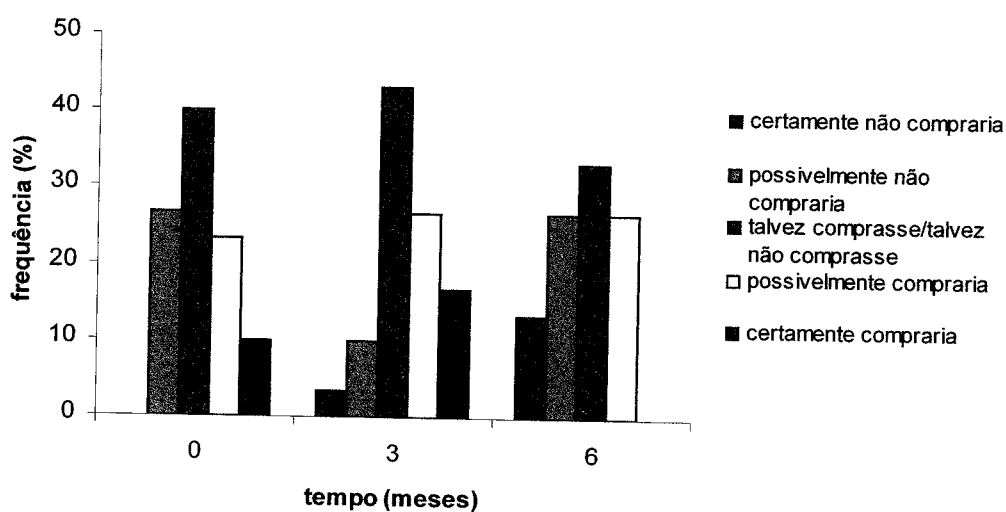


Figura 5.62. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

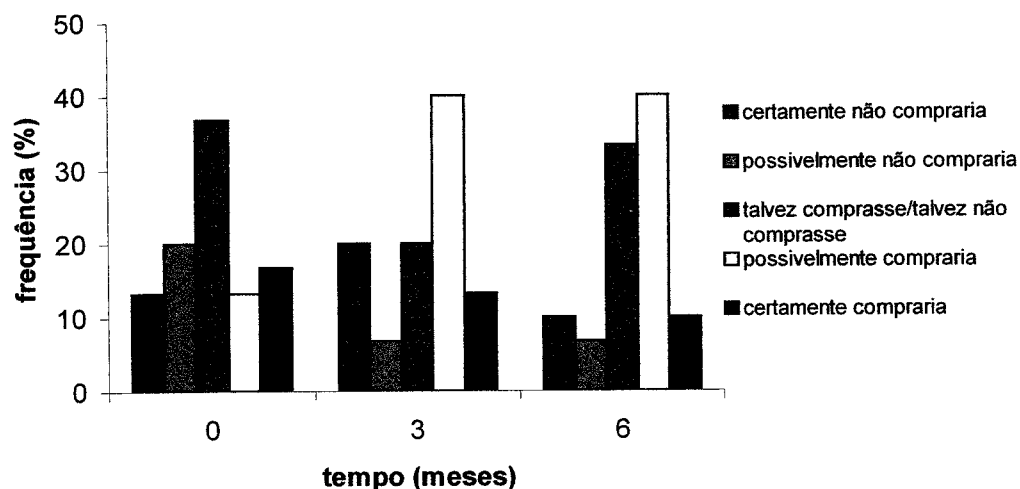


Figura 5.63. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.63 mostra a intenção de compra do doce elaborado com 0,5% de amido e 30% de soro de queijo. O aumento da % de soro de queijo de 15% para 30% reduziu a intenção de compra do doce, logo após a fabricação. Entretanto, com o aumento do tempo de estocagem, de 0 para 6 meses, pode-se perceber um aumento da intenção de compra de 40% para 50%.

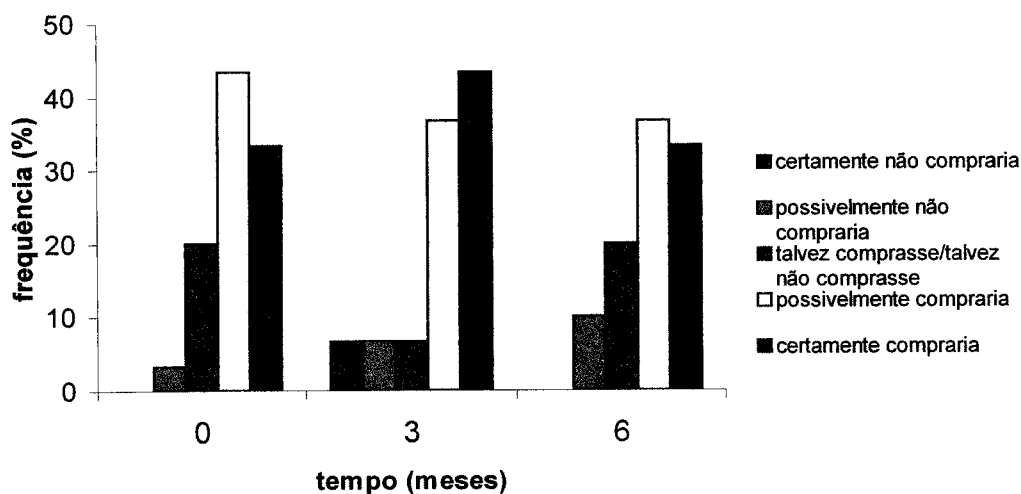


Figura 5.64. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O histograma da intenção de compra do doce elaborado com 0,5% de amido e 45% de soro, apresentado na Figura 5.64 mostra que o aumento da % de soro de queijo, de 30% para 45%, resultou em um sensível aumento da intenção de compra, de 40% para 80%, logo após a fabricação. Após 3 meses de fabricação houve um aumento, ainda maior, na intenção de compra com 83% dos provadores indicando que “certamente comprariam” e “possivelmente comprariam” o doce.

Os histogramas da intenção de compra dos doces de leite elaborados com 0,75% amido de milho modificado e diferentes concentrações de soro de queijo está apresentada nas Figuras 5.65 a 5.68.

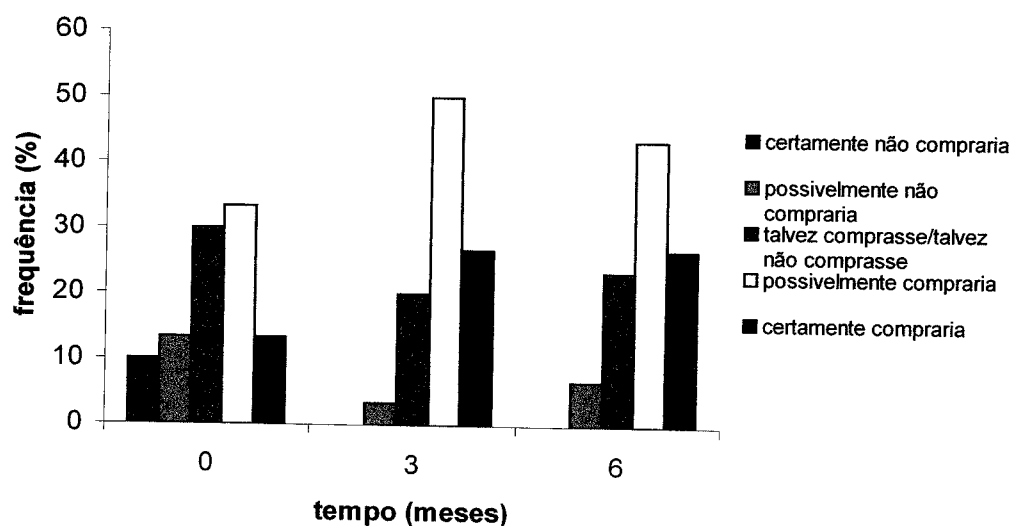


Figura 5.65. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.65 mostra que para o doce elaborado com 0,75% de amido e 0% de soro de queijo o amido gerou uma redução na intenção de compra, quando comparado com os doces elaborados com 0%, 0,25% e 0,5% (Figuras 5.53, 5.57 e 5.61). O tempo de estocagem proporcionou um aumento da intenção de compra; logo após a fabricação 50% dos provadores disseram que “certamente comprariam” e “possivelmente comprariam” o

doce, enquanto que aos 3 e 6 meses de estocagem a intenção de compra foi de 78% e 70%, respectivamente.

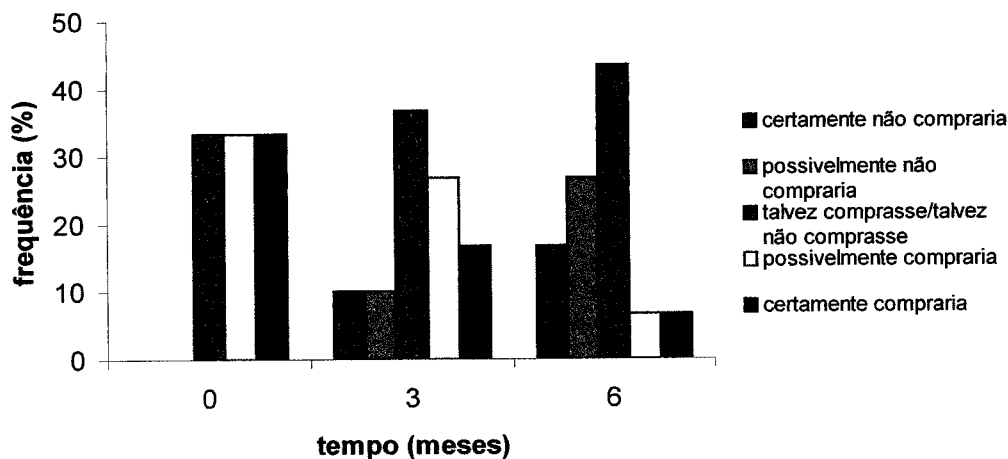


Figura 5.66. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O aumento da % de soro de queijo de 0% para 15%, mantendo a mesma % de amido de milho (0,75%) dificultou a decisão de compra dos provadores, como mostra a Figura 5.66. A % de provadores que disseram que “certamente comprariam” foi idêntica aos que optaram por “possivelmente compraria” e “talvez comprasse/talvez não comprasse”. O tempo de estocagem reduziu a frequência de provadores que disseram que “certamente comprariam”, de 33% logo após a fabricação, para 15% e 8%, aos 3 e 6 meses de estocagem, respectivamente.

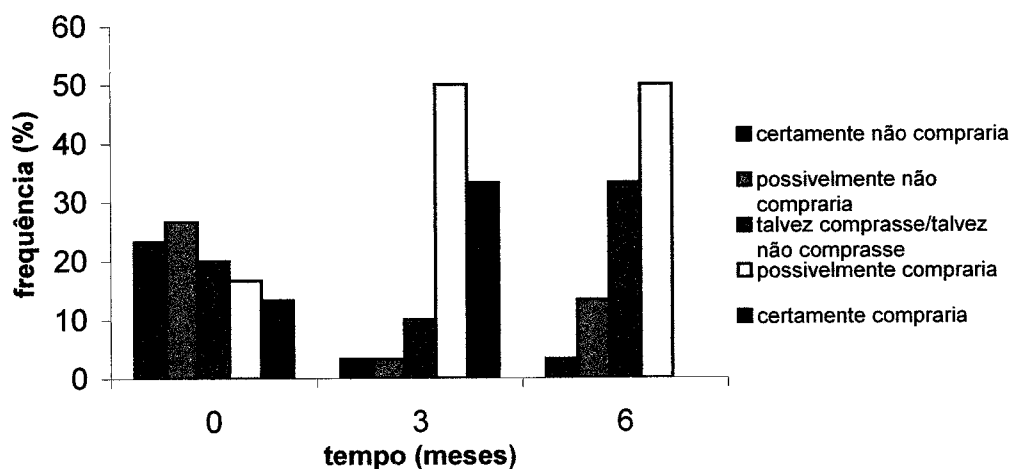


Figura 5.67. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.67 mostra que quanto maior a % de soro de queijo utilizada nos doces elaborados com 0,75% de amido de milho, combinado com o aumento do tempo de estocagem maior foi a intenção de compra. O doce aos 3 meses de estocagem obteve 90% das avaliações como, “certamente compraria” e “possivelmente compraria”.

A Figura 5.68 mostra a grande preferência dos provadores pelos doces elaborados com maior % de soro de queijo (45%). O tempo de estocagem não foi um fator que interferiu negativamente na intenção de compra, pois como mostra a Figura 5.68 aos 3 meses de estocagem mais de 60% dos provadores disseram que “certamente comprariam” o doce.

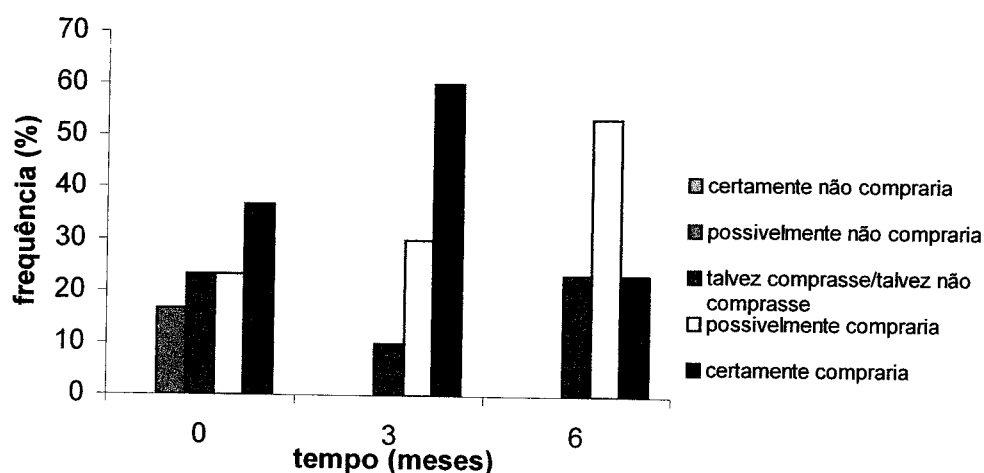


Figura 5.68. Histograma da intenção de compra do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

Em geral, percebeu-se que o emprego de amido em maior % (0,75%) combinado com 15% e 45% de soro de queijo resultou em maior intenção de compra. O tempo de estocagem aumentou a intenção de compra do doce elaborado com 45% soro de queijo. A maior intenção de compra (>85%) foi observada para os doces de leite elaborados com 45% soro de queijo combinados com 0% e 0,75% amido de milho e, 30% soro de queijo e 0% amido de milho.

O tempo de estocagem interferiu muito pouco na intenção de compra, principalmente para os doces elaborados com 45% de soro de queijo que, mesmo com 6 meses de estocagem, independente da concentração de amido de milho modificado, permaneceram sendo os mais aceitos, com maiores frequências entre “possivelmente compraria” e “certamente compraria”.

