

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ESTABILIDADE DE GELEIA DE JAMBO-VERMELHO
(*Eugenia malaccensis*, Lin.) EM COPO DE VIDRO

este exemplar corresponde a redação final da tese defendida
por Ricardo Luis Cardoso e aprovada pela Comissão julgadora
em 13.04.94.

Morris W. Montgomery

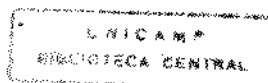
Ricardo Luis Cardoso / 113 / 10000
Engenheiro de Alimentos

Prof. Dr. Morris William Montgomery / 113 / 10000
Orientador

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

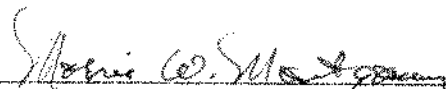
Campinas, São Paulo-Brasil

maio de 1994

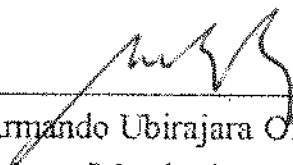


ESTABILIDADE DE GELEIA DE JAMBO-VERMELHO
(*Eugenia malaccensis*, Lín.) EM COPO DE VIDRO

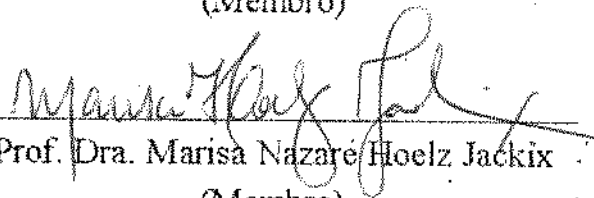
Banca examinadora



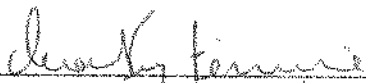
Prof. Dr. Morris Willian Montgomery
(Orientador)



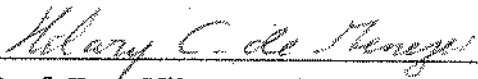
Prof. Dr. Armando Ubirajara O. Sabaa Srur
(Membro)



Prof. Dra. Marisa Nazare Hoelz Jackix
(Membro)



Dra. Vera Lúcia Pupo Ferreira
(Membro)



Prof. Dra. Hilary C. de Menezes
(Membro)



Prof. Dr. Horácio Pezoa Garcia
(Membro)



Prof. Dr. Olavo Rusig
(Membro)

Campinas, de junho de 1994

Dedico
à minha esposa, filhos
e pais.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a todos que, de alguma forma, contribuíram para que o presente trabalho fosse levado avante e especialmente:

ao Prof. Dr. Morris William Montgomery, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, pela orientação, incentivo e apoio durante o curso de Doutorado, bem como pela amizade demonstrada;

aos Profs. Horacio Pezoa Garcia , Hilary C. de Menezes, Marisa Nazaré Jackix, pelo grande apoio;

ao prof. Armando Ubirajara O. Sabaa Srur, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pelo apoio referente à parte experimental da tese;

ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), pelas análises de cor e consistência e à pesquisadora Dra. Vera Lúcia Pupo Ferreira, ao apoio e sugestões apresentadas;

a banca examinadora pelas correções e sugestões apresentada;

aos funcionários Valdeci Pereira dos Santos e Ana Koon, pelo apoio e atenção;

ao Dr. Clóvis Duarte Almeida e a todo o corpo técnico do SENAI - Vassouras - RJ , pelo apoio durante o pré-processamento, caracterização e congelamento da matéria-prima;

ao prof. Francisco Ademar Costa, da UFRRJ, pelas sugestões apresentadas na análise estatística;

aos colegas, Jorge Antônio Gonzaga e José Torquato de Queiroz Tavares, da Escola de Agronomia da UFBA, pelo apoio

à vidraria Santa Marina e à Metalgráfica Rojek, pelo apoio material;

ao Departamento de Química Agrícola e Solos da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, pela oportunidade;

finalmente, ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA-UNICAMP, à CAPES, a colegas e professores de pós-graduação.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1 Considerações gerais sobre a matéria-prima	3
2.2 Substâncias pécticas	6
2.3 Tipos de pectina	12
2.4 Enzimas pécticas	15
2.5 Formação de gel no sistema pectínico	17
2.6 Processo de obtenção de geléia	21
2.7 Defeitos de fabricação	43
2.8 Transformações físicas e químicas durante o processamento e armazenamento	46
3. MATERIAIS E MÉTODOS	52
3.1 Materiais	52
Frutos	52
Açúcares	52
Pectina	52
Embalagem	52
Reagentes	52
Aparelhos e equipamentos	52

3.2 Métodos	53
3.2.1 Análises do fruto	53
3.2.1.1 Análises físicas	53
Densidade real	53
Peso do fruto	53
Peso da casca	53
Peso da semente	53
Dimensões do fruto	53
3.2.1.2 Análises químicas	54
Percentagem de Umidade	54
Extração e purificação da pectina	54
Percentagem de pectina	54
Açúcares redutores	54
Brix	54
Acidez total	54
pH	54
Peso equivalente	54
Conteúdo metoxílico	55
Percentagem de metoxílico	55
Conteúdo acetílico	55
Grau de esterificação	55
Rotação ótica	55
Vitamina C	56
Antocianinas	56
3.2.2 Processamento dos frutos	56
3.2.3. Controle do produto acabado	58
pH	59
Vitamina C	59
Açúcares redutores	59
Acidez total	59

Antocianinas	59
Cor	65
Sinérese	59
Consistência	60
Adesividade	60
Poder geleificante	60
Controle microbiológico	60
Avaliação sensorial	61
Análise estatística	61
Vida-de-prateleira	62
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
4.1. Características físicas e químicas do fruto	63
4.1.1 Características físicas	63
4.1.2 Características químicas	64
4.2 Características iniciais dos produtos	65
4.2.1 Características químicas e físicas	65
4.2.2 Curvas espectrais das geléias de jambo	67
4.2.3 Características sensoriais	68
4.2.4 Características microbiológicas	69
4.3 Estabilidade dos produtos	70
4.3.1 Características sensoriais para os produtos estocados em diferentes níveis de luz e temperatura	70
4.3.1.1 Impressão global	70
4.3.1.1.1 Impressão global para a geléia com casca	70
4.3.1.1.2 Impressão global para a geléia sem casca	72
4.3.1.2 Cor	73
4.3.1.2.1 Cor para a geléia com casca	73
4.3.1.2.2 Cor para a geléia sem casca	73
4.3.1.3 Sabor	75
4.3.1.3.1 Sabor para a geléia com casca	75
4.3.1.3.2 Sabor para a geléia sem casca	76
4.3.1.4 Consistência	77
4.3.1.4.1 Consistência para a geléia com casca	77
4.3.1.4.2 Consistência para a geléia sem casca	78

4.3.2 Características físico-químicas dos produtos	79
4.3.2.1 Luminosidade (L^* Hunter)	79
4.3.2.2 Vermelho (a^* Hunter)	81
4.3.2.3 Cor amarela (b^* Hunter)	84
4.3.2.4 Consistência	87
4.3.2.5 Adesividade	89
4.3.3 Características químicas	91
4.3.3.1 Vitamina C	91
4.3.3.2 Antocianina	93
4.3.3.3 Açúcares redutores	95
4.3.3.4 Acidez total	97
4.3.3.5 pH	99
4.3.3.6 Brix	101
4.3.3.7 Sinérese	103
4.3.4 Vida-de-prateleira	105
5. CONCLUSÕES	111
6. RECOMENDAÇÕES PARA A INDÚSTRIA	113
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
8. APÊNDICE	125
9. ANEXOS	127

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Jambo	4
2. β - eliminação	7
3. Estrutura da protopectina	9
4. Estrutura da pectina	10
5. Estrutura do ácido pécico	11
6. Ligações de cálcio entre os ácidos pécicos	13
7. Formação típica de gel com pectina de geleificação lenta e rápida	14
8. Principais atividades pectinolíticas	16
9. Influência dos componentes básicos na geleificação da pectina	17
10. Interação dos componentes básicos na geleificação	18
11. União de duas micelas por efeito do ácido e açúcar	20
12. Representação esquemática de um gel de pectina. A) codos geométricos causados por presença de raminose; B) acoplamento de zonas lineares; C) ramificações lineares de açúcares re-neutros	21
13. Fluxograma do processamento da fruta para obtenção de geléia	24
14. Ácido ascórbico e seus derivados	47
15. Estrutura química das antocianinas	49
16. Geléias de jambo com e sem casca	58

17. Formulário para a avaliação sensorial	126
18. Curvas espectrais das geléias	67
19. Regressão linear da impressão global da geléia com casca estocada a 35°C com luz	106
20. Regressão linear da cor da geléia com casca estocada a 35°C com luz	106
21. Regressão linear do sabor da geléia com casca estocada a 35°C com luz	107
22. Regressão linear da consistência da geléia com casca estocada a 35°C com luz	107
23. Regressão linear da impressão global da geléia sem casca estocada a 35°C	108
24. Regressão linear da cor da geléia sem casca estocada a 35°C	109
25. Regressão linear do sabor da geléia sem casca estocada a 35°C	109
26. Regressão linear da consistência da geléia sem casca estocada a 35°C	110
27. Estudo das preferências da IPGB (impressão global), cor, sabor e consistência, durante a estocagem, para as geléias com casca(CC) e sem(SC)	128
28. Efeitos da luz e temperaturas nas características sensoriais das geléias	128
29. Efeitos do tempo(dias) nos ^a Hunter, ^b Hunter e ^L Hunter dos produtos nas diversas condições de estocagem (TRATAMENTO) e ambiente	129
30. Efeitos da luz e temperaturas nos ^a Hunter, ^b Hunter e ^L Hunter das geléias	130
31. Efeitos do tempo(dias) na consistência (CST) e adesividade (ADS) em g/cm ² dos produtos	131
32. Efeitos da luz e temperaturas na adesividade (ADS) e consistência(CST) em g/cm ² dos produtos	131
33. Efeitos do tempo na concentração de vitamina C (mg/100 g) dos produtos	132

34. Efeitos da luz e temperatura na concentração de vitamina C (mg/100 g) dos produtos	132
35. Efeito do tempo na concentração de antocianina (mg/kg) na geléia com casca	133
36. Efeitos da luz e temperaturas na concentração de antocianina (mg/kg) da geléia com casca	133
37. Efeitos do tempo(dias) na concentração de açúcares redutores dos produtos	134
38. Efeitos da luz nos açúcares redutores (mg de glicose/100 g) dos produtos	134
39. Efeitos do tempo (dias) na acidez total (% ácido cítrico) dos produtos	135
40. Efeitos da luz e temperaturas na concentração da acidez total(% ácido cítrico) dos produtos	135
41. Efeitos do tempo (dias) nos pH dos produtos	136
42. Efeitos da luz e temperaturas nos pH dos produtos	136
43. Efeitos do tempo(dias) no °Brix dos produtos	137
44. Efeitos do tempo e temperatura no °Brix dos produtos	137
45. Efeitos do tempo(dias) na sinérese (mm) dos produtos	138
46. Efeitos da luz e temperaturas na sinérese(mm) dos produtos	138

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
1. Valores médio mais desvio-padrão das características físicas do jambo	5
2. Temperatura máxima de enchimento relacionado ao conteúdo da embalagem	39
3. Valores médios \pm desvio-padrão (VMDP) das análises físicas jambo	63
4. Valores médios \pm desvio-padrão (VMDP) das análises químicas do jambo	71
5. Características médias \pm desvio-padrão iniciais das geléias	73
6. Características de impressão global, cor, sabor e consistência das geléias	69
7. Resultados do teste de Tukey para contraste de médias para a variável impressão global, na geléia com casca, para o tempo e condições de estocagem	71
8. Resultados do teste de Tukey para contraste de médias para a variável e impressão global do tempo, luz e temperatura da geléia de jambo sem casca	72

9. Resultados do teste de Tukey para contraste de médias da variável cor para a geléia com casca	73
10. Resultados do teste de Tukey para contraste de médias para a variável cor da geléia sem casca	74
11. Resultados do teste de Tukey para contraste de médias para a variável sabor da geléia com casca	75
12. Resultados do teste de Tukey para contraste de médias para a variável sabor da geléia sem casca durante a estocagem	76
13. Resultados do teste de Tukey para contraste de médias para a variável consistência da geléia com casca	77
14. Resultados do teste de Tukey para contrastes de médias para a variável consistência da geléia sem casca	78
15. Resultados do teste de Tukey para contraste de médias para a variável luminosidade em condições e tempo de armazenamento da geléia de jambo com casca	79
16. Resultados do teste de Tukey para contraste de médias para a variável luminosidade em condições e tempo de armazenamento para a geléia de jambo sem casca	80
17. Resultados do teste de Tukey para contraste de médias para a variável L^* Hunter estocadas em TA	81
18. Resultados do teste de Tukey para contrastes de médias para a variável cor vermelha em condições e tempo de armazenamento para a geléia de jambo com casca	82

19. Resultados do teste de Tukey para contrastes de médias para a variável cor vermelha em condições e tempo de armazenamento para a geléia de jambo sem casca	83
20. Resultados do teste de Tukey para contraste das médias para a variável ^a Hunter para as geléias de jambo estocadas em TA.	84
21. Médias obtidas para a variável de cor amarela para o estudo das interações condições e tempo de armazenamento da geléia com casca	85
22. Médias obtidas para a consistência para o estudo das condições e tempo de armazenamento para a geléia de jambo sem casca	86
23. Médias obtidas para ^b Hunter para o contraste de médias, das geléias de jambo, em condições ambientais	87
24. Médias obtidas para a consistência para as condições e tempo de armazenamento da geléia de jambo com casca	88
25. Médias obtidas para a consistência para as condições e tempo de armazenamento da geléia de jambo sem casca	89
26. Médias obtidas para a adesividade para as condições e tempo de armazenamento da geléia de jambo com casca	90
27. Médias obtidas para a adesividade para as condições e tempo de armazenamento da geléia de jambo sem casca	91
28. Médias obtidas para a vitamina C para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca	92
29. Médias obtidas para a vitamina C para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo sem casca	93
30. Médias obtidas da antocianina para o armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca	94

31. Médias obtidas para antocianina, em condições ambientais, da geléia com casca	95
32. Médias obtidas dos açúcares redutores para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca	96
33. Médias obtidas dos açúcares redutores para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo sem casca	97
34. Médias obtidas da acidez total para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca	98
35. Médias obtidas da acidez total para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo sem casca	99
36. Médias obtidas do pH para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca	100
37. Médias obtidas de pH para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo sem casca	100
38. Médias obtidas do Brix para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca	101
39. Médias obtidas do Brix para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo sem casca	102
40. Médias obtidas da sinérese para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca	103
41. Médias obtidas da sinérese para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo sem casca	104