As avaliações da cor, através da escala do ideal indicaram que, de um modo geral, os doces de leite apresentaram uma cor muito próxima do ideal, com os valores oscilando entre os termos da escala correspondentes a “ligeiramente mais claro que o ideal” e “ligeiramente mais escuro que o ideal”, conforme mostra as Figuras 5.69 à 5.72.

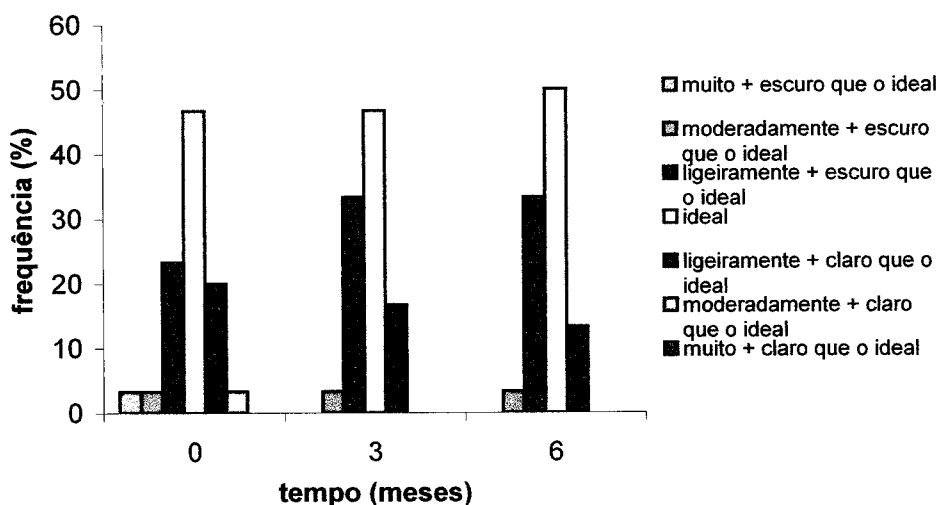


Figura 5.69. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.69 mostra a distribuição de frequência das notas atribuídas para a cor do doce de leite padrão, 0% de amido de milho e 0% de soro de queijo. O tempo de estocagem não alterou a avaliação da cor do doce de leite padrão, que permaneceu avaliada como “ideal” por quase 50% dos provadores.

A Figura 5.70 mostra o efeito do emprego de 15% de soro na cor do doce. O soro, segundo 45% dos provadores, provocou um escurecimento do doce que foi avaliado com “ligeiramente mais escuro que o ideal” e “moderadamente escuro que o ideal”. Entretanto, 38% dos provadores o avaliaram como “ideal”. O aumento do tempo de estocagem (3 e 6

meses) aumentou a avaliação do doce como com cor “ideal” para 50% e 60%, respectivamente.

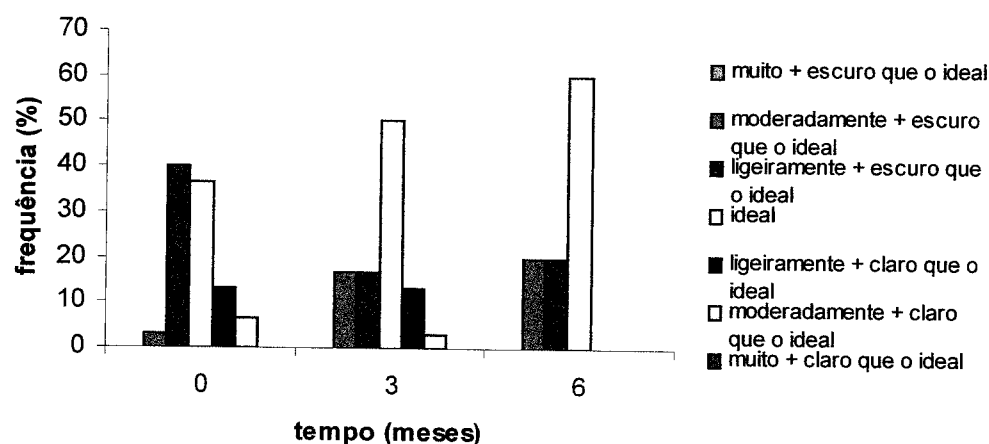


Figura 5.70. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.71 mostra o efeito do emprego de maior quantidade de soro de queijo (30%) na cor do doce. O aumento da % de soro de 15% (Figura 5.70) para 30% (Figura 5.71) aumentou a % de provadores que avaliaram o doce como ideal, de 38% para 40%. O tempo de estocagem, segundo os provadores provocou um escurecimento do doce. Com 3 meses de estocagem, 50% dos provadores avaliaram o doce como “ideal” e 38% como “ligeiramente mais escuro que o ideal”. Aos 6 meses de estocagem 45% o avaliaram como “ligeiramente mais escuro que o ideal”, enquanto 45% como “ideal” (Figura 5.71).

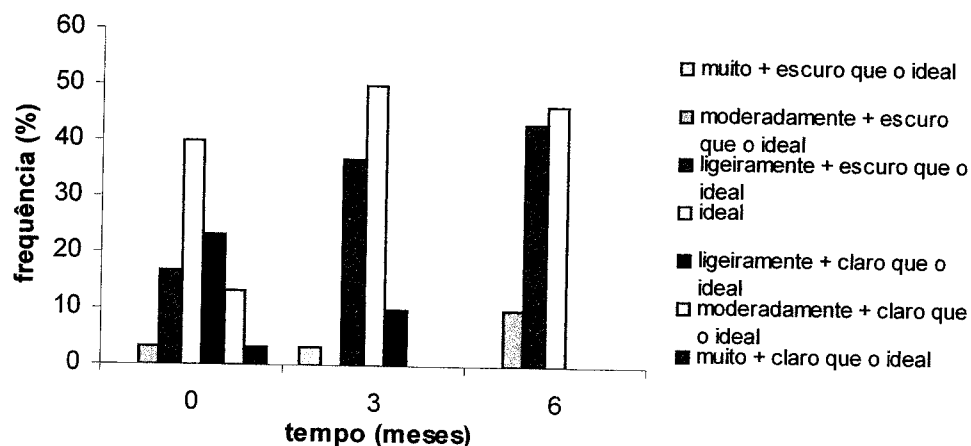


Figura 5.71. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

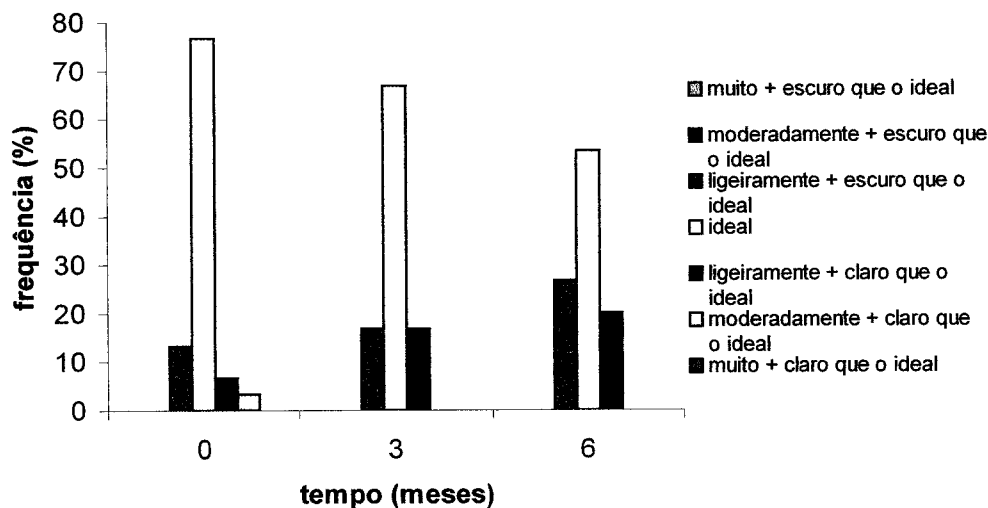


Figura 5.72. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O efeito do emprego de 45% de soro de queijo na cor do doce de leite está apresentado na Figura 5.72 e, mostra que quanto maior a % de soro empregada melhor é a cor do doce de leite. Logo após a fabricação quase 80% dos provadores o avaliaram como “ideal”. Embora tenha havido um aumento na % de provadores que o avaliaram como “ligeiramente mais escuro que o ideal”, durante todo o tempo de estocagem (6 meses), a maioria dos provadores continuaram a avaliar a cor do doce, como “ideal”.

Os doces de leite elaborados sem adição de amido de milho modificado, combinado com diferentes concentrações de soro de queijo foram avaliados pela maioria dos provadores (>50%) como “ideal”, conforme indicado nas Figuras 5.69 a 5.72. O tempo de estocagem não interferiu negativamente na avaliação da cor. O doce de leite elaborado com 45% soro de queijo (Figura 5.72) apresentou maior frequência de avaliações como “ideal”.

As Figuras 5.73 a 5.76 apresentam a distribuição de frequência das notas na escala do ideal, atribuídas para a cor dos doces de leite elaborados com 0,25% amido de milho e diferentes quantidades de soro de queijo.

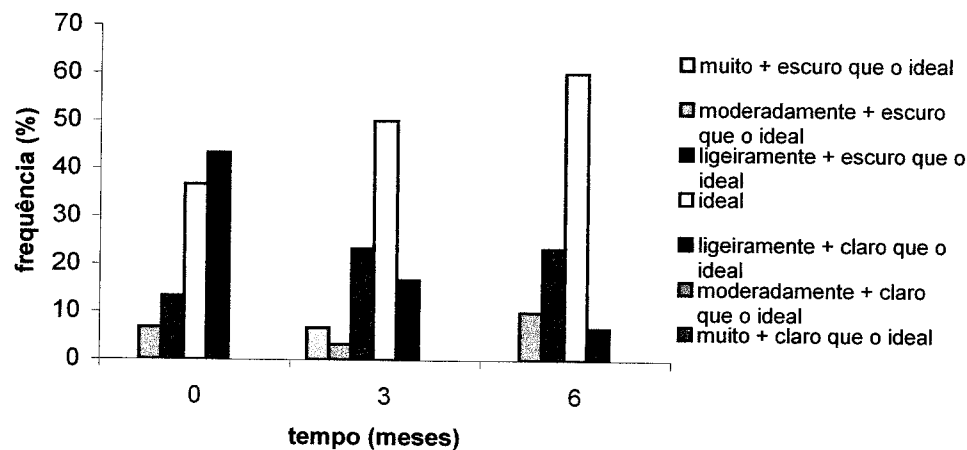


Figura 5.73. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O efeito do emprego de 0,25% de amido de milho na cor do doce, apresentado na Figura 5.73, indica que o amido resulta em doces de leite ligeiramente mais claros que o ideal, segundo 45% dos provadores. Devido a retenção de água pelo amido, há menos água disponível para a reação de Maillard, diminuindo, portanto, a formação de pigmentos coloridos. O tempo de estocagem acarretou em maior escurecimento do doce, percebido pela diminuição da frequência de avaliações como “ligeiramente mais claro que o ideal” de 45%, logo após a fabricação, para 17% e 6% após 3 e 6 meses de estocagem, respectivamente.

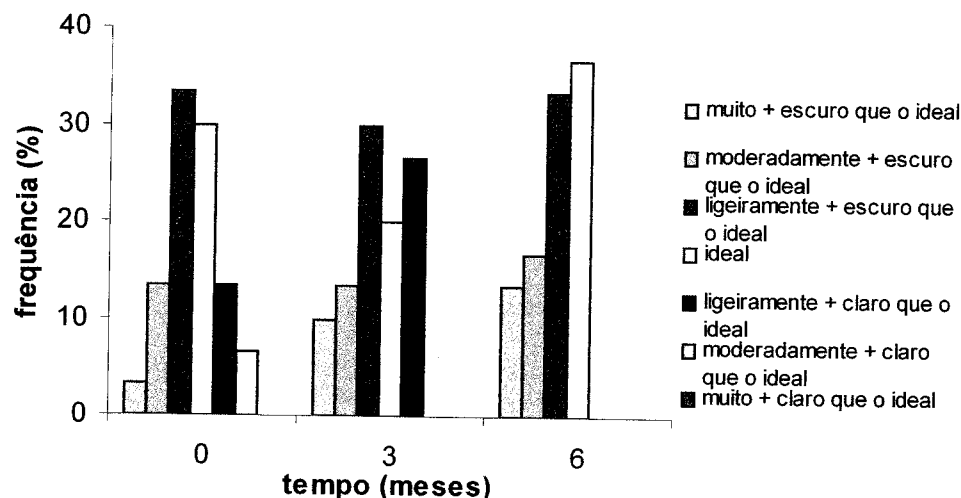


Figura 5.74. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.74 mostra o efeito da utilização de 15% de soro de queijo nos doces elaborados com 0,25% de amido de milho, na avaliação da cor. A adição de soro de queijo, segundo 33% dos provadores resultou em doce “ligeiramente mais escuro que o ideal”. Tal fato é decorrente do aumento da % de lactose no doce, o que contribui no aumento para a ocorrência da Reação de Maillard e conseqüentemente maior formação de pigmentos coloridos. O tempo de estocagem proporcionou um escurecimento dos doces, percebido por 65% dos provadores, após 6 meses de estocagem (Figura 5.74).

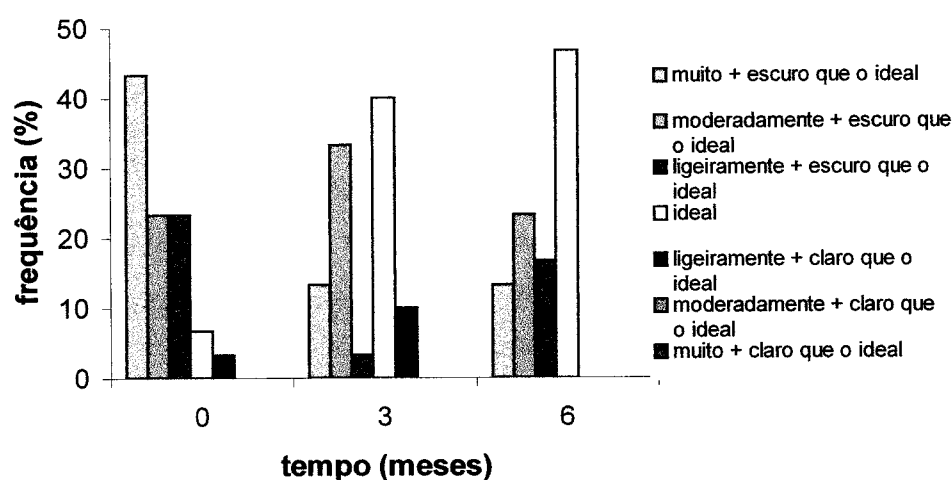


Figura 5.75. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.75 confirma o efeito do emprego de soro de queijo (30%) na intensificação da cor do doce de leite. 90% dos provadores identificaram a cor mais escura do doce, logo após a fabricação. Entretanto, o tempo de estocagem, que normalmente contribuiria para um maior escurecimento do doce, não foi percebido pelos provadores, que após 3 e 6 meses, o avaliaram como mais próximo ao “ideal” em termos de cor.