42. Análise de variância para a impressão global da geléia com casca	139
43. Análise de variância para a impressão global da geléia sem casca	139
44. Análise de variância para a cor da geléia com casca	140
45. Análise de variância para a cor da geléia sem casca	140
46. Análise de variância para o sabor da geléia com casca	141
47. Análise de variância para o sabor da geléia sem casca	141
48. Análise de variância para a consistência da geléia com casca	142
49. Análise de variância para a consistência da geléia sem casca	142
50. Análise de variância para a luminosidade da geléia com casca	143
51. Análise de variância para a luminosidade da geléia com casca estocada em condições ambientais	143
52. Análise de variância para a luminosidade da geléia sem casca	144
53. Análise de variância para a luminosidade da geléia sem casca, estocada em condições ambientais	144
54. Análise de variância para a cor vermelha da geléia com casca	145
55. Análise de variância para a cor vermelha da geléia com casca, estocada em condições ambientais	145
56. Análise de variância para a cor vermelha da geléia sem casca	146

57. Análise de variância para a cor vermelha da geléia sem casca, estocada em condições ambientais	146
58. Análise de variância para a cor amarela do produto com casca	147
59. Análise de variância para a cor amarela do produto com casca, estocado em condições ambientais	147
60. Análise de variância para a cor amarela da geléia sem casca	148
61. Análise de variância para a cor amarela da geléia sem casca, estocada em condições ambientais	148
62. Análise de variância para a consistência da geléia com casca	149
63. Análise de variância da consistência para geléia de jambo sem casca	149
64. Análise de variância da adesividade para geléia sem casca	150
65. Análise de variância da adesividade para geléia sem casca	150
66. Análise de variância da vitamina C para geléia com casca	151
67. Análise de variância para a vitamina C da geléia sem casca	151
68. Análise de variância para antocianina da geléia com casca	152
69. Análise de variância para antocianina da geléia com casca, estocada em condições ambientais	152
70. Análise de variância para os açúcares redutores da geléia com casca	153
71. Análise de variância para os açúcares redutores da geléia sem casca	153
72. Análise de variância para a acidez total da geléia com casca	154

73. Análise de variância para a acidez total da geléia sem casca	154
74. Análise de variância para o pH da geléia com casca	155
75. Análise de variância para o pH da geléia sem casca	155
76. Análise de variância para o Brix da geléia com casca	156
77. Análise de variância do Brix para a geléia sem casca	156
78. Análise de variância da sinérese para a geléia com casca	157
79. Análise de variância da sinérese para a geléia sem casca	157

ÍNDICE DE QUADROS

	Página
1. Aplicações de pectinas em alimentos	8
2. Peso de enchimento incorreto	43
3. Sinérese	44
4. Gel muito firme	4
5. Gel fraco ou formação de gel	45
6. Geleificação antecipada	46

RESUMO

Foram estudadas algumas características físicas e químicas do jambo (*Eugenia malaccensis*, L.) com o objetivo de se desenvolver tecnologicamente a formulação para a geléia do fruto com e sem casca, fazendo-se o controle químico, físico, microbiológico e análise sensorial dos produtos acabados e estocados a 25 e 35°C, com e sem luz, por um período de 167 a 337 dias. Foram também avaliados a cor e a antocianina em condições ambientais. Estabeleceu-se para a melhor formulação da geléia com e sem casca a adição de 0,28% de ácido cítrico e 0,4% de pectina ATM em relação ao suco, 50% de açúcar (90% de sacarose e 10% de glicose) para 50% de suco. Os resultados demonstraram que o jambo utilizado apresentou um índice médio de maturação 8,1, rendimento em polpa 75,1%, Brix 6,5°, acidez total $0,80 \pm 0,12$ % em ácido cítrico, pH $3,38 \pm 0,01$, vitamina C $34,26 \pm 0,77$ mg / 100 g, antocianina $47,89 \pm 0,53$ mg / kg, pectina $0,76 \pm 0,2$ % em ácido pécico, peso equivalente da pectina 12439 ± 53 , conteúdo metoxílico (%) da pectina $10,8 \pm 0,06$, grau de esterificação da pectina 66,17, rotação ótica da pectina $174^\circ \pm 12^\circ$ e umidade. A avaliação sensorial, mostrou que a geléia obtida da polpa com casca foi superior em termos de cor, sabor e impressão global, porém as qualidades (cor, impressão global e consistência) diminuíram durante o período e condições de estocagem em presença de luz e maior temperatura e a nota de sabor foi menor para a maior temperatura; na geléia obtida de polpa sem casca e o tempo de estocagem afetou a cor e a consistência sendo que está decresceu em maior temperatura. O limite de aceitação para geléia com casca foi de 247 dias (tempo considerado como vida útil) e a geléia sem casca foi aceita durante todo o período de estocagem (337 dias) nas condições deste estudo. A luminosidade (L_{Hunter}) da geléia sem casca apresentou maiores valores para os produtos colocado em presença de luz, menor temperatura, porém diminuiu durante a estocagem e a geléia de jambo com casca apresentou um acréscimo de L_{Hunter} durante o tempo de armazenamento, menor valor em presença de luz e temperatura. O parâmetro de cor amarela (b_{Hunter}) aumentou nas

geléias estocadas sem luz e maior temperatura. Na geléia obtida com casca houve maior intensidade de cor vermelha (a^* Hunter) em relação à sem casca, havendo um decréscimo ao longo do tempo e na presença de luz e maior temperatura. O produto sem casca, teve um crescimento do a^* Hunter com o tempo e sendo maior valor quando exposta a luz e 35 °C. A consistência das geléias determinadas fisicamente foi menor quando estocada na presença de luz e maior temperatura. Observou-se que a consistência e adesividade teve um incremento até o 66º dia, a partir daí, decresceram até o 167º dia. A adesividade não foi influenciada pelo tratamento de temperatura. Observou-se diminuição do teor de vitamina C para os produtos durante o armazenamento e em maior temperatura para a geléia sem casca; e não houve influência da luz na concentração de vitamina C. Os teores de antocianinas apresentaram maiores valores em condições de maior temperatura e na ausência de luz e decresceram durante a estocagem. Os açúcares redutores apresentaram menores valores em temperatura mais baixa e aumentaram durante o armazenamento. A acidez total, pH e Brix permaneceram constantes, nas condições estudadas. Houve uma maior sinérese para a geléia com casca estocada em temperatura mais elevada e um aumento deste fenômeno, durante a estocagem para a geléia obtida com o fruto sem casca. Conclui-se que o jambo é uma matéria-prima viável tecnologicamente para obtenção de geléia, em virtude do alto teor de polpa, de pectina e as boas características sensoriais que apresentaram.

SUMMARY

Some physical and chemical characteristics of mountain apple (*Eugenia malaccensis*, L.) were studied, aiming at developing the technology for a more adequate better preparation of mountain apple jams from the fruit, with and without peel. The finished products were evaluated using physical, microbiological and sensorial analyses during the storage period at 25 and 35°C with and without the presence of light for a period of from 167 to 337 days. The color of the jam and anthocyanin content were also evaluated at room temperature. The best formulation for jams made from mountain apple pulp with and without peel was achieved by addition of 0,28% citric acid, 0,4% pectin ATM and one part of sugar (90% sucrose and 10% glucose) to one part of pulp. The pulp of the mountain apple used to make jams had a medium index of maturation of 0.81, brix of 6.5°, total acidity of 0.80 ± 0.12 as citric acid, pH of 3.38 ± 0.01 , vitamin C content 34.26 ± 0.77 mg/100g, anthocyanin content 47.89 ± 0.53 mg/Kg, pectin content of $0.76 \pm 0.2\%$ as pectin acid, equivalent weight of pectin of 12.439 ± 53 , methoxyl content of the pectin of $10.8 \pm 0.06\%$, degree of esterification of pectin of 66.17, optical rotation of pectin of $174^\circ \pm 12^\circ$, moisture content 87% and yield of pulp 75.1%. The sensory evaluation revealed that the jam prepared from the fruit with peel had a better color, flavor and a overall impression. However the color, overall impression and consistency were negatively affected by the presence of the light and higher temperatures during the storage. The flavour was more affected by the higher temperature. The storage time affected the color and consistency of the jam prepared from the fruit without peel. The latter was also affected by higher temperatures. In spite of the decrease in the sensorial characteristics during storage, the jam made from the fruit with the peel was acceptable for 247 (shelf life). The jam made from fruit without peel was acceptable for 337 days. The L_{Hunter} value of the mountain apple jam made from fruit without peel was greater for the products stored in the presence of the light and at lower temperature. The initial L_{Hunter} values diminished during storage period.