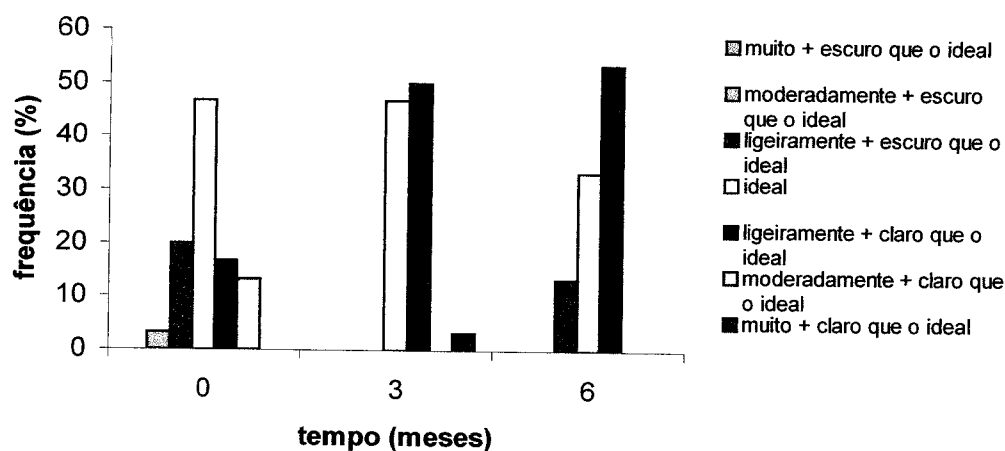


Figura 5.76. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.76 mostra o efeito do emprego de 45% de soro de queijo no doce de leite elaborado com 0,25% de amido de milho. Segundo a avaliação dos provadores ($\cong 50\%$) o doce apresentou cor “ideal”. O tempo de estocagem, não proporcionou escurecimento do doce, segundo os provadores.

Em geral, as notas atribuídas aos doces de leite elaborados com 0,25% amido de milho, em relação a cor, oscilaram entre “ligeiramente mais claro que o ideal” e o “ideal” para todas as formulações independente do tempo de estocagem. Os doces elaborados com 15% e 30% soro de queijo foram avaliados por 50% e 90% dos provadores, respectivamente, como “mais escuro que o ideal”, logo após a fabricação.

As Figuras 5.77 a 5.80 apresentam a distribuição de frequência das notas na escala do ideal, atribuídas para a cor dos doces de leite elaborados com 0,5% amido de milho modificado e diferentes combinações de soro de queijo.

A Figura 5.77 mostra que o emprego de maior % de amido (0,5%) proporciona a obtenção de doces mais claros, em função da maior retenção de água e menor intensidade da Reação de Maillard. Mais de 50% dos provadores avaliaram o doce elaborado com 0,5% amido de milho e 0% soro de queijo como “ligeiramente mais claro que o ideal”. A

estocagem prolongada (6 meses) resultou no escurecimento do doce, segundo 23% dos provadores.

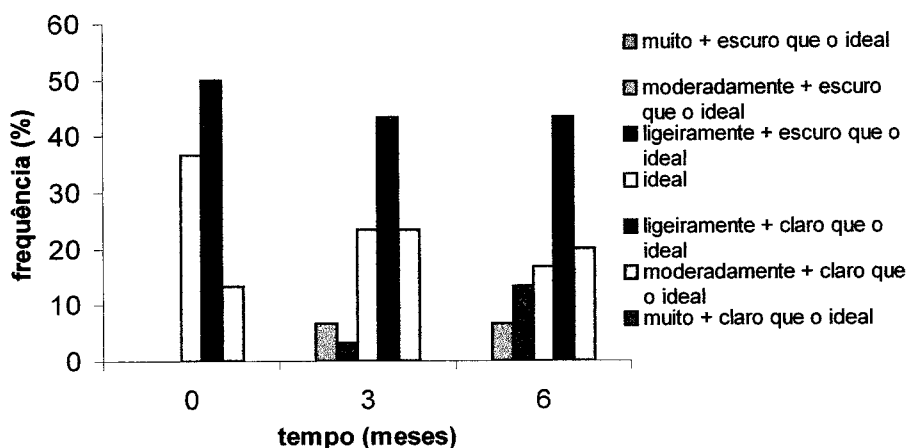


Figura 5.77. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

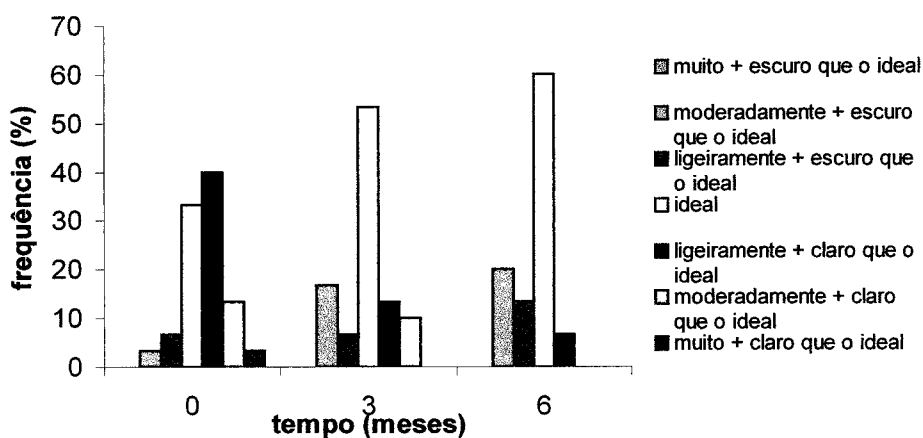


Figura 5.78. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.78 mostra que o emprego de 15% de soro de queijo combinado com 0,5% de amido proporcionou a obtenção de doce com coloração mais próxima do ideal. O efeito do amido, que resulta na obtenção de doce com coloração mais clara foi neutralizado com o emprego do soro de queijo (15%) que forneceu maior % de lactose, favorecendo a Reação de Maillard. O tempo de estocagem acarretou um leve escurecimento no doce, o

qual foi avaliado pela maioria dos provadores (>50%) com “ideal”, tanto aos 3 como aos 6 meses de estocagem.

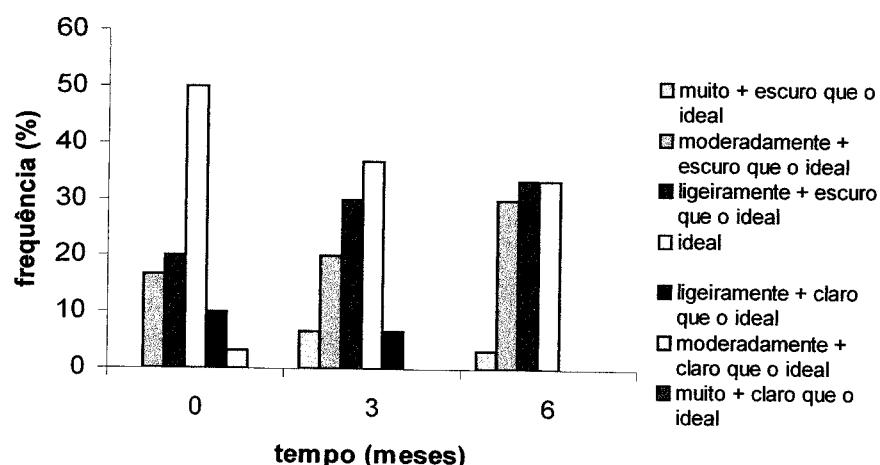


Figura 5.79. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.79 mostra que o emprego de maiores % de soro de queijo (30%) proporcionou a obtenção de doce com coloração muito próxima do ideal, segundo 50% dos provadores. A estocagem prolongada gerou o escurecimento do doce, segundo a maioria dos provadores.

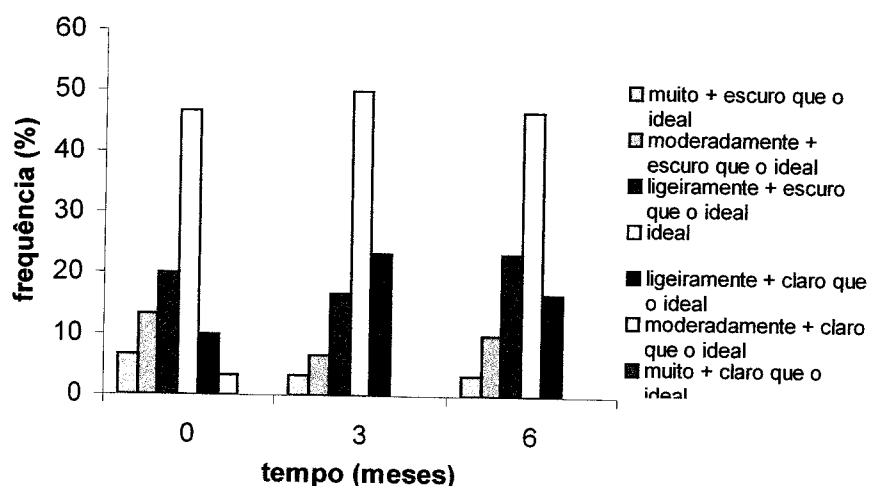


Figura 5.80. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O emprego de 45% de soro de queijo na fabricação do doce com 0,5% de amido contribuiu na obtenção de um doce com uma cor muito próxima ao “ideal”, segundo 47% dos provadores, conforme mostra a Figura 5.80. O soro de queijo por fornecer maior % de lactose e intensificar, portanto, a Reação de Maillard, mascara o efeito inverso do emprego do amido que retém água e a torna indisponível para a reação. O tempo de estocagem não interferiu acentuadamente na cor do doce, a qual manteve uma avaliação como “ideal”, através de 45 – 50% dos provadores.

As Figuras 5.81 a 5.84 apresentam a distribuição de freqüência das notas na escala do ideal, atribuídas para a cor dos doces de leite elaborados com 0,75% amido de milho modificado e diferentes combinações de soro de queijo.

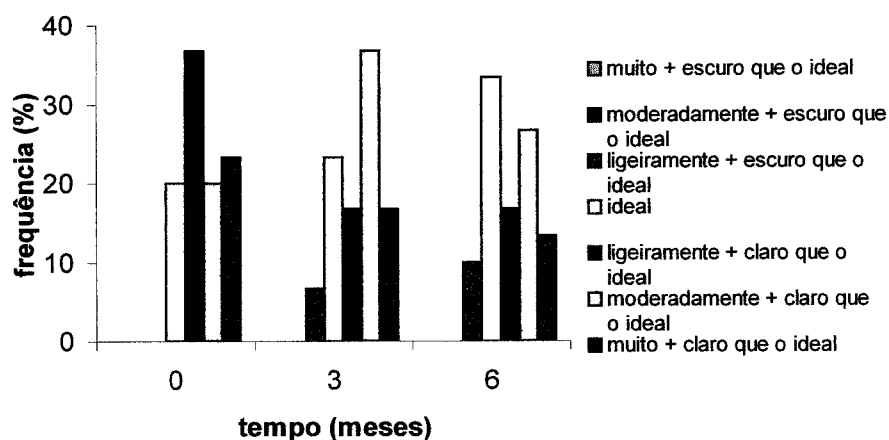


Figura 5.81. Freqüência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.81 mostra que o emprego de uma grande quantidade de amido (0,75%) reduz consideravelmente a intensidade de cor do doce. Logo após a fabricação 80% dos provadores avaliaram o doce como “mais claro que o ideal”. O tempo de estocagem resulta em escurecimento do doce, porém mesmo durante a estocagem o doce foi considerado “mais claro que o ideal” por mais de 50% dos provadores.

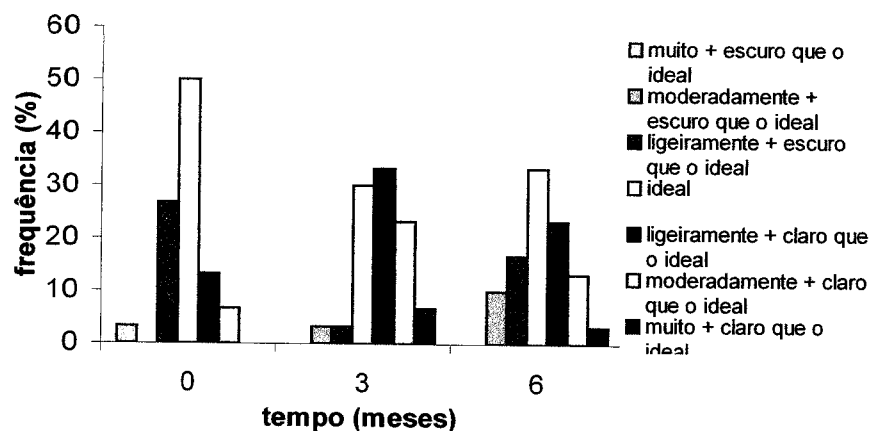


Figura 5.82. Freqüência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O efeito do emprego de 15% de soro de queijo ao doce elaborado com 0,75% de amido, mostrado na Figura 5.82, indica que o soro realmente contribuiu para a obtenção de um doce com uma coloração mais próxima do ideal, segundo 50% dos provadores. O tempo de estocagem gerou o escurecimento do doce e foi detectado por apenas por 30% dos provadores, após 6 meses de estocagem.

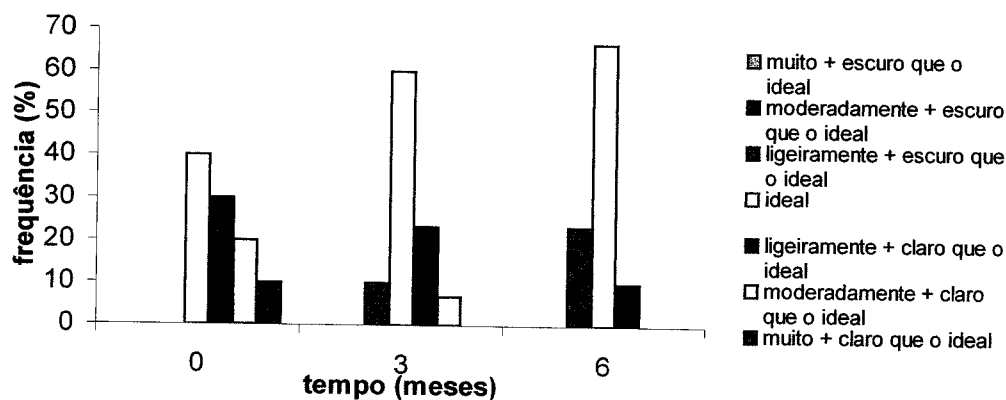


Figura 5.83. Freqüência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O emprego de maiores % de soro de queijo, combinado com 0,75% de amido, contribuiu para o escurecimento do doce, tornando-o mais próximo da cor avaliada como “ideal” pelos provadores. A Figura 5.83 mostra que o efeito do emprego do soro de (30%) foi verificado por 40% dos provadores, logo após a fabricação. O tempo de estocagem por

proporcionar o escurecimento do doce levou 60% e 70% dos provadores a avaliarem o doce com “ideal”, aos 3 e 6 meses de armazenamento, respectivamente.

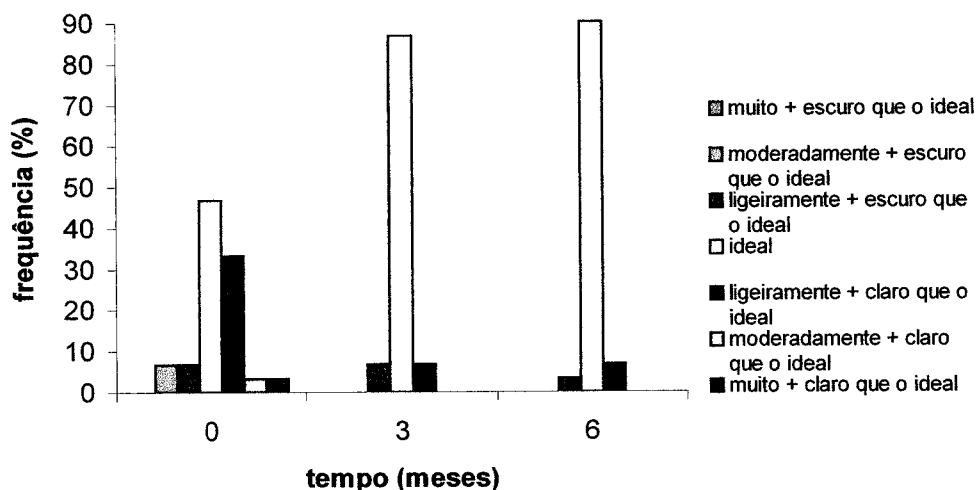


Figura 5.84. Frequência das notas atribuídas para a Cor do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

Um aumento na % de soro de queijo utilizada na fabricação do doce, de 30% para 45%, resultou segundo a avaliação dos provadores, em um doce com excelente coloração, conforme mostra a Figura 5.84. Mesmo o tempo de estocagem prolongado não alterou a avaliação da cor do doce que, segundo 90% dos provadores continuou como a “ideal”, após 6 meses de estocagem

A cor dos doces de leite foi influenciada tanto pelo emprego de diferentes % de soro de queijo como de amido de milho. O emprego de maiores concentrações de soro de queijo resultou em doces com coloração mais próxima do “ideal”. A adição de maiores concentrações de amido de milho resultou em doces mais claros. O tempo de estocagem, em geral, resultou em escurecimento dos doces. A melhor combinação, independente do tempo de estocagem foi, maior quantidade de soro de queijo (45%) e maior concentração de amido de milho (0,75%), que obteve mais de 90% das avaliações como “ideal”.

As Figuras 5.85 a 5.88 apresentam a distribuição de frequência das notas na escala do ideal, atribuídas para a consistência dos doces de leite elaborados com 0% amido de milho e diferentes combinações de soro de queijo.

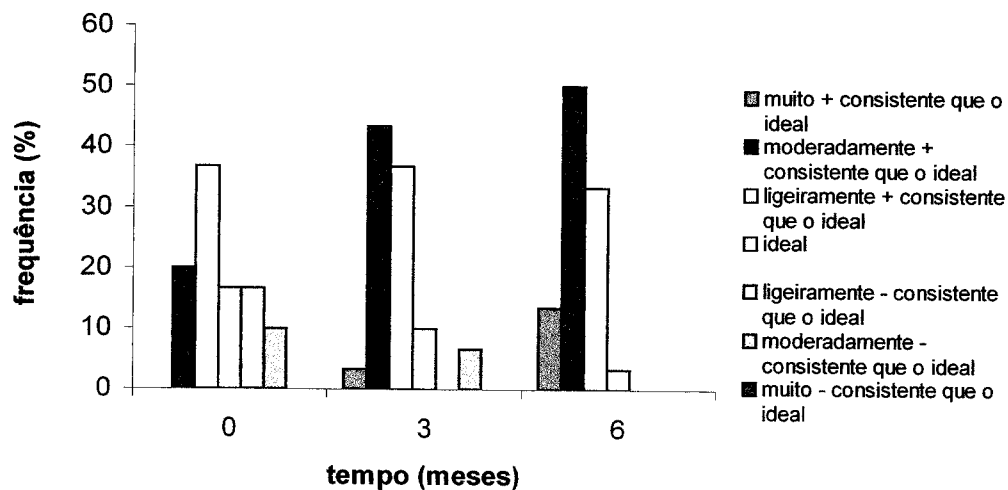


Figura 5.85. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.85 mostra a avaliação da consistência do doce de leite padrão (0% de soro de queijo e 0% de amido de milho) durante o período de estocagem. A maioria dos provadores (>50%) avaliou o doce como mais consistente que o ideal, logo após a fabricação. O tempo de estocagem proporcionou um endurecimento do doce verificado pela maioria dos provadores.

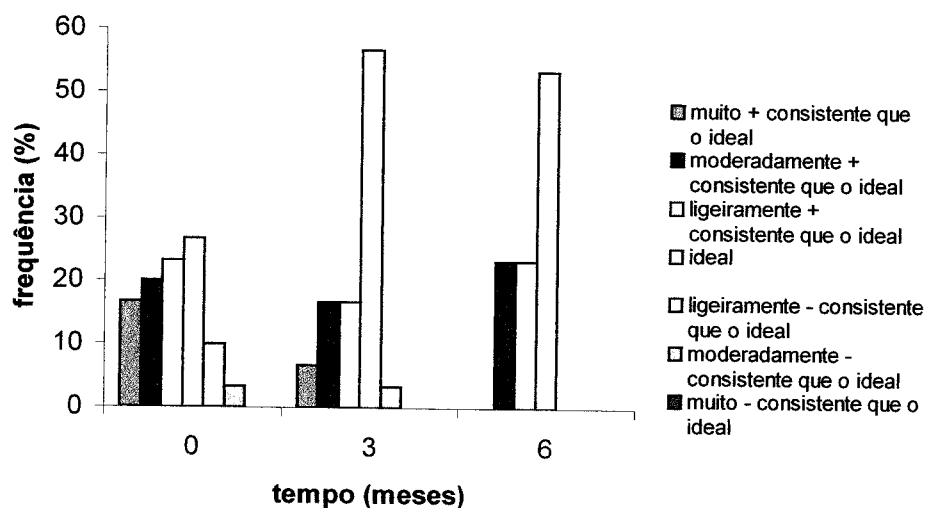


Figura 5.86. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.86 mostra o efeito do emprego de 15% de soro de queijo ao doce elaborado sem adição de amido de milho. O emprego do soro resultou em um doce com consistência mais próxima do “ideal” segundo 28% dos provadores e “mais consistente que o ideal” para a maioria dos provadores. O tempo de estocagem resultou no amolecimento do doce, para a maioria (>50%) dos provadores.

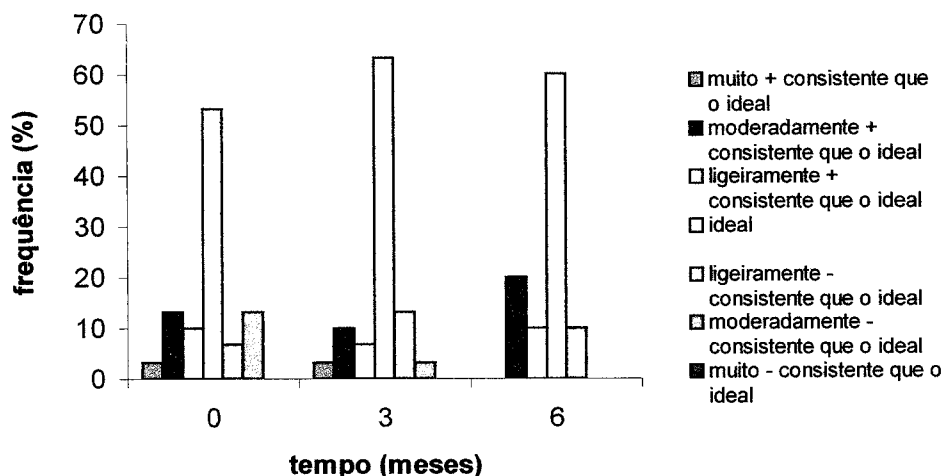


Figura 5.87. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O aumento da % de soro de queijo utilizada na fabricação do doce sem adição de amido resultou, segundo os provadores, em um doce com consistência ainda mais próxima do “ideal”. A Figura 5.87 mostra que 55% dos provadores avaliaram o doce com 30% de soro de queijo como “ideal” logo após a fabricação. O tempo de estocagem não interferiu na consistência do doce que continuou sendo avaliado como “ideal” por mais de 60% dos provadores, mesmo após 6 meses de armazenamento. A Figura 5.88 mostra que quando o doce foi elaborado com 45% de soro de queijo houve um aumento na frequência da avaliação do doce como “ideal”, mais de 50% logo após a fabricação e 70% após 3 e 6 meses de armazenamento.

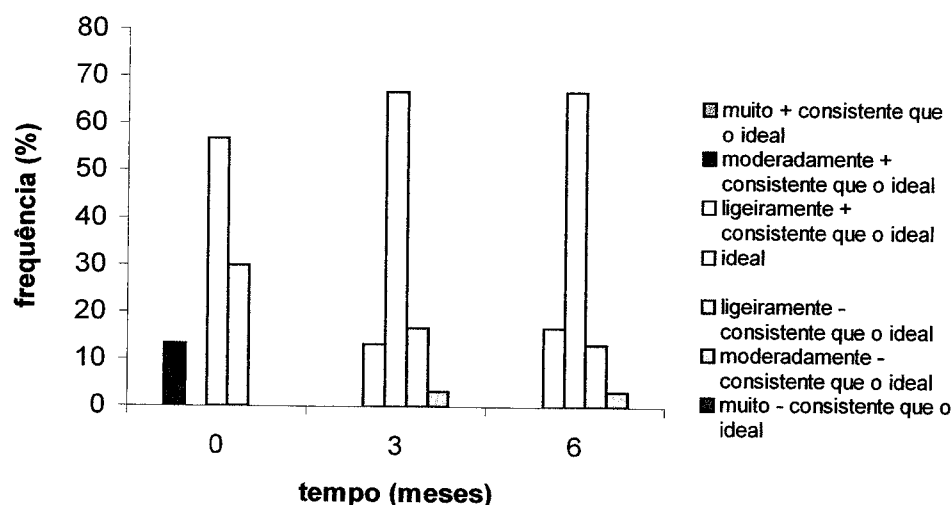


Figura 5.88. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

As Figuras 5.85 a 5.88 mostram que quanto maior a % de soro de queijo empregada na fabricação dos doces de leite, sem adição de amido de milho, maior é a frequência de avaliação “ideal” para a consistência, independente do tempo de estocagem.

As Figuras 5.89 a 5.92 apresentam a distribuição de frequência das notas na escala do ideal, atribuídas para a consistência dos doces de leite elaborados com 0,25% de amido de milho e diferentes combinações de soro de queijo.

A Figura 5.89 mostra que o emprego de 0,25% de amido de milho ao doce elaborado sem soro de queijo proporcionou uma redução da consistência, se comparada ao padrão (Figura 5.85). O amido levou 45% dos provadores a avaliarem o doce como com consistência “ideal”. Tal fato é explicado pela retenção de água proporcionada pela incorporação do amido que resulta em maior maciez do doce. O tempo de estocagem que gera uma maior aproximação das moléculas, resultando em leve endurecimento do doce, detectado por 50% dos provadores após 3 meses de estocagem e por mais de 50% dos provadores após 6 meses de armazenamento.

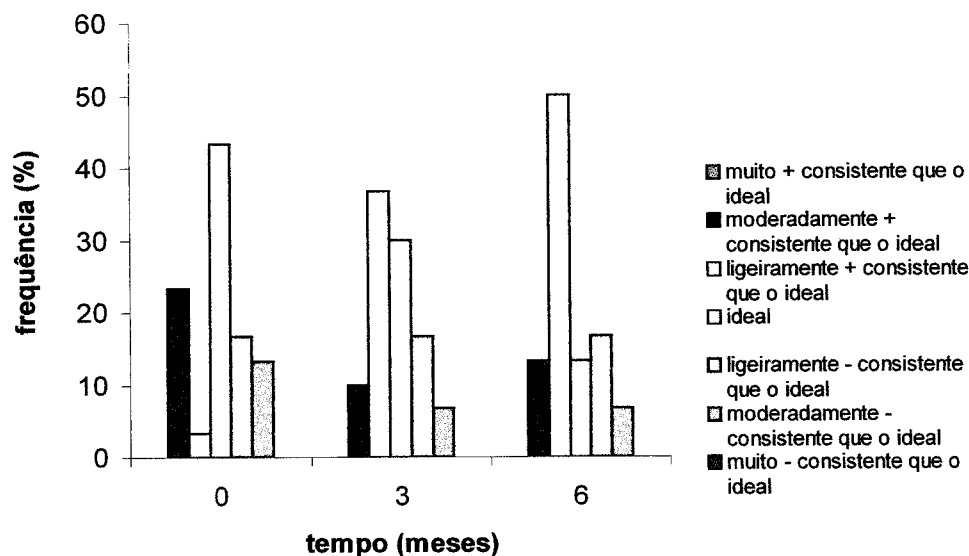


Figura 5.89. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

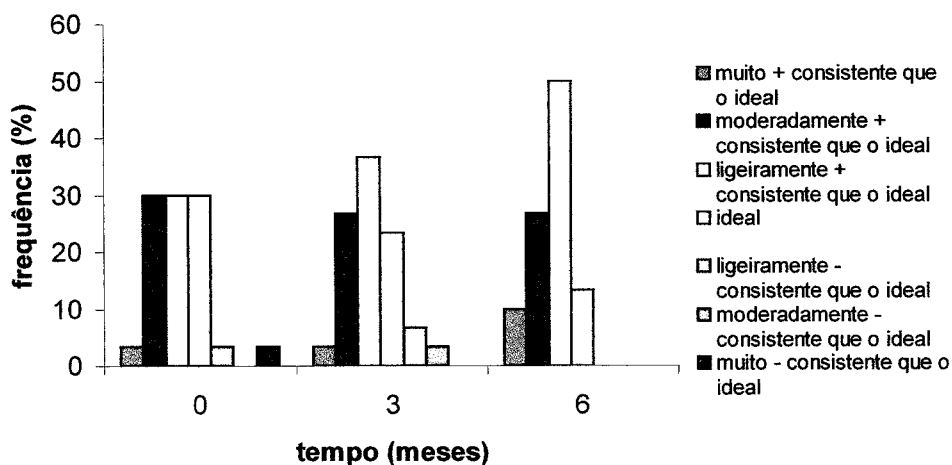


Figura 5.90. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.90 mostra que o emprego de 15% de soro de queijo no doce elaborado com 0,25% de amido resultou em um doce ligeiramente mais consistente que o ideal. Logo após a fabricação os provadores avaliaram o doce entre “ligeiramente menos consistente

que o ideal” e “ligeiramente mais consistente que o ideal”. O tempo de armazenamento gerou um endurecimento do doce detectado pela maioria dos provadores.