The mountain apple jam made from fruit with peel increased its L^* Hunter value during storage and gave lower values in the presence of light and at higher temperatures. The jams stored in the absence of light and higher temperatures tended to increase their b^* Hunter value. Jams made from fruits with peel had a greater a^* Hunter value. The a^* Hunter value decreased more during storage in the presence of light and at higher temperatures in the jams made with peel. Jam made without peel increased its a^* Hunter value with storage time in the presence of light and at higher temperatures. During storage, the physical analysis of the consistency of the jam with peels increased up to the 66th day followed by a decrease up to the 166th day in the presence of light and higher temperatures. Adhesion of the jams was not influenced by the storage temperatures but an increase was observed up to the 66th day of storage with a subsequent decrease. A decrease in vitamin C content occurred in the jams during storage, with the higher temperatures causing a greater decrease however light did not influence the loss of vitamin C. The anthocyanin content was higher in the jams stored at the higher temperature and in the absence of light and decreased during storage. Reducing sugars were lower in samples stored at the lower temperature and increased during storage. Total acidity, pH and °Brix were constant during storage, demonstrating the stability of these products. The jams stored at the higher temperature showed more syneresis, which increased during storage in jam made without. In conclusion, the mountain apple fruit is a technologically viable raw material for the preparation of jams due to its high content of pulp and pectin, and the jams prepared in this investigation demonstrated good sensory characteristics with a reasonable shelf life.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Comentários gerais

O jambeiro é uma árvore disseminada por quase todo o território brasileiro, em virtude de sua fácil adaptação ao clima e ao solo. Não medra nas regiões frias e nas semi-áridas (CAVALCANTE, 1974 e GOMES, 1982).

Não há publicações oficiais que revelem, ou mesmo estimem a produção anual de jambo, mas pode-se observar, em todos os Estados do Norte e do Nordeste e em alguns do Sudeste, como Rio de Janeiro e Minas Gerais, jambeiros cultivados com finalidade ornamental, de sombreamento ou para o consumo de seu fruto *in natura*.

O jambo, embora abundante em certas regiões, não é utilizado, a não ser para consumo *in natura* nas regiões produtoras. Em certos locais pode ser encontrado o ano inteiro, podendo haver, no mesmo ano, dois períodos de abundância, geralmente, de abril a maio e de agosto ou setembro a novembro (CAVALCANTE, 1974).

Grande parte dos frutos é desperdiçada na época da safra, em virtude da alta produção de frutos por árvore e do curto período de produção; da pequena vida útil do fruto *in natura* e da falta de conhecimento da viabilidade tecnológica para a sua industrialização.

A literatura consultada não forneceu dados referentes à estabilidade do jambo na forma de geléia; porém, em consequência das características apresentadas pelo fruto, tais como: pH $3,4 \pm 0,1$, pectina $0,77 \pm 0,2\%$ em ácido pécico e um alto rendimento em polpa (75%), constitui matéria-prima passível de industrialização, principalmente como geléia, à semelhança de outros frutos como o morango, podendo proporcionar incentivo à produção mais racional dessa cultura.

1.2 Objetivo

Caracterizar o jambo e a sua pectina para estabelecer a formulação adequada para a produção de geléia. Observar a estabilidade em função de tempo, luz e temperatura, nas geléias com e sem casca, por meio do controle químico, físico, microbiológico e sensorial dos produtos acabados e armazenados a $25,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, com luz (660 ± 20 lux) e sem luz, por um período de 5 a 11 meses. Observar estabilidade para os produtos estocados em condições ambientais (antocianinas e cor).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Considerações gerais sobre a matéria-prima

O jambeiro é originário da Ásia, existindo em estado nativo na Índia e Malásia, sendo cultivado em quase todas as ilhas do Pacífico (CAVALCANTE, 1974 e HEDRICK, 1972). A literatura consultada não forneceu registro histórico sobre a introdução desta fruteira no Brasil. BARUFFALDI *et al.* (1981) afirmam que o jambeiro-vermelho é nativo do Nordeste do Brasil.

Há jambeiros em quase todo o Brasil ou é possível tê-los, exceto nas regiões semi-úmidas e semi-áridas sem irrigação e nas áreas onde o frio é severo (CAVALCANTE, 1974 e GOMES, 1982). É frequentemente cultivado para sombreamento e ornamentação (CAVALCANTE, 1974).

A árvore, de 12 a 15 metros de altura, mirtácea, copa caracterizada por seu aspecto cônico-alongado e denso, cuja ramificação, abundante e regular, se inicia à altura de 1,5 a 2,0 m do solo, é belíssima e de porte altaneiro. As folhas são coriáceas, blongo-lanceoladas ou ablongo-elípticas, de 25 a 35 cm por 10 a 15 cm. As inflorescências, um curto e espesso ramíceo, formam-se nos ramos, no interior da copa e, embora abundantes, geralmente são pouco visíveis, salvo quando observadas de sobre a árvore. As flores são dotadas de cálice afilado, espesso, com cerca de 2 cm de altura, pétalas orbiculares, com os bordos membranáceos e estames de cor vermelha com cerca de 3 cm de comprimento (CAVALCANTE, 1974 e GEMTCHUSNICOV, 1976).

O fruto (Figura 1), uma baga piriforme, de 5,5 cm de altura, com superfície vermelho-escura e polpa branca succulento-esponjosa, contém uma semente globosa e exala aroma forte de maçã e fragrância de rosas; o sabor é característico, a casca fina e a polpa quebradiça (CAVALCANTE, 1974; GEMTCHUSNICOV, 1976 e HEDRICK, 1972).

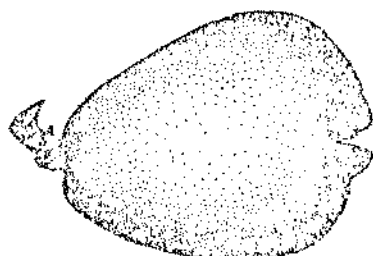


FIGURA 1. Jambo

Estudos realizados por uma combinação de cromatografia-espectrometria de massa (LEE *et al.*, 1989) identificaram os seguintes componentes voláteis: isobutil álcool, hexanal, butil álcool, 3-hidróxi-2-butanose, hexanol, cis-3-hexen-1-ol, trans-3-hexen-1-ol, cis-linalool óxido (5-membered), trans-linalool óxido (5-membered), linalool, geraniol, benzil álcool, 2-fenil-etil-álcool, cinnamaldeído, 3-fenil-1-propanol e cinnamil álcool. Observaram-se também que os componentes do jambo responsáveis pelo aroma de rosa são os 2 linalol óxido, o linalool e o 3-fenil-1-propanol.

O jambo contém, em 100 g de polpa: 8,61 g de sólidos solúveis; 0,13 g de cinzas; 0,56 g de acidez (POPENOE, 1939); 400 UI de vitamina A, 0,02 mg de tiamina, 0,04 mg de riboflavina, 0,9 mg de niacina, 69 mg de ácido ascórbico, 0,20 g de lipídios; 25 mg de retinol (USDA, 1962); 1,00 g de proteínas, 0,029 g de cálcio, 0,037 g de fósforo e 0,07 mg de ferro (SIMÃO, 1983); 1,49 g de frutose; 1,6 g de glicose (CHAN & LEE, 1975); 12,80 g de glicídios, 0,80 g de proteína, 0,20 g de lipídios, 26 mg de cálcio, 13 mg de fósforo; 1,4 mg de ferro; 25 mg de retinol; 20 mg de tiamina; e 30 mg de riboflavina (FRANCO, 1982).

Na análise realizada em ácidos graxos da polpa e da semente do fruto encontrou-se a seguinte composição: **polpa** - teor de óleo 0,23%; carbono 12 = 0,2%; carbono 14 0,9%; carbono 15 = 0,3%; carbono 16 = 30,7%; carbono 16 com valência negativa 1 = 1,4%; carbono 18 = 4,9%; carbono 18 com valência negativa 1 = 30,1%; carbono 18 elevado à valência negativa 3 = 8,2%; **semente** - teor de óleo 0,46%; carbono 12 = 0,3%; carbono 14 = 1,0%; carbono 15 = 0,3%; carbono 15 elevado a valência negativa 1 = 0,2%; carbono 16 = 34,0; carbono 16 elevado à valência negativa 1 = 0,7%; carbono 17 = 0,4%; carbono 18 = 4,3%; carbono 18 elevado à valência negativa 1 = 22,8%; carbono 18 elevado à valência negativa 2 = 30,3%; carbono 18 elevado à valência negativa 3 = 5,8% (BARUFFALDI *et alli*, 1981).

As tabela 1 mostra as características físicas médias mais o desvio-padrão encontradas no fruto (CARDOSO, 1985).

Tabela 1. Valores médios mais desvio-padrão das características físicas do jambo

Características	Valores médios
Diâmetro maior (cm)	5,39 ± 0,40
Diâmetro menor (cm)	4,40 ± 0,32
Peso do fruto (g)	38,92 ± 2,41
Peso da semente (g)	6,68 ± 0,80
Peso da casca (g)	2,56 ± 0,27
Densidade real (g/cm ³)	0,88 ± 0,02
Densidade aparente (g/cm ³)	0,61 ± 0,02
Textura (Kgf/g)	0,92 ± 0,03

Fonte: CARDOSO, 1985)

Com referência à produção de etileno e respiração dos frutos, considera-se um fruto não climatérico (AKAMINE & GOO, 1979). O descascamento químico do jambo

em hidróxido de sódio a 1% a 96°C se deu em 60 segundos e o seu branqueamento ocorreu em 110 segundos em água a 100°C (CARDOSO & SABAA, SRUR, 1986).

Conforme CORREA (1978), existem outras variedades de jambo, como: jambo branco (*Jambosa aquea*, R.), também chamado de jambo-aguado, são pequenos, aguados e sem gosto; jambo bravo (*Calycorectes sellowianus*, B.), fruto com casca vermelha, pequeno e comestível; jambo-amarelo (*Eugenia jambos*, L.), também conhecido como jambo-cheiroso, de casca amarela, muito aromático, de polpa succulenta e ácida.

2.2 Substâncias pécticas

Há muitos anos, observou-se que certas misturas de frutas eram capazes de formar gel com açúcar sob cozimento; porém, somente há 150 anos, um químico francês isolou a substância responsável pela formação do gel. Ele a chamou de pectina; de acordo com o latim "pektos" significa firme, referindo-se à sua função: formar gel (MARONI, 1992).

As substâncias pécticas ou pectinas encontram-se presentes nos tecidos vegetais de muitas plantas, pertencem a hemicelulose e classificam-se como colóides reversíveis, participam da estrutura celular e da lamela mediana dos tecidos vegetais e estão associadas ao processo de maturação dos frutos (RAUCH, 1965).

A Sociedade Americana de Química definiu, em 1944, como substâncias pécticas um grupo de derivados de carboidratos complexos que ocorrem ou são preparados de plantas contendo uma grande quantidade de unidades de ácido anidrogalacturônico em forma de cadeia. Os grupos carboxílicos do ácido poligalacturônico podem estar parcialmente esterificados por grupos metílicos e parcial ou completamente neutralizados por uma ou mais bases (KERTZ, 1951).

As substâncias pécticas podem ter até mais de mil unidades de ácido anidrogalacturônico e seu peso molecular pode variar de 30.000 a 300.000. No grupo funcional no carbono 6 do resíduo do ácido galacturônico pode existir um metil éster (GROSS *et al.*, 1982).

Também foram encontradas outras unidades de açúcares, assim como arabanos, galactanas, xiloglicose, raminose e fenólicos, numa proporção de 5 a 10% da pectina (KERTZ, 1951.; KRAUTCHENKO *et al.*, 1992; VRIES, *et al.*, 1982; VRIES, *et*

alli, 1983 e SAND, 1982). A pectina é um colóide reversível, isto é, pode ser dissolvida em água, precipitada, secada e redissolvida sem alteração de suas propriedades físicas (CRUESS, 1978).

A pectina tem 2,86 kcal/g e em experimentos com ratos e pintinhos, verificou-se uma digestibilidade de 75%, com a utilização de 20 a 30% da energia. As pesquisas sobre o assunto apresentam dados muito variáveis, muito pobres em definições, ficando, portanto, difícil estabelecer exatamente a sua digestibilidade (STAUB, 1982).

Além do álcool, muitos sais metálicos têm o poder de precipitar a pectina e os precipitados de pectinas com sais minerais já foram considerados compostos químicos definidos. As análises dos precipitados dão diversos índices de sal em relação à pectina e a atual concepção de precipitação é que ela é uma coagulação eletrolítica semelhante à que ocorre com muitos outros colóides, quando são adicionados eletrólitos apropriados (CRUESS, 1973).

VIDAL-VALVERD *et alli* (1982) analisaram a concentração das substâncias pécicas: em percentagem de ácido anidrogalaacturônico (AGA) em 17 tipos de frutas, com diferentes variedades e estágio de maturação, observando que não houve variação significativa da concentração entre as variedades botânicas e o estágio de maturação como: maçã (*Pyrus malus*, L.), variedade Starking, madura = $0,56 \pm 0,01$ %, variedade Golden, madura = $0,50\% \pm 0,02\%$; uva variedade Rosett, verde = $0,42 \pm 0,03\%$, madura = $0,37 \pm 0,2\%$; uva variedade Villanueva, verde = $0,41 \pm 0,02\%$, madura = $0,68\%$.

Comparando com outros agentes geleificantes, a pectina apresenta uma extraordinária estabilidade em pH entre 3 e 4,5 à temperatura ambiente. Aumentando o pH e a temperatura, há uma degradação por hidrólise da pectina (β -eliminação), diminuindo rapidamente a viscosidade e as propriedades geleificantes (Figura 2). A desesterificação também é favorecida com o aumento do pH (CHRISTENSEN, 1986).

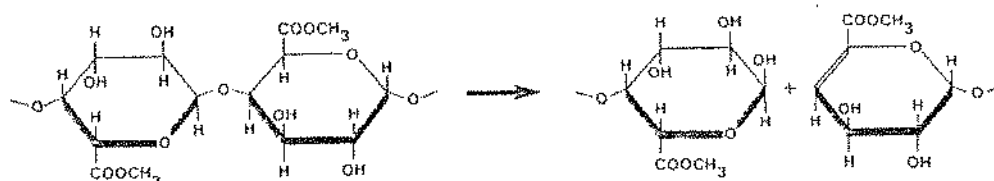


FIGURA 2. β -eliminação (CHRISTENSEN, 1986)

Aproximadamente 80% das pectinas produzidas são utilizadas na indústria de conservas de frutas, na produção de doce em massa, geléia, compotas e como espessante. O Quadro 1 mostra a aplicação de pectina em alimentos (CHRISTENSEN, 1986).