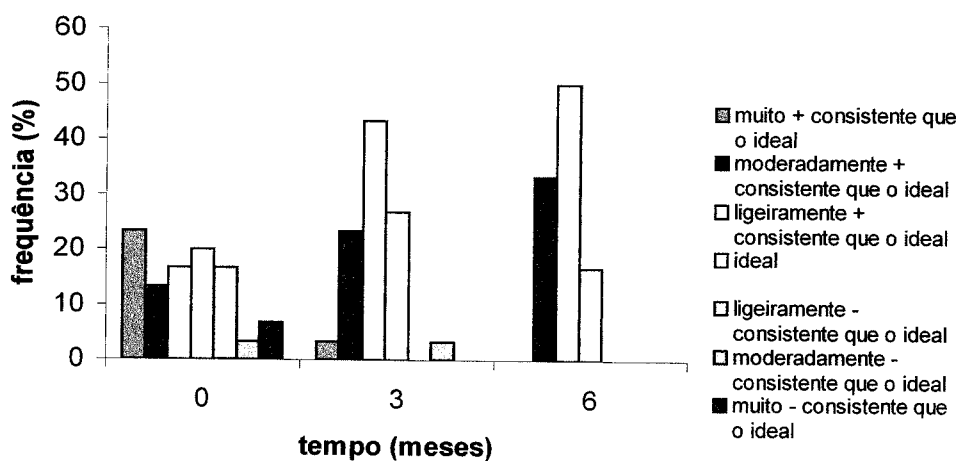


Figura 5.91. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O aumento da % de soro de queijo, de 15% para 30%, segundo a maioria dos provadores (>50%), resultou em um doce ligeiramente mais consistência, conforme mostra a Figura 5.91. A estocagem prolongada resultou no endurecimento do doce, verificado por mais de 70% dos provadores.

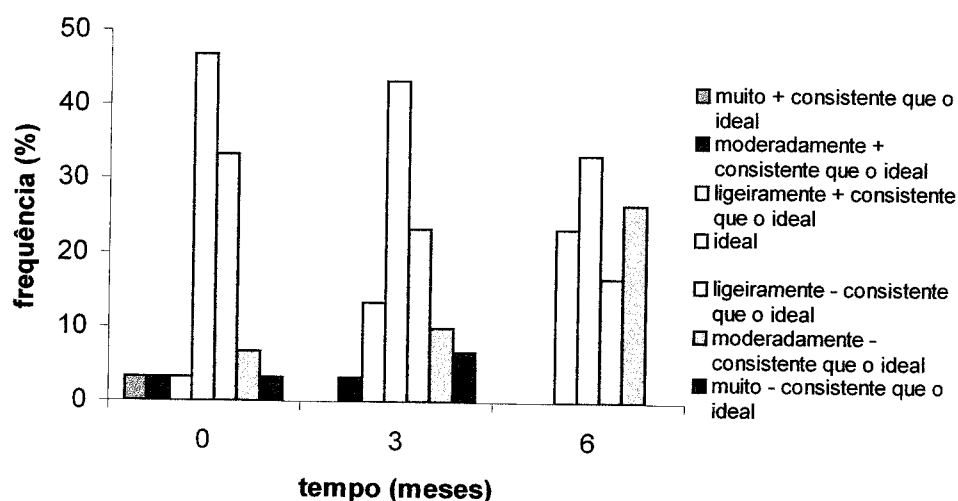


Figura 5.92. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,25% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O emprego de 45% soro de queijo ao doce elaborado com 0,25% de amido resultou em doces com consistência mais próxima do “ideal”, segundo 47% dos provadores, conforme Figura 5.92. Entretanto, para 33% dos provadores o doce se apresentou “ligeiramente menos consistente que o ideal”. A estocagem proporcionou um ligeiro aumento na consistência, que foi detectado por 15% e 25% dos provadores, aos 3 e 6 meses de armazenamento, respectivamente (Figura 5.92).

As Figuras 5.93 a 5.96 apresentam a distribuição de freqüência das notas na escala do ideal, atribuídas para a consistência dos doces de leite elaborados com 0,5% amido de milho modificado e diferentes combinações de soro de queijo.

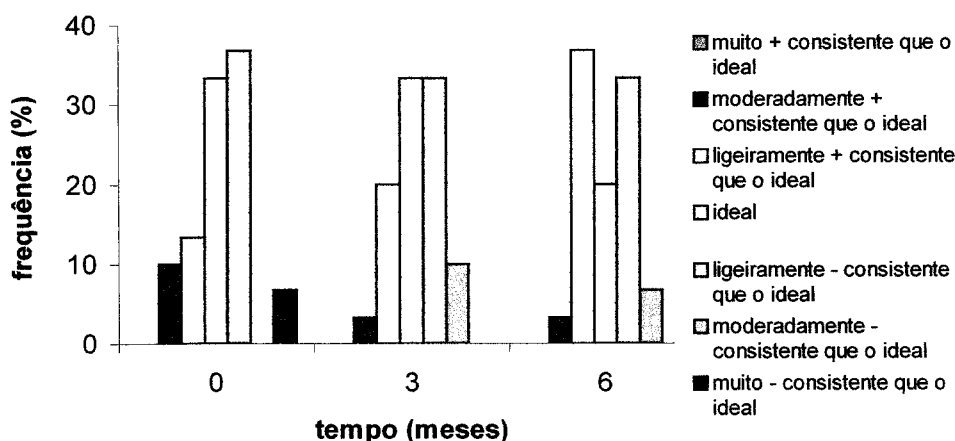


Figura 5.93. Freqüência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.93 mostra que o emprego de 0,5% amido de milho proporcionou a obtenção de doce ainda menos consistente, segundo 47% dos provadores que o avaliaram como “ligeiramente menos consistente que o ideal”, quando comparado aos elaborados com 0% e 0,25% de amido, Figuras 5.85 e 5.89, respectivamente. Tal fato é explicado pela maior retenção de água proporcionada pelo aumento da % de amido utilizada. O tempo de estocagem resultou em uma perda progressiva da maciez, verificada por 45% dos provadores, que avaliaram como “ligeiramente mais consistente que o ideal” o doce com 6 meses de armazenamento (Figura 5.93).

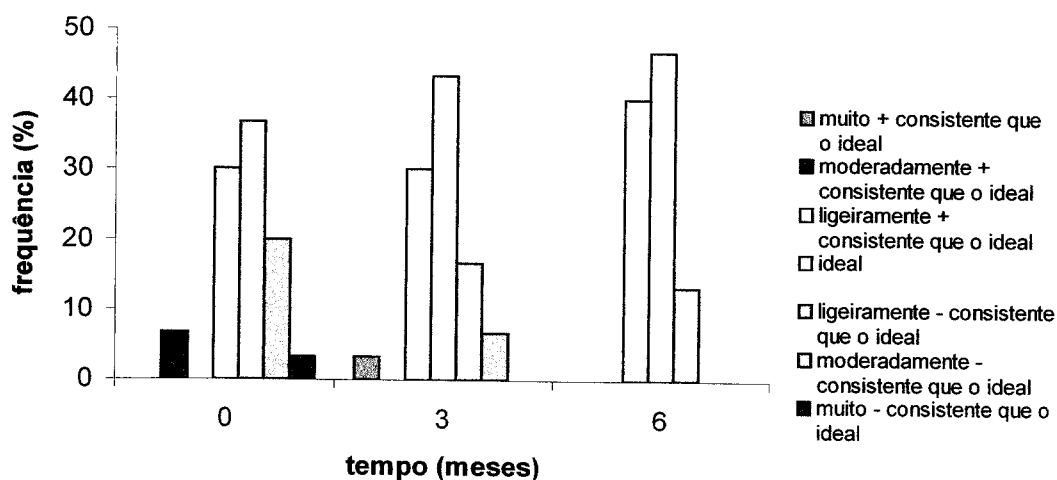


Figura 5.94. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O emprego de 15% de soro de queijo no doce elaborado com 0,5% de amido, conforme mostra a Figura 5.94, proporcionou o amaciamento do doce, verificado por 60% dos provadores que o avaliaram como “ligeiramente menos consistente que o ideal” e “moderadamente menos consistente que o ideal”. O tempo de estocagem por resultar em um endurecimento do doce, levou a 45% e 47% dos provadores o avaliarem como ideal aos 3 e 6 meses, respectivamente.

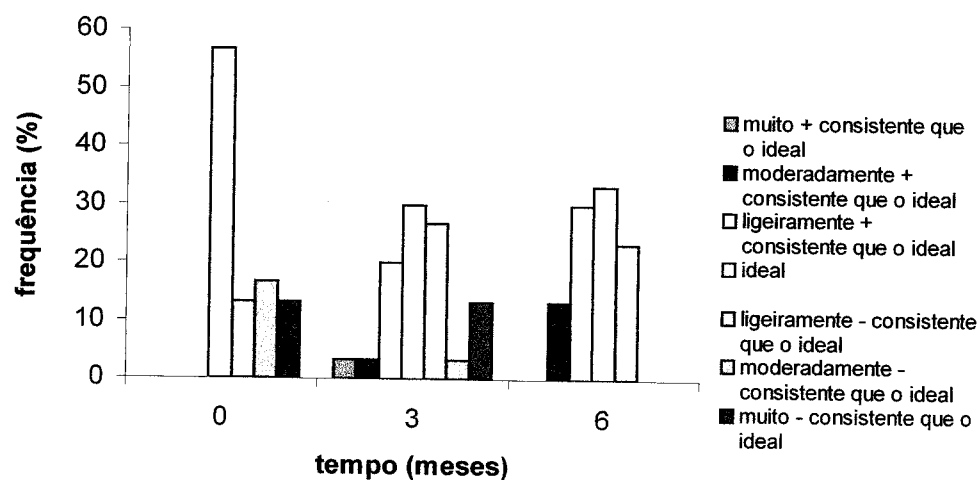


Figura 5.95. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O aumento da % de soro de queijo utilizada, de 15% para 30%, resultou na obtenção de doce com consistência “ideal”, segundo 57% dos provadores, conforme mostra a Figura 5.95. O tempo de estocagem gerou o endurecimento do doce verificado por 30% e 45% dos provadores, aos 3 e 6 meses de estocagem, respectivamente.

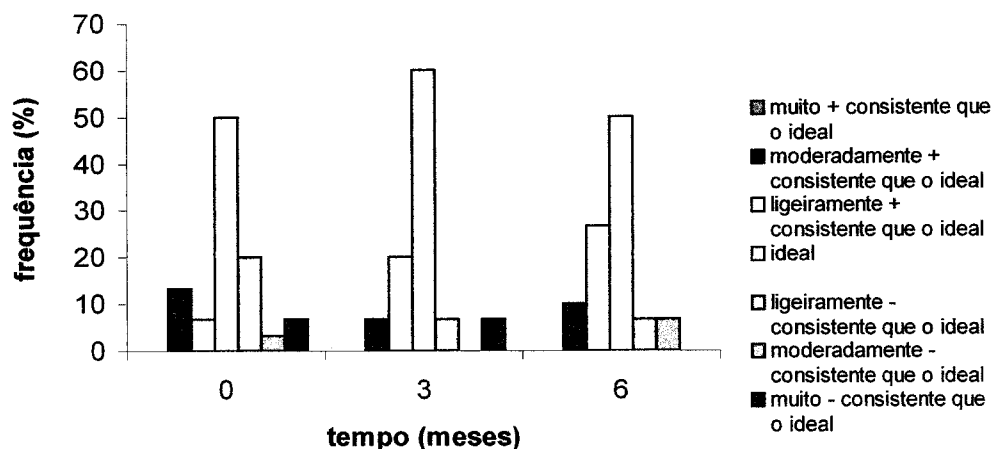


Figura 5.96. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,5% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

Quanto maior a % de soro de queijo utilizada na fabricação do doce de leite em combinação com 0,5% de amido de milho, melhor foi a consistência, segundo os provadores, como mostra a Figura 5.96. A maioria dos provadores (>50%) avaliou o doce como “ideal”, durante todo o período de estocagem, embora para 20% e 30% dos provadores o doce tenha sofrido um ligeiro endurecimento, aos 3 e 6 meses de armazenamento, respectivamente.

Dentre os doces elaborados com 0,5% amido de milho, a formulação com 45% soro de queijo foi a melhor avaliada em relação a consistência, sendo que mesmo durante a estocagem, 50% dos provadores atribuíram notas equivalentes ao “ideal” (Figura 5.96).

As Figuras 5.97 a 5.100 apresentam a distribuição de frequência das notas na escala do ideal, atribuídas para a consistência dos doces de leite elaborados com 0,75% amido de milho modificado e diferentes combinações de soro de queijo.

O aumento da % de amido de milho utilizado na fabricação do doce de leite resultou na obtenção de doces mais macios, explicado pelo aumento progressivo da água retida.

O emprego de 0,75% de amido de milho ao elaborado sem adição de soro de queijo proporcionou a obtenção de um doce avaliado por 55% dos provadores como abaixo da consistência ideal, conforme mostra a Figura 5.97. O endurecimento, resultante da estocagem, levou o doce a ser avaliado como “ideal” por 45% dos provadores, após 3 meses de armazenamento. Aos 6 meses de estocagem 23% dos provadores o avaliaram como “ligeiramente mais consistente que o ideal”.

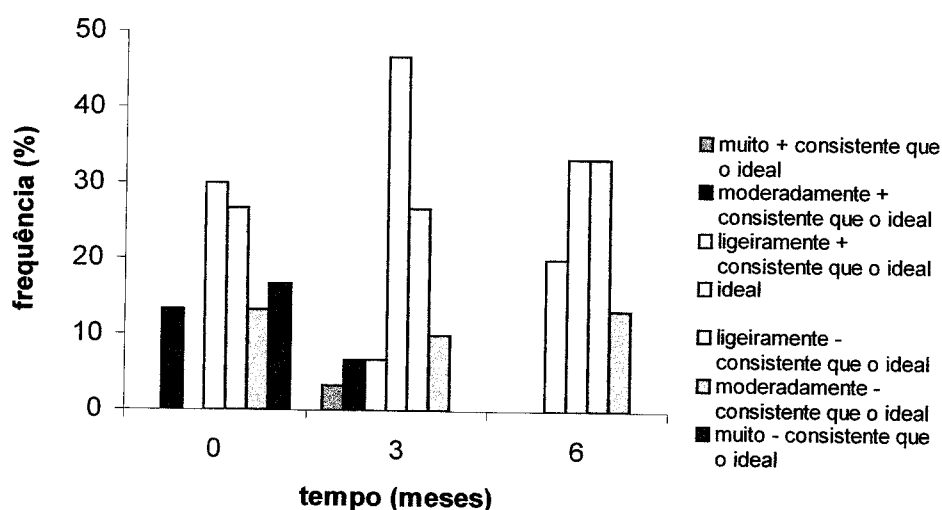


Figura 5.97. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 0% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

O emprego de 15% de soro de queijo ao doce elaborado com 0,75% de amido de milho proporcionou a obtenção de um doce mais próximo da consistência “ideal” de acordo com a preferência dos provadores. A Figura 5.98 mostra que 47% dos provadores avaliaram o doce como “ideal”, em relação à consistência, logo após a fabricação. O tempo de estocagem por resultar no endurecimento do doce, levou a 63% dos provadores a o avaliarem como “ideal”, após 6 meses de armazenamento.

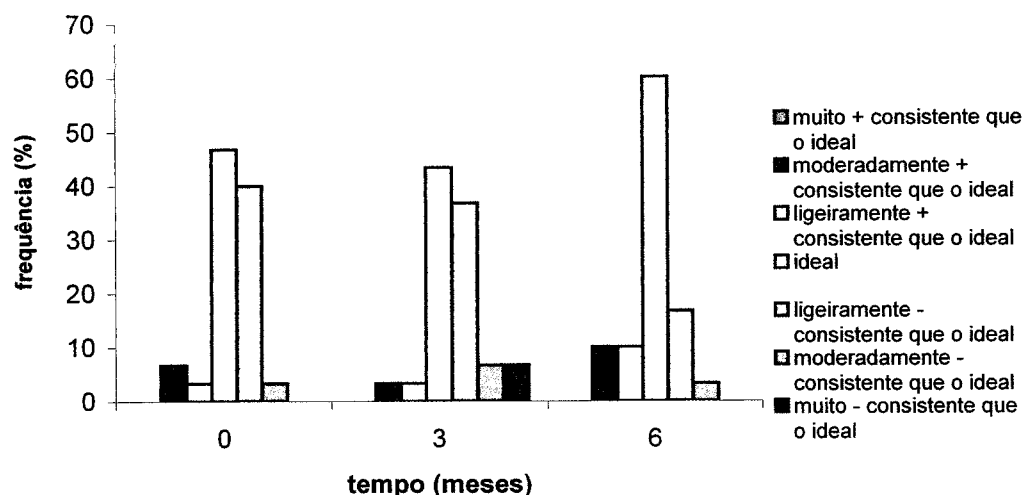


Figura 5.98. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 15% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.99 mostra que o emprego de 30% de soro de queijo no doce elaborado com 0,75% de amido de milho gerou um amolecimento ainda maior, se comparado ao doce elaborado com 15% de soro (Figura 5.98). Logo após a fabricação quase 80% dos provadores verificaram que a consistência estava abaixo do ideal. Entretanto, o tempo de armazenamento, gerou a avaliação do doce como “ideal”, em termos de consistência, por aproximadamente 50% dos provadores (Figura 5.99).

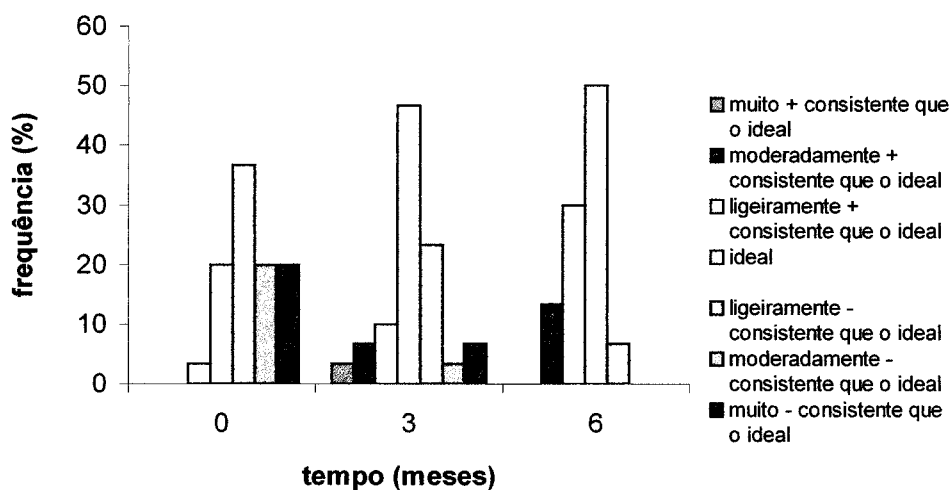


Figura 5.99. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 30% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

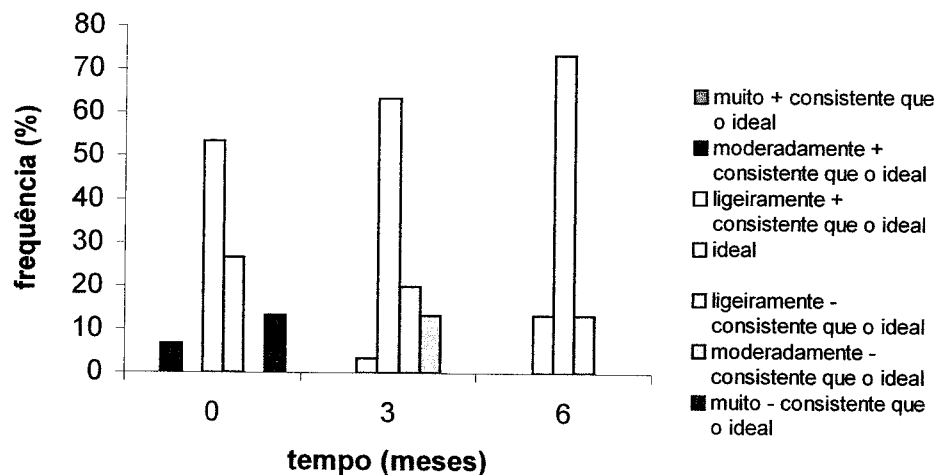


Figura 5.100. Frequência das notas atribuídas para a Consistência do doce de leite elaborado com 0,75% amido de milho modificado e 45% soro de queijo, aos 0, 3 e 6 meses de estocagem.

A Figura 5.100 mostra o efeito da utilização de 45% de soro de queijo na consistência do doce elaborado com 0,75% de amido de milho. Segundo 55% dos provadores o doce, logo após a fabricação, apresentou uma consistência “ideal”. O tempo de estocagem, embora cause um endurecimento do doce, segundo os provadores, este continuou como “ideal” segundo a opinião de 65% e 75% destes, após 3 e 6 meses de armazenamento, respectivamente.

O emprego de 0,75% amido de milho modificado proporcionou a obtenção de doces menos consistentes, logo após a fabricação, independente da quantidade de soro empregada. Com o tempo de estocagem, para todas as formulações as maiores frequências foram para a nota equivalente ao “ideal”, sendo o doce elaborado com 45% soro de queijo o que obteve maior incidência de notas equivalentes ao “ideal”, (Figura 5.100).

A consistência do doce de leite foi influenciada tanto pelo emprego de diferentes % de soro de queijo como de amido de milho. O aumento progressivo da quantidade de amido de milho adicionada resultou em doces menos consistentes. O emprego de maiores quantidades de soro de queijo resultou em doces com consistência mais próxima do “ideal”. O tempo de estocagem proporcionou um ligeiro endurecimento do doce. Quanto maior as

% de amido de milho e soro de queijo empregadas, melhor a consistência do doce, independente do tempo de estocagem.

Em geral, quanto maior a quantidade de soro de queijo empregada na fabricação do doce de leite, independente da % de amido de milho adicionada e do tempo de armazenamento, melhor foi a aparência, a avaliação do modo geral, a intenção de compra, a cor e a consistência dos doces, segundo os provadores.

6. CONCLUSÕES

As diferentes % de soro de queijo empregadas em combinação com leite na elaboração dos doces de leite afetaram significativamente ($p<0,01$) o pH da mistura. Os teores de proteína e extrato seco total, em função da diluição promovida pelo soro de queijo, foram influenciadas significativamente ($p<0,01$) pelas diferentes % de soro de queijo e amido de milho.

A % de soro de queijo e a % de amido de milho afetaram significativamente ($p<0,01$) a composição do doce de leite. O aumento da concentração de amido resultou em aumento da umidade do doce de leite ($p<0,01$). Quanto maior a proporção de soro de queijo utilizada, maior foi o teor de lactose ($p<0,05$). Doces de leite com menores teores de proteína ($p>0,05$) foram obtidos com 0,75% de amido de milho, independente da quantidade de soro de queijo. Variações no teor de soro ($p<0,01$) e amido ($p<0,05$) afetaram o teor de outros açúcares do doce de leite, entre os quais estão a sacarose e a glicose. O teor de cinzas do doce de leite aumentou com o aumento da % de soro de queijo utilizada.

O rendimento dos doces de leite foi afetado significativamente ($p<0,01$) pelo emprego de diferentes % de soro de queijo e amido de milho. Maiores rendimentos foram obtidos quando os doces foram elaborados sem adição de soro de queijo, independente da concentração de amido utilizada.

Não houve formação de cristais de lactose, em tamanho e número perceptíveis sensorialmente, durante todo o período de estocagem, independente do tratamento utilizado.

Todos os doces apresentaram ausência de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva, e a baixa contagem de bolores e leveduras garantiu um doce estável microbiologicamente, por seis meses de estocagem.

O emprego de diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho resultou em diferença significativa ($p < 0,01$) na cor do doce de leite, avaliada instrumentalmente. Quanto maior a % de amido de milho e maior a % de soro de queijo utilizadas no processamento, maior foi a luminosidade apresentada pelo doce de leite. Quanto maior a % de soro de queijo empregada, maior foi a intensidade do componente vermelho (a^*), provavelmente devido ao maior teor de lactose presente, o que resultou em maior intensidade da Reação de Maillard. O aumento da % de amido resultou em diminuição do componente vermelho (a^*). As variações na % de amido e soro resultaram em diferenças na intensidade do componente amarelo (b^*); apesar de estatisticamente significativas ($p < 0,01$), as diferenças foram muito pequenas e, provavelmente, sem nenhuma importância do ponto de vista prático. O tempo de estocagem praticamente não alterou a luminosidade e a intensidade do componente amarelo (b^*) do doce de leite, porém intensificou o componente vermelho (a^*).

O emprego combinado de maiores % de soro de queijo e amido de milho resultou em doces mais macios, em função da redução do teor de proteínas e do tipo de amido empregado que reteve maior quantidade de água. O tempo de estocagem resultou no aumento lento da dureza TPA, devido ao tipo e à retrogradação do amido.

Quanto maior a proporção de soro de queijo e de amido de milho, menor foi a adesividade TPA, gomosidade TPA e elasticidade TPA dos doces de leite. O aumento do tempo de estocagem resultou em aumento da adesividade e gomosidade.

O aumento da concentração de amido de milho, independente da proporção de soro de queijo utilizada, resultou no aumento gradativo da coesividade TPA dos doces, levemente reduzida com o tempo de armazenamento.

Todos os doces apresentaram boa aceitação, independente da combinação de amido de milho e soro de queijo, utilizados na fabricação do doce de leite. Quanto maior a % de soro de queijo, independente da % de amido de milho e do tempo de armazenamento,

melhor foi a aparência, a intenção de compra, a cor, a consistência e a avaliação do modo geral dos doces de leite.

Houve separação de fase no doce de leite elaborado com maior % de soro de queijo e menor % de amido durante o período de estocagem. Em geral, o emprego de maiores % de amido de milho resultou em doces mais estáveis fisicamente durante período mais longo de armazenamento.

O amido de milho modificado e o soro de queijo podem ser utilizados no processamento de doce de leite pastoso em altas concentrações, (0,75% e 45%, respectivamente), sem causar alterações na qualidade organoléptica, na estabilidade microbiológica, física e química, contribuindo também para um aumento no rendimento, na maciez e aceitabilidade geral do doce.

- CHIAPPINI, C. C. J.; SANTOS, N. N. Determinação de alguns parâmetros físicos e químicos do soro do queijo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 50, n. 292, p. 3-7, 1995.
- CIACCO, C. F.; CRUZ, R. Fabricação de amido e sua utilização. In: **I Simpósio de Tecnologia Agroindustrial**. FTPT. 147p. 1981.
- COELHO, E. B. **Utilização da beta-d-galactosidase no controle da cristalização do doce de leite**. 1980. 69p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.
- COELHO, T. J. P.; PINHEIRO, A. J. R.; COELHO, D. T.; PEREIRA, A. S.; CHAVES, J. B. P. Utilização da beta-D-galactosidase no processo contínuo de fabricação de doce de leite homogeneizado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 39, n. 232, p. 19-30, 1984.
- CUNHA NETO, A.; SILVA, C. G. M.; STAMFORD, T. L. M. *Staphylococcus* enterotoxigênicos em alimentos in natura e processados no estado de Pernambuco, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 3, n. 22, p. 263-271, 2002.
- DELLA LUCIA, S. M.; GOMES, E. D.; NACHTIGALL, A. M.; CAVALCANTE, J. F. M.; MINIM, V. P. R. Perfil sensorial de doce de leite pastoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 58, n. 334, p. 45–50, 2003.
- DEMIATE, I. M.; KONKEL, F. E.; PEDROSO, R. A. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite pastoso – Composição química. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 108-114, 2001.
- DOCE DE LEITE: Um produto tradicional que ainda pode ganhar mais mercado. **Indústria de Laticínios**, n. 32, p. 24-29, mar./abr., 2001.

- FERRAMONDO, A.; CHIRIFE, J., PARADA, J. L., VIGO, S. Chemical and microbiological studies on “Dulce de leche” a typical Argentine confectionery product. **Journal of Food Science**, v. 49, p. 821-923, 1984.
- FERREIRA, F. J.; CLYDESDALE, F. M. **Food colorimetry: theory and applications**. Westport: AVI Publishing Co., 1975. 477p.
- FERREIRA, J. E. M. **Cinética e fatores que influenciam na degradação de carotenóides em sistemas modelos e alimentos**. 2001. 85p. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- FERREIRA, V. L. P. **Colorimetria em alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1991, 43p.
- FERREIRA, V. L. P.; HOUGH, G.; YOTSUYANAGI, K. Cor do doce de leite pastoso. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 134-143, 1989.
- FLECHE, G. Chemical modification and degradation of starch. In: VAN BEYNUM, G.M.A.; ROELS, J. A. **Starch Conversion Technology**. New York: Marcel Dekker, Cap. 4, p. 73-99, 1985.
- FOX, P. F. ; McSWEENEY, P. L. H. Lactose. In: **Dairy Chemistry and Biochemistry**. London: Blackie Academic & Professional. Cap. 2, p. 21-66, 1998.
- GIRALDO-ZUÑIGA, A. D.; COIMBRA, J. S. R.; GOMES, J. C.; MINIM, L. A.; ROJAS, E. E. G. Propriedades funcionais e nutricionais das proteínas do soro de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 57, n. 325, p. 35-46, 2002.