QUADRO 1. Aplicações de pectina em alimentos

Grupo de produto	Função da pectina	Porcentagem utilizada
Doce em massa, geléia e compotas	Geleificante e espessante	0,1-1,0
Panificação	Geleificante e espessante	0,5-1,5
Preparados de frutas	Espessante e estabilizador	0,1-1,5
Bebidas de frutas e molhos	Espessante e estabilizador	0,5-2,5
Produtos lácteos	Espessante e estabilizador	0,1-1,0
Confeitaria	Espessante e geleificante	0,5-2,5

Fonte: CHRISTENSEN (1986)

Entre as substâncias pécticas mais importantes tem-se:

2.2.1 Protopectina

Protopectina é a substância insolúvel em água que, por hidrólise enzimática ou ácida, fornece ácido péctico. Está presente na lamela média da parede celular e, combinada com a celulose, atua como material de cimento, mantendo as células juntas. Durante a maturação dos frutos por atividade enzimática, é transformada em ácido péctico e/ou pectínico, com uma conseqüente diminuição da rigidez dos tecidos, o que pode ser observado microscopicamente com o emprego de corantes, principalmente o vermelho-rutênio (CRUESS, 1973 e HIDALGO *et alli*, 1965b).

As substâncias pécnicas nas camadas intercelulares ocorrem como poligalacturonatos insolúveis de cálcio, incluindo os pectinatos (JOSLYN & PHAFF, 1947). A hipótese da presença de cálcio na estrutura da protopectina é bastante aceita e poderá ser vista na Figura 3, onde G representa uma unidade de ácido galacturônico.

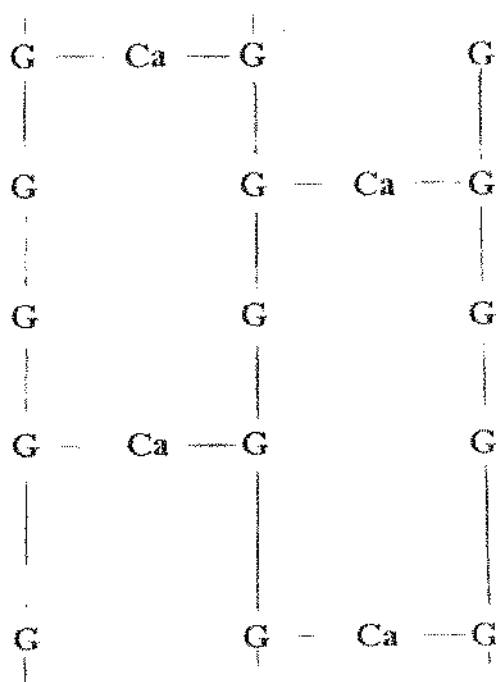


FIGURA 3. Estrutura da protopectina (DESROSIER, 1964).

2.2.2 Ácidos pectínicos

São ácidos poligalacturônicos com propriedades coloidais, contendo uma pequena proporção de grupos metílicos esterificados. Sob certas condições podem formar gel com açúcar e ácido ou com sais metálicos, se tiverem baixo teor de metoxilação (KERTZ, 1951).

O termo geral pectina compreende os ácidos pectínicos de variáveis proporções de ésteres metílicos (7-12%) e grau de neutralização, dos quais é capaz de formar géis com açúcar e ácido em condições favoráveis. A Figura 4 mostra a estrutura da pectina.

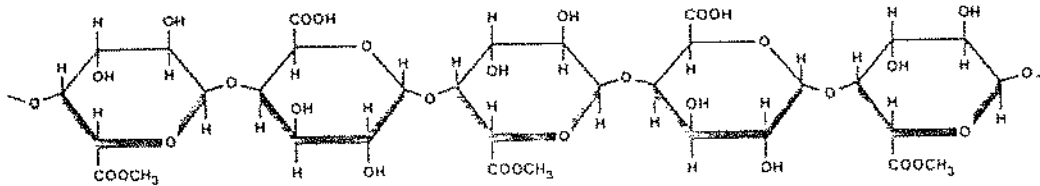


FIGURA 4. Estrutura da pectina (SAND, 1982).

A pectina de várias frutas e hortaliças varia em quantidade e qualidade, dependendo do vegetal e do seu estágio de maturação, também podendo variar seu teor de grupos metoxilas, grau de polimerização, esterificação e, conseqüentemente, as suas propriedades físicas. A pectina de beterraba caracteriza-se por possuir um grupamento acetil em vez de metoxílico (CRUESS, 1973).

Os ácidos pectínicos, que formam géis firmes, são moléculas de alto peso molecular e uma quantidade elevada de grupos éster-metílicos e, conseqüentemente, uma baixa percentagem de grupos carboxílicos e uma baixa percentagem de grupos carboxílicos livres (JOSLYN & PHAFF, 1947).

A medida da esterificação do ácido galacturônico pode ser indicada pela quantidade de grupos metoxilas (-OCH₃) ou pelo seu grau de esterificação representado pelo número de grupos carboxílicos em ácido galacturônico. Quando os grupos carboxílicos em ácido galacturônico são todos esterificados, o conteúdo metoxílico é de 16,32% e o grau de esterificação, de 100% (DOESBURG, 1965).

2.2.3 Ácido péctico

Este termo é aplicado aos ácidos poligalacturônicos coloidais, em sua maioria livres de grupos metil-ésteres (0-0,8%). Os seus sais, pectatos, são neutros ou ácidos. A Figura 5 mostra a estrutura do ácido péctico.

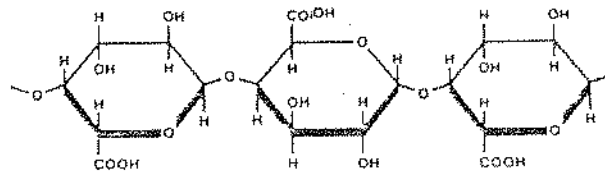


FIGURA 5. Estrutura do ácido péctico (SAND, 1982).

O ácido péctico puro é um pó branco bem solúvel na água e que forma uma solução bem mais clara do que a pectina. Conduz corrente elétrica, tem sabor acre e é precipitado como pectato de cálcio, tendo este fato viabilizado a sua utilização como método de análise das soluções de pectina (CRUESS, 1973).

Se todos os grupos metoxila da pectina são removidos, obtém-se o ácido péctico. A remoção dos grupos radicais metoxila pode ser realizada do seguinte modo: por pectinesterase da própria fruta, especialmente pelo seu apodrecimento, ou adicionada; por tratamento de ácido sob temperatura relativamente baixa, baixo pH e um período relativamente longo; por emprego de álcali diluído, sob cuidadosas condições de controle de pH, temperatura e tempo de tratamento (CRUESS, 1973).

A formação de ácido péctico é indesejável na conservação de suco de frutas, por causa da formação de precipitados. Por isso, é necessária a inativação da pectinesterase e outras enzimas responsáveis pela hidrólise da pectina em ácido péctico (GAVA, 1985).

2.3 Tipos de pectinas

O poder de geleificação das pectinas está diretamente relacionado com o seu grau de polimerização. As condições de geleificação estão fortemente relacionadas com o seu conteúdo metoxílico. As pectinas com alto conteúdo metoxílico têm poder geleificante somente em presença de açúcar e ácido, enquanto as pectinas de baixo teor de grupos metoxila geleificam sem açúcar, em presença de certos íons metálicos (KERTZ, 1951). Por estas características é comum classificar as pectinas em pectinas de alto conteúdo metoxílico e pectinas de baixo conteúdo metoxílico.

2.3.1 Pectinas de baixo conteúdo metoxílico

As pectinas pouco esterificadas que têm um conteúdo metoxílico em torno de 7% são capazes de formar géis em presença de pequenas quantidades de açúcar, desde que tenham pequenas quantidades de íons divalentes (LOPEZ, 1962).

Geralmente obtêm-se pectinas pouco esterificadas a partir de pectinas com alto grau de esterificação, por hidrólise de álcali, enzimas ou ácido. As pectinas obtidas por estes três métodos não são idênticas, pois diferem nas suas características reológicas e, principalmente, em suas reações com os íons divalentes (MEYER, 1966).

A desesterificação da pectina com hidróxido de sódio em pH 8 e temperaturas variando entre 5 e 7°C é tão rápida que não permite medidas exatas do tempo necessário para a produção de uma pectina com determinado nível de grupos metoxilas, sendo este tempo de desesterificação 2,5 vezes maior, quando comparado com hidróxido de amônio em pH 11 e no mesmo intervalo de temperatura. A desesterificação com ácido clorídrico 1,4 N é bem mais lenta do que nas condições anteriores, mas em compensação, a degradação do polímero é bem menor (BLACK & SAMIT, 1972). VORAGE e PILNIK (1972) necessitaram de 24 horas para desesterificar uma pectina de limão com 38% de metoxilação, em pH 5,0, com citrato de sódio, para obter o grau de 5%.

Géis preparados com pectinas desesterificadas com ácido ou hidróxido produzem géis de firmeza semelhante, desde que os pesos moleculares e seus conteúdos de grupos carboxila livres sejam aproximadamente iguais. Quando a

2.3.2 Pectinas de alto conteúdo metoxílico

Denominam-se pectinas de alto conteúdo metoxílico aquelas das quais vários grupos carboxílicos das unidades de ácido galacturônico estão esterificados com metanol e o teor de grupos metoxílicos está acima de 7% (LOPEZ, 1962).

As pectinas de alto conteúdo metoxílico são menos polares e solúveis e geleificam mais rapidamente e as propriedades reológicas do gel dependem do grau de esterificação (KENFULL & SCOTT, 1985).

A temperatura que forma gel durante o processo de resfriamento depende do grau de esterificação. Usando como parâmetro o grau de esterificação, as pectinas podem ser classificadas em três tipos (LOPEZ, 1962):

-**Pectina de geleificação lenta** - grau de esterificação: 60-65%; temperatura de formação de gel: 45-60°C.

-**Pectina de geleificação semi-rápida** - grau de esterificação: 66-70%; temperatura de formação de gel: 55-75°C.

-**Pectina de geleificação rápida** - grau de esterificação: 70-76%; temperatura de formação de gel: 75-85°C.

A Figura 7 mostra a formação de gel em doce em massa, em pectina de geleificação rápida e lenta (CHRISTENSEN, 1986).

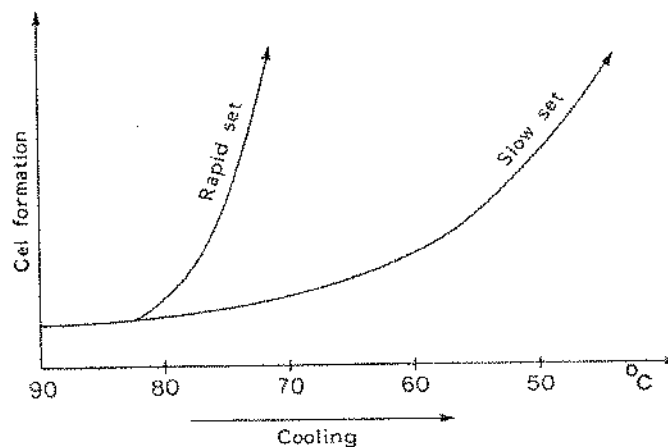


FIGURA 7. Formação típica de gel com pectina de geleificação lenta e rápida

As propriedades reológicas do gel da pectina de alto teor de metoxilação dependem do grau de esterificação e dos açúcares utilizados. Em geléia feita com xarope de glicose e sacarose a 65%, em pH 3,2-3,4 e 0,75-1,00% de pectina, MANABE e NISHII (1983) observaram que o gel obtido com sacarose era mais elevado e estável, em relação ao de glicose. Esta informação é importante para otimizar as propriedades reológicas do gel.

2.4 Enzimas pécticas

As pectinases são um grupo de enzimas que têm ação degradativa sobre as substâncias pécticas. Classificam-se conforme o substrato sobre que atuam.

2.4.1 Protopectinase

É uma enzima hipotética que transforma as protopectinas insolúveis em água, das frutas verdes, em ácido pectínico solúvel em água, após o amadurecimento da fruta (CRUESS, 1973); a sua existência é posta em dúvida, acreditando-se que as demais enzimas pécticas exerçam aquela ação.

2.4.2 Poligalacturonase (PG)

Também conhecidas como enzimas pectinolíticas, rompem os enlaces glicosídicos α -(1-4) dos polímeros pécticos, causando assim o abrandamento dos tecidos. Na extração de sucos para geléia, esta enzima deve ser inativada antes da extração, porque, em caso contrário, diminuirá o poder geleificante da pectina. Quando a sua ação incide somente nos enlaces glicosídicos que unem os resíduos de ácido galacturônico não esterificado, denomina-se poligalacturonase (*PGL*). Quando pode atuar sobre o polímero totalmente metilado, chama-se polimetilgalacturonase (*PMG*). A atividade ótima da *PG* verifica-se com o pH 3,5 a 4,2 (FORCARTY, 1975). Tem uma energia de ativação de 11,9 kcal/mole e pode ser inibida com ácidos tânico, clorogênico, caféico e gálico (YUAN, 1978).

2.4.3 Pectinesterase (PE)

Catalisa a eliminação dos grupos metoxílicos da molécula de pectina; tem pH ótimo de atividade em torno de 7,5 e atua para atacar uma unidade esterificada. Precisa, pelo menos, de uma unidade de ácido galacturônico livre de grupos metoxilas, sendo que em pH 4,5 perde a atividade. Nem sempre está presente nas frutas que têm pectina, como em determinadas variedades de maçãs e beterrabas; em frutas cítricas e em tomates encontra-se em grandes quantidades. A Figura 8 esquematiza o modo de ação das atividades pectinolíticas mencionadas anteriormente (FORCARTY, 1975).

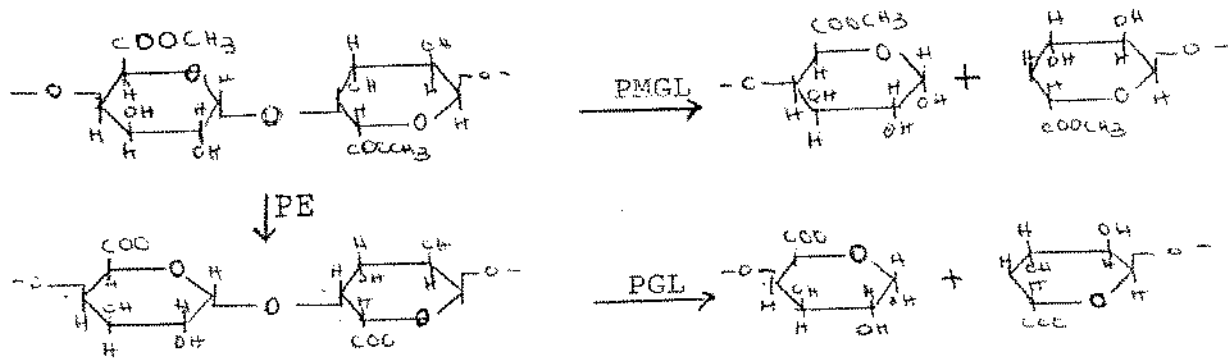


FIGURA 8. Principais atividades pectinolíticas: pectinesterase (PE); polimetilgalacturonase (PMGL); poligalacturonatoliase (PGL).