- GRANDI, J. G. Produção de doce de leite por processo contínuo em trocador de calor de placas. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 41, n. 247, p. 31-33, 1986.
- HEIMLICH, W.; BÓRQUEZ, R.; CÉSPEDES, I. Effect of milk replacement by whey protein concentrates on the rheological properties of dulce de leche. **Food Science and Technology**, v. 27, n. 3, p. 289-291, 1994.
- HIGGS, S. J.; NORRINGTON, R. J. Rheological properties of selected foodstuffs. **Process Biochemistry**, v. 6, n. 52, p. 102-109, 1971.
- HOSKEN, F. S. Doce de Leite – Durabilidade e cristalização. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.24, n.147, p. 10-17, 1969.
- HOUGH, G.; MORO, O.; SEGURA, J.; CALVO, N. Flow properties of dulce de leche, a typical Argentine dairy product. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 7, p. 1783-1788, 1988.
- HOUGH, G.; MARTINEZ, E.; CONTARINI, A. Sensory and objective measurement of sandiness in dulce de leche, a typical Argentine dairy product. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 3, p. 604-611, 1990.
- HOUGH, G.; BRATCHELL, N.; WAKELING, I. Consumer preference of dulce de leche among students in the United Kingdom. **Journal of Sensory Studies**, v. 7, n. 2, p. 119-132, 1992a.
- HOUGH, G.; BRATCHELL, N.; MACDOUGALL, D. B. Sensory profiling of dulce de leche, a dairy based confectionary product. **Journal of Sensory Studies**, v. 7, n. 3, p. 157-178, 1992b.

- HUNTER, R. S.; HAROLD, R. W. **The measurement of appearance**. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1981.
- HUNTERLAB. **Applications note: CIE L* a* b* color scale**. Virginia, v. 8, n.7, 1996.
- KONKEL, F. E.; OLIVEIRA, S. M. R.; SIMÕES, D. R. S.; DEMIATE, I. M. Avaliação sensorial de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de amido. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 249-254, 2004.
- KOSIKOWSKI, F; MISTRY, V. V. Whey and whey foods. In: Kosikowski, F.V **Cheese and fermented milk foods**. Westport, Co: Edwards Brothers. 3^a ed. v. 1, Cap. 26, p. 422-453, 1997.
- LINEBACK, D. R.; RASPER, V. F. Wheat carbohydrates. In: POMERAMZ, Y. **Wheat chemistry and technology**. St. Paul: AACC. Cap. 6, p. 277-372, 1988.
- MARGAS, M. M.; COELHO, D. T.; CHAVES, J. B. P.; MARTYN, M. E. L. Influência da gordura, da glicose e do amido na cristalização do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 37, n. 221, p. 25-29, 1982.
- MARTINS, J. F. P.; LOPES, C. N. Doce de leite: Aspectos da tecnologia de fabricação. **Instruções Técnicas Instituto de Tecnologia de Alimentos**, n. 18, p. 1-37, 1981.
- MARWAHA, S. S.; KENNEDY, J. F. Whey pollution problem and potencial utilization. **International Journal of Food and Science Technology**, v. 23, n. 4, p. 323-336, 1988.
- MORI, E. E. M. Reologia e textura do ponto de vista organoléptico. In: CAMPOS, S. S. S.; GONÇALVES, J. R.; MORI, E. E. M.; GASPARETTO, C. A. **Reologia e textura de alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 17-42, 1989.

- MORO, O.; HOUGH, G. Total solids and density measurements of Dulce de Leche, a typical Argentine dairy products. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 3, p. 521-525, 1985.
- NICKERSON, T. A.; MOORE, E. E. Solubility interrelations of lactose and sucrose. **Journal of Food Science**, v. 37, n. 60, p. , 1972.
- OLIVEIRA, A. P. V.; FRASSON, K.; YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T. Medida instrumental de cor em sobremesas lácteas de chocolate: uma técnica de baixo custo e versátil utilizando câmara digital. **Braz. J. Food Technol.**, v.6, n. 2, p. 191-196, 2003.
- PAULETTI, M. S.; CALVO, C.; IZQUIERDO, L.; COSTELL, E. Color y textura del dulce de leche. Selección de métodos instrumentales para el control de calidad industrial. **Revista Esp. Ciencia y Tecnología Alimentaria**, v. 32, n. 3, p. 291-305, 1992.
- PAULETTI, M. S.; VENIER, A.; STECHINA, D.; SABBAG, N.; CASTELAO, E. Caracterización reológica del dulce de leche. **Revista Agroquímica Tecnol. Alimentaria**, v. 28, n. 2, p. 303- 307, 1988.
- PIRES, M. H. **Influência da hidrólise da lactose sobre a composição bem como as propriedades sensoriais e reológicas do doce de leite**. 1994. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.
- PIMENTEL, E. F.; DIAS, R. S.; CARMO, L. S.; GLORIA, M. B. A. Presença de *Staphylococcus* sp enterotoxigênico e de enterotoxinas em queijo ralado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 57, n. 327, p. 227-229, 2002.
- PINTO, R. V. Doce de leite – fabricação tradicional. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 34, n. 205, p. 37-38, 1979.

- PIÑEIRO, E. L. Como agregar valor a los productos lácteos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 53, n. 304, p. 264-267, 1998.
- QUAGLIA, G. B.; ORBAN, E.; PATRONI, E. Functional / Technological properties of whey. **Industrie Alimentari**, v. 32, n. 314 , p. 337-345, 1993.
- ROVERO, C. O.; VIOLLAZ, P. E.; SUAREZ, C. The effect of pH and temperature on the rheological behavior of dulce de leche, a typical dairy Argentine product. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 5, p. 1497-1502, 1991.
- SABIONI, J. G.; SILVA, D. O.; PINHEIRO, A. J. R.; BORGES, A. C.; CHAVES, J. B. P. Control of lactose crystallization in “Dulce de leche” by *Kluyveromyces lactis* fermentation. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 8, p. 1694-1698, 1984.
- SALOMÃO, S. E.; FURTADO, M. A. M. Teor de carboidratos e amido em doces de leite comercializados em Juiz de Fora. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 57, n. 327, p. 7-11, 2002.
- SANTOS, D. M. Arenosidade no doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 31 , n. 185 , p. 3-9, 1976.
- SANTOS, D. M.; MARTINS, J. F. P.; SANTOS, N. C. Arenosidade e outros problemas do doce de leite. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, n. 52, p. 61-80, 1977.
- SILVA, S. D. Textura de alimentos, métodos objetivos de avaliação. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, n. 48, p. 19-29, 1976.

- SILVA, T. J. P.; PINHEIRO, A. J. R.; COELHO, D. T.; PEREIRA, A. S.; CHAVES, J. B. P. Utilização da beta-D-galactosidase no processo contínuo de fabricação de doce de leite homogeneizado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 39, n. 232, p. 19-30, 1984.
- SOUZA, L. R. P.; COELHO, D. T.; PINHEIRO, A. J. R.; CHAVES, J. B. P. Influência da acidificação e do tratamento térmico da matéria prima na aceitação do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 35, n. 209, p. 9-17, 1980.
- SOUZA, G.; SHIROSE, I.; VALLE, J. L. E.; FIGUEIREDO, V. L. P. Aceitabilidade do doce de leite pastoso misto de leite de vaca e extrato protéico líquido de soja. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 3, p. 395-411, 1981.
- SOUZA, L. R. P.; SILVA, T. J. P.; PINHEIRO, A. J. R.; CHAVES, J. B. P. Efeito da adição de caramelo na qualidade do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 37, n. 219, p. 17-20, 1982.
- SZCZESNIAK, A. Classification os texture caracteristes. **Joural of Food Science**, v. 28, n. 4, p. 385-389, 1963.
- TERÁN-ORTIZ, G. P. **Efeito da adição de gomas xantana e locusta na cinética de inibição de cristalização de açúcares em doce de leite**. 1998. 80p. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- VALLE, J. L. E.; FIGUEIREDO, I. B. Utilização de β -galactosidase para prevenir a cristalização do doce de leite. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 3, p. 309-314, 1980.
- VEISSEYRE, R. **Lactologia Tecnica**. Zaragoza: Acribia, 629p. 1988.

- YAO, Y.; ZHANG, J.; DING, X. Retrogradation of starch mixtures containig rice starch. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 1, p. 260-267, 2003.
- YOUN, K-S.; RAO, M. A. Rheology and relationship among rheological parameters of cross-linked waxy maize starch dispersions heated in fructose solutions. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 1, p. 187-194, 2003.
- WEEB, B.; JOHNSON, A.; ALFORD, J. **Fundamental of Dairy Chemistry**. Westport: AVI Publishing Co., p. 1980.
- WOLFSCHOON-POMBO, A. F.; CASAGRANDE, H. R. Nova técnica para a determinação da lactose e sacarose no doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 37, n. 222, p. 3-7, 1982.

ANEXO 1

Tabela 1. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de amido de milho (%) para a acidez titulável.

Amido	Tempo de armazenamento (meses)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0,24 ^c	0,29 ^b	0,29 ^b	0,32 ^a	0,32 ^a	0,32 ^a	0,33 ^a	0,32 ^a	0,33 ^a
0,25	0,24 ^c	0,26 ^{bc}	0,27 ^b	0,30 ^a	0,31 ^a	0,31 ^a	0,32 ^a	0,31 ^a	0,31 ^a
0,50	0,25 ^d	0,27 ^{cd}	0,28 ^{bc}	0,29 ^{bc}	0,29 ^{bc}	0,30 ^{ab}	0,31 ^a	0,30 ^{ab}	0,32 ^a
0,75	0,21 ^c	0,24 ^{bc}	0,25 ^b	0,27 ^a	0,27 ^a	0,27 ^a	0,27 ^a	0,27 ^a	0,29 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 2. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de soro de queijo (%) para a acidez titulável.

Soro de Queijo	Tempo de armazenamento (meses)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0,22 ^e	0,26 ^{cd}	0,25 ^d	0,27 ^{cd}	0,28 ^{bc}	0,28 ^{bc}	0,30 ^{ab}	0,29 ^{ab}	0,31 ^a
15	0,26 ^d	0,28 ^{cd}	0,30 ^{cd}	0,31 ^b	0,32 ^{ab}	0,32 ^{ab}	0,32 ^{ab}	0,32 ^{ab}	0,34 ^a
30	0,22 ^e	0,24 ^{de}	0,26 ^{cd}	0,26 ^{bc}	0,27 ^{abc}	0,28 ^{abc}	0,29 ^a	0,28 ^{abc}	0,29 ^{ab}
45	0,24 ^c	0,28 ^d	0,29 ^{cd}	0,33 ^a	0,32 ^{ab}	0,32 ^{ab}	0,34 ^a	0,31 ^{bc}	0,32 ^{ab}

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 3. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de amido de milho (%) para o pH.

Amido	Tempo de armazenamento (meses)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	6,71 ^a	6,17 ^b	5,91 ^c	5,89 ^c	5,94 ^c	6,02 ^{bc}	5,96 ^c	5,92 ^c	5,90 ^c
0,25	6,62 ^a	6,43 ^{ab}	6,25 ^{bc}	6,08 ^c	6,02 ^d	6,02 ^d	6,07 ^{cd}	6,05 ^d	6,02 ^d
0,50	6,64 ^a	6,36 ^b	6,24 ^{bc}	6,41 ^b	6,11 ^{cd}	6,02 ^d	6,01 ^d	6,04 ^d	6,07 ^{cd}
0,75	6,77 ^a	6,54 ^b	6,34 ^c	6,20 ^{cd}	6,08 ^d	6,11 ^d	6,09 ^d	6,10 ^d	6,08 ^d

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 4. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de soro de queijo (%) para pH.

Soro de Queijo	Tempo de armazenamento (meses)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	6,77 ^a	6,49 ^b	6,48 ^b	6,44 ^b	6,22 ^c	6,15 ^c	6,10 ^c	6,13 ^c	6,15 ^c
15	6,64 ^a	6,32 ^b	6,20 ^{bc}	6,00 ^{cd}	5,97 ^d	5,99 ^d	6,03 ^{cd}	6,04 ^{cd}	5,96 ^d
30	6,66 ^a	6,51 ^a	6,19 ^{bc}	6,27 ^b	6,03 ^c	6,07 ^c	6,09 ^{bc}	6,10 ^{bc}	6,07 ^c
45	6,68 ^a	6,18 ^b	5,86 ^c	5,86 ^c	5,93 ^c	5,96 ^c	5,90 ^c	5,83 ^c	5,88 ^c

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 5. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de amido (%) para Aw.

Amido	Tempo de armazenamento (meses)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0,81 ^{ab}	0,81 ^a	0,81 ^{ab}	0,80 ^c	0,80 ^c	0,81 ^{bc}	0,81 ^{bc}	0,80 ^c	0,80 ^c
0,25	0,82 ^a	0,82 ^{ab}	0,81 ^b	0,81 ^b	0,82 ^{ab}	0,82 ^{ab}	0,82 ^{ab}	0,81 ^b	0,82 ^{ab}
0,50	0,84 ^{bc}	0,85 ^a	0,84 ^{ab}	0,84 ^{bc}	0,84 ^{abc}	0,83 ^c	0,83 ^c	0,84 ^{bc}	0,84 ^{bc}
0,75	0,85 ^a	0,85 ^a	0,85 ^a	0,85 ^a	0,85 ^a	0,85 ^a	0,85 ^a	0,85 ^a	0,85 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 6. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de soro de queijo (%) para Aw.

Soro de Queijo	Tempo de armazenamento (meses)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0,86 ^a	0,86 ^{ab}	0,86 ^{ab}	0,85 ^b	0,85 ^b	0,85 ^b	0,86 ^{ab}	0,86 ^{ab}	0,86 ^{ab}
15	0,82 ^b	0,83 ^a	0,83 ^a	0,82 ^b	0,82 ^b	0,82 ^b	0,82 ^b	0,82 ^b	0,82 ^b
30	0,83 ^a	0,82 ^a	0,83 ^a	0,83 ^a	0,82 ^a	0,83 ^a	0,83 ^a	0,83 ^a	0,83 ^a
45	0,82 ^{ab}	0,82 ^a	0,80 ^d	0,80 ^{cd}	0,81 ^{bc}	0,81 ^{bc}	0,81 ^{cd}	0,81 ^{bcd}	0,81 ^{bc}

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 7. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de amido (%) para Cor – L*.