As enzimas pécticas são produzidas por bactérias, fungos e leveduras. Do ponto de vista comercial, as pectinas fúngicas são preferidas pela indústria por três razões:

1) produzem-se extracelularmente, o que apresenta a vantagem da sua recuperação do caldo fermentado; 2) as atividades pectinolíticas que têm os filtrados livres de células são capazes de diminuir a viscosidade dos sucos de frutas; 3) as características das pectinases produzidas por fungos, como pH e temperatura ótimos de atividades, são muito similares às condições de uso na elaboração de sucos de frutas (FORCARTY, 1975).

2.5 Formação de gel no sistema pectínico

A formação de gel dos ácidos pectínicos (pectinas de alto grau de metoxilação) ainda não está completamente esclarecida, existindo muitas teorias para elucidar o mecanismo de geleificação. Todas concordam em que essa formação se dá em virtude da precipitação das pectinas, que formam uma rede quando, juntamente com ácidos, água e açúcares, se encontram em adequado equilíbrio.

O esquema de Rauch (Figura 9) mostra a relação açúcar, pectina e pH e sua importância na formação de geléia.

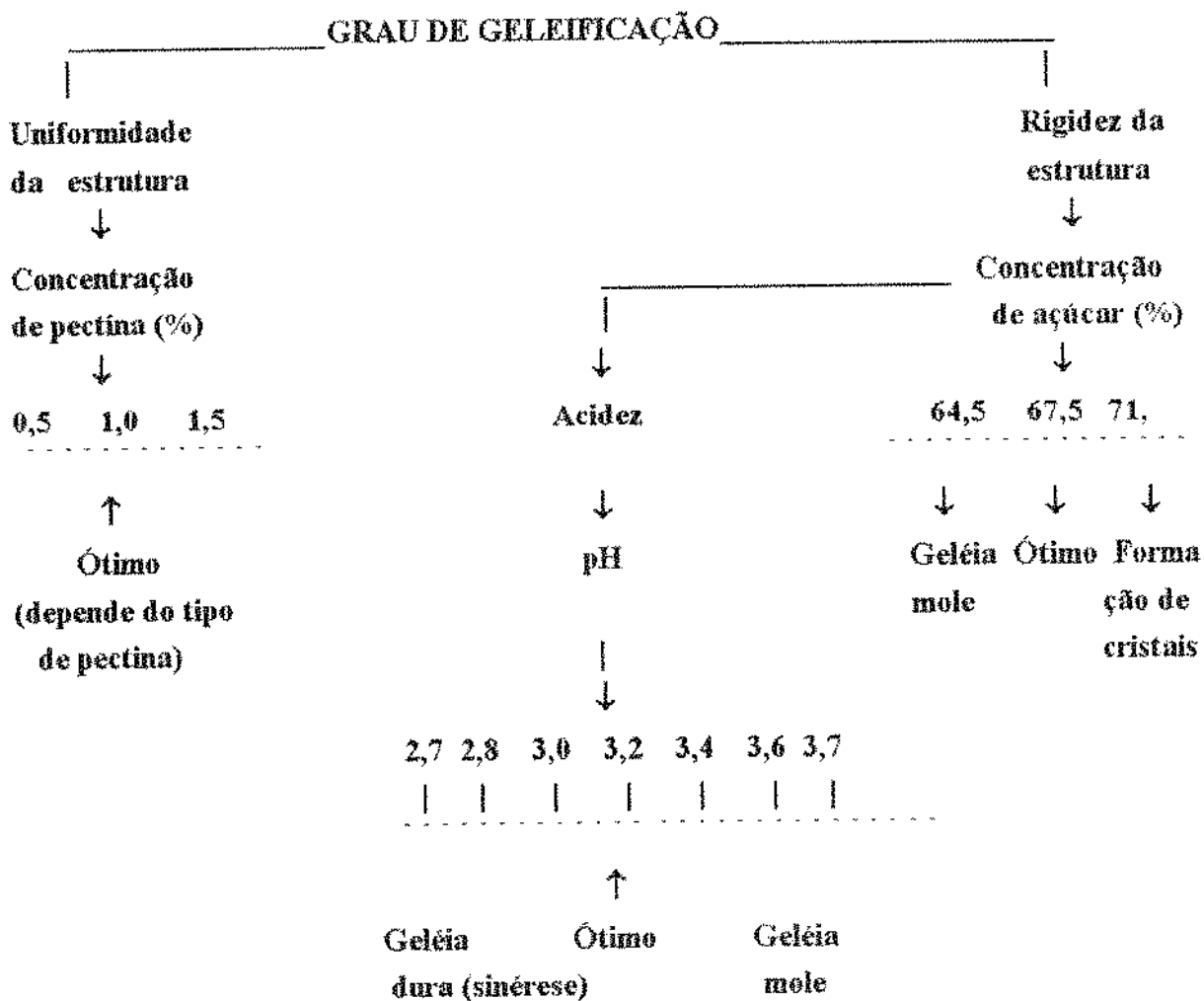


FIGURA 9. Influência dos componentes básicos na geleificação da pectina (RAUCH, 1965).

A concentração ótima de açúcar está ao redor de 67,5%, porém, é possível fazer geléia com alto teor de pectina e ácido com menos de 60% de açúcar. O ácido enrijece as fibras da rede, mas a alta acidez afeta a elasticidade, deixando muito dura ou, por outro lado, muito fraca, em virtude da hidrólise da pectina. A quantidade de pectina necessária à formação de gel depende da continuidade da estrutura, isto é, seu peso molecular (JACKLX, 1988 e RAUCH, 1965).

As teorias do mecanismo de formação de gel não se diferenciam em sua essência. A diferença encontra-se nas condições necessárias para que haja um acertamento entre as moléculas para a formação de uma rede estável e que as distribuições de cargas variem. Por um lado, deve existir um valor de pH que determina o grau de repulsão entre os grupos carboxílicos ionizados por neutralização de suas cargas. Por outro lado, é necessária a presença de um polialcool (açúcares ou glicerol) que permita uma interação entre as moléculas. Não há muito tempo pensava-se que existia uma interação açúcar-pectina-água por ponte de hidrogênio (Fig. 10). Hoje se sabe que este tipo de união é demasiadamente débil (FISMAN, 1989).

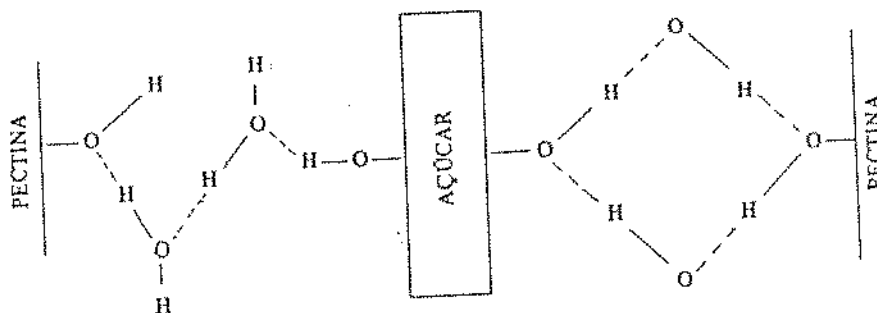