Amido	Tempo de armazenamento (meses)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	47,70 ^d	48,65 ^{bc}	49,48 ^a	48,43 ^{bc}	48,62 ^{bc}	48,77 ^b	49,50 ^a	48,17 ^c	48,15 ^{cd}
0,25	45,74 ^c	46,12 ^{bc}	46,15 ^{bc}	46,57 ^{ab}	46,61 ^{ab}	46,27 ^{abc}	46,86 ^a	45,89 ^c	46,08 ^c
0,50	47,46 ^d	48,95 ^{ab}	48,49 ^{bc}	48,03 ^{cd}	48,83 ^{ab}	49,06 ^a	48,93 ^{ab}	48,62 ^{abc}	48,52 ^{abc}
0,75	51,55 ^{ab}	51,18 ^b	50,56 ^c	51,81 ^a	51,83 ^a	51,39 ^{ab}	51,55 ^{ab}	51,67 ^{ab}	51,95 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 8. Resultados do teste de Tukey para as médias de armazenamento em cada nível de soro de queijo (%) para Cor – L*.

Soro de Queijo	Tempo de armazenamento (meses)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	50,54 ^b	51,25 ^a	50,23 ^{bc}	49,88 ^c	50,79 ^{ab}	50,69 ^{ab}	50,22 ^{bc}	50,20 ^{bc}	50,72 ^{ab}
15	48,63 ^{bc}	48,56 ^{bc}	48,84 ^{abc}	48,98 ^{ab}	49,05 ^{ab}	49,23 ^a	48,76 ^{abc}	48,34 ^c	48,31 ^c
30	46,28 ^d	46,52 ^{cd}	46,91 ^{bc}	47,41 ^{ab}	47,46 ^{ab}	47,39 ^{ab}	47,96 ^a	47,09 ^{bc}	47,06 ^{bc}
45	47,00 ^c	48,57 ^b	48,71 ^b	48,56 ^b	48,59 ^b	48,18 ^b	49,88 ^a	48,72 ^b	48,61 ^b

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 9. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de amido de milho (%) para Cor – a*.

Amido	Tempo de armazenamento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	8,43 ^f	8,50 ^f	8,46 ^{ef}	8,67 ^{de}	8,76 ^{cd}	8,87 ^{cd}	8,93 ^{bc}	9,11 ^{ab}	9,19 ^a
0,25	8,90 ^e	9,06 ^{de}	9,23 ^{cd}	9,40 ^c	9,69 ^b	9,64 ^b	9,74 ^{ab}	9,79 ^{ab}	9,89 ^a
0,50	8,20 ^c	8,37 ^c	8,64 ^d	8,90 ^c	9,11 ^b	9,13 ^b	9,45 ^a	9,56 ^a	9,56 ^a
0,75	7,25 ^h	7,99 ^g	8,32 ^f	8,52 ^e	8,69 ^{de}	8,85 ^{cd}	9,02 ^{bc}	9,15 ^b	9,40 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 10. Resultados do teste de Tukey para as médias de armazenamento em cada nível de soro de queijo (%) para Cor – a*.

Soro de Queijo	Tempo de armazenamento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	7,14 ^g	7,59 ^f	7,99 ^e	8,20 ^d	8,34 ^{cd}	8,49 ^{bc}	8,55 ^{ab}	8,64 ^{ab}	8,74 ^a
15	8,36 ^g	8,67 ^f	8,72 ^{ef}	8,91 ^e	9,14 ^d	9,22 ^{cd}	9,36 ^{bc}	9,49 ^{ab}	9,59 ^a
30	9,94 ^e	10,30 ^d	10,39 ^d	10,60 ^c	10,83 ^b	10,82 ^b	11,03 ^a	11,07 ^a	11,17 ^a
45	7,35 ^e	7,36 ^{de}	7,56 ^d	7,79 ^c	7,94 ^c	7,97 ^c	8,19 ^b	8,41 ^a	8,55 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 11. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de amido de milho (%) para Cor – b*.

Amido	Tempo de armazenamento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	23,44 ^a	21,47 ^d	21,86 ^{cd}	22,00 ^{bcd}	22,17 ^{bc}	22,27 ^{bc}	22,42 ^{bc}	22,49 ^{bc}	22,66 ^b
0,25	21,16 ^{bc}	20,44 ^d	20,80 ^d	21,02 ^{cd}	21,48 ^{abc}	21,54 ^{abc}	21,76 ^{abc}	21,67 ^{ab}	21,86 ^a
0,50	21,51 ^{de}	21,31 ^e	21,40 ^e	22,91 ^a	22,14 ^{cd}	22,23 ^{bc}	22,73 ^{abc}	22,85 ^{ab}	22,83 ^{ab}
0,75	20,36 ^f	22,02 ^e	23,37 ^{bcd}	23,00 ^d	22,97 ^d	23,32 ^{cd}	23,84 ^{abc}	24,01 ^{ab}	24,40 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 12. Resultados do teste de Tukey para as médias de armazenamento em cada nível de soro de queijo (%) para Cor – b*.

Soro de Queijo	Tempo de armazenamento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	18,52 ^d	19,53 ^c	21,12 ^{ab}	21,74 ^a	20,59 ^b	21,25 ^{ab}	21,38 ^{ab}	21,38 ^{ab}	21,60 ^{ab}
15	21,70 ^d	22,25 ^{cd}	22,53 ^{bc}	22,70 ^{bc}	22,74 ^{bc}	23,19 ^{ab}	23,52 ^a	23,54 ^a	23,69 ^a
30	22,95 ^d	23,04 ^{cd}	22,99 ^d	23,34 ^{bcd}	23,67 ^{abc}	23,56 ^{abcd}	23,98 ^{ab}	23,99 ^{ab}	24,08 ^a
45	23,31 ^a	20,41 ^e	20,80 ^{de}	21,14 ^d	21,40 ^{cd}	21,36 ^{cd}	21,88 ^{bc}	22,10 ^b	22,38 ^b

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 13. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de amido de milho (%) para dureza-TPA.

Amido	Tempo de armazenamento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	39,54 ^e	61,42 ^d	104,61 ^a	92,09 ^{bc}	93,94 ^{bc}	98,80 ^{ab}	95,73 ^{ab}	84,99 ^c	99,44 ^{ab}
0,25	59,67 ^c	58,74 ^c	78,35 ^d	87,04 ^{cd}	108,56 ^a	101,78 ^{ab}	108,25 ^a	92,86 ^{bc}	101,74 ^{ab}
0,50	31,39 ^c	43,30 ^d	55,63 ^c	58,32 ^c	76,59 ^{ab}	76,23 ^b	78,05 ^a	81,27 ^a	81,18 ^a
0,75	27,92 ^c	31,99 ^{bc}	34,70 ^b	40,71 ^b	56,80 ^a	60,92 ^a	61,91 ^a	61,20 ^a	64,99 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 14. Resultados do teste de Tukey para as médias de armazenamento em cada nível de soro de queijo (%) para dureza-TPA.

Soro de Queijo	Tempo de armazenamento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	59,45 ^d	69,79 ^c	80,77 ^b	83,20 ^b	117,80 ^a	110,50 ^a	105,49 ^a	104,20 ^a	111,51 ^a
15	50,66 ^f	61,14 ^c	79,97 ^d	83,58 ^{cd}	96,88 ^{ab}	95,88 ^{ab}	101,64 ^a	87,92 ^{bcd}	90,98 ^{bc}
30	28,30 ^e	33,36 ^e	49,40 ^d	59,66 ^c	72,03 ^{ab}	68,38 ^{abc}	77,12 ^a	64,86 ^{bc}	76,88 ^a
45	20,11 ^d	31,15 ^c	63,16 ^a	51,17 ^b	59,19 ^{ab}	62,97 ^a	59,69 ^{ab}	63,35 ^a	67,97 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 15. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de amido de milho (%) para adesividade-TPA.

Amido	Tempo de armazenamento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	82,94 ^c	138,83 ^b	270,11 ^a	241,85 ^a	240,68 ^a	251,15 ^a	236,46 ^a	244,20 ^a	247,16 ^a
0,25	104,34 ^d	129,24 ^d	177,29 ^c	210,69 ^{bc}	265,97 ^a	240,70 ^{ab}	240,78 ^{ab}	224,78 ^b	232,90 ^b
0,50	36,45 ^e	67,09 ^e	125,57 ^d	135,44 ^{cd}	170,19 ^{bc}	184,97 ^{ab}	180,13 ^{ab}	192,52 ^{ab}	213,67 ^a
0,75	31,03 ^d	42,96 ^{cd}	69,74 ^{bc}	90,64 ^b	140,33 ^a	155,24 ^a	157,18 ^a	170,06 ^a	165,22 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 16. Resultados do teste de Tukey para as médias de armazenamento em cada nível de soro de queijo (%) para adesividade-TPA.

Soro de Queijo	Tempo de armazenamento							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	83,97 ^e	119,93 ^{de}	140,03 ^{cd}	154,61 ^{bcd}	200,13 ^a	210,64 ^a	171,43 ^{abc}	207,63 ^a
15	100,37 ^d	134,06 ^d	209,13 ^c	231,56 ^{bc}	260,19 ^{ab}	259,84 ^{ab}	284,29 ^a	249,73 ^{abc}
30	40,30 ^d	59,03 ^d	115,68 ^c	150,64 ^{bc}	190,70 ^{ab}	175,18 ^{ab}	197,32 ^a	187,27 ^{ab}
45	30,14 ^d	65,10 ^d	177,89 ^{abc}	141,83 ^c	166,16 ^{bc}	186,40 ^{ab}	171,50 ^{abc}	186,94 ^{ab}

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 17. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de amido de milho (%) para coesividade-TPA.

Amido	Tempo de armazenamento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0,62 ^a	0,63 ^a	0,64 ^a	0,64 ^a	0,63 ^a	0,63 ^a	0,63 ^a	0,62 ^a	0,62 ^a
0,25	0,67 ^a	0,64 ^a	0,65 ^a	0,67 ^a	0,66 ^a	0,64 ^a	0,65 ^a	0,65 ^a	0,63 ^a
0,50	0,68 ^a	0,67 ^a	0,68 ^a	0,66 ^a	0,67 ^a	0,68 ^a	0,66 ^a	0,64 ^a	0,68 ^a
0,75	0,68 ^a	0,68 ^a	0,67 ^a	0,66 ^a	0,68 ^a	0,67 ^a	0,66 ^a	0,65 ^a	0,67 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 18. Resultados do teste de Tukey para as médias de armazenamento em cada nível de soro de queijo (%) para coesividade-TPA.

Soro de Queijo	Tempo de armazenamento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0,66 ^a	0,67 ^a	0,65 ^a	0,66 ^a	0,65 ^a	0,66 ^a	0,64 ^a	0,62 ^a	0,63 ^a
15	0,67 ^a	0,66 ^a	0,66 ^a	0,67 ^a	0,69 ^a	0,68 ^a	0,67 ^a	0,66 ^a	0,68 ^a
30	0,66 ^a	0,64 ^a	0,65 ^a	0,65 ^a	0,67 ^a	0,63 ^a	0,64 ^a	0,65 ^a	0,63 ^a
45	0,66 ^a	0,64 ^a	0,66 ^a	0,65 ^a	0,64 ^a	0,65 ^a	0,65 ^a	0,62 ^a	0,65 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 19. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de amido de milho (%) para gomosidade-TPA.

Amido	Tempo de armazenamento (meses)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	24,53 ^e	39,75 ^d	71,28 ^a	58,26 ^b	58,33 ^b	61,65 ^b	59,76 ^b	52,82 ^c	61,19 ^b
0,25	39,57 ^g	37,78 ^g	50,12 ^f	57,13 ^e	71,40 ^a	65,47 ^{bc}	69,53 ^{ab}	59,07 ^{dc}	63,02 ^{cd}
0,50	21,38 ^d	29,36 ^c	37,04 ^b	38,39 ^b	51,01 ^a	51,59 ^a	50,66 ^a	51,63 ^a	55,12 ^a
0,75	19,91 ^c	21,53 ^c	23,28 ^{bc}	26,87 ^b	38,77 ^a	41,00 ^a	40,85 ^a	39,73 ^a	43,37 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 20. Resultados do teste de Tukey para as médias de armazenamento em cada nível de soro de queijo (%) para gomosidade - TPA.

Soro de Queijo	Tempo de armazenamento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	39,40 ^f	45,68 ^e	53,45 ^d	53,42 ^d	68,24 ^{abc}	72,06 ^a	65,98 ^{bc}	63,89 ^c	69,14 ^{ab}
15	34,24 ^f	41,43 ^e	55,03 ^d	54,71 ^d	65,46 ^{ab}	64,04 ^{ab}	67,54 ^a	57,82 ^{cd}	60,84 ^{bc}
30	18,48 ^d	21,23 ^d	32,05 ^c	38,96 ^b	48,51 ^a	43,20 ^b	48,98 ^a	42,23 ^b	49,05 ^a
45	13,26 ^e	20,08 ^d	41,18 ^{ab}	33,56 ^c	37,30 ^{bc}	40,41 ^{ab}	38,30 ^{bc}	39,32 ^{ab}	43,68 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 21. Resultados do teste de Tukey para as médias de tempos de armazenamento em cada nível de amido de milho (%) para elasticidade-TPA.

Amido	Tempo de armazenamento (meses)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,00	0,88 ^b	0,88 ^{ab}	0,90 ^a	0,88 ^{ab}	0,88 ^b	0,88 ^b	0,88 ^b	0,87 ^b	0,88 ^{ab}
0,25	0,88 ^{ab}	0,87 ^b	0,88 ^{ab}	0,88 ^{ab}	0,89 ^{ab}	0,90 ^a	0,89 ^{ab}	0,88 ^{ab}	0,90 ^a
0,50	0,90 ^a	0,89 ^{ab}	0,88 ^b	0,88 ^b	0,87 ^b	0,88 ^b	0,87 ^b	0,87 ^b	0,87 ^b
0,75	0,90 ^a	0,88 ^{ab}	0,87 ^{bc}	0,85 ^c	0,87 ^{bc}	0,87 ^{bc}	0,87 ^{bc}	0,86 ^c	0,87 ^{bc}

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 22. Resultados do teste de Tukey para as médias de armazenamento em cada nível do soro de queijo (%) para elasticidade - TPA.

Soro de Queijo	Tempo de armazenamento								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0,90 ^a	0,88 ^a	0,89 ^a	0,88 ^a	0,88 ^a	0,89 ^a	0,89 ^a	0,88 ^a	0,90 ^a
15	0,87 ^b	0,89 ^{ab}	0,90 ^a	0,87 ^c	0,88 ^{abc}	0,89 ^{abc}	0,88 ^{abc}	0,88 ^{abc}	0,90 ^{abc}
30	0,90 ^a	0,87 ^b	0,87 ^b	0,86 ^b	0,87 ^b	0,87 ^b	0,87 ^b	0,86 ^b	0,87 ^b
45	0,88 ^a	0,87 ^a	0,87 ^a	0,88 ^a	0,87 ^a	0,87 ^a	0,87 ^a	0,87 ^a	0,87 ^a

Letras em comum na mesma linha, não diferem entre si ($p < 0,05$).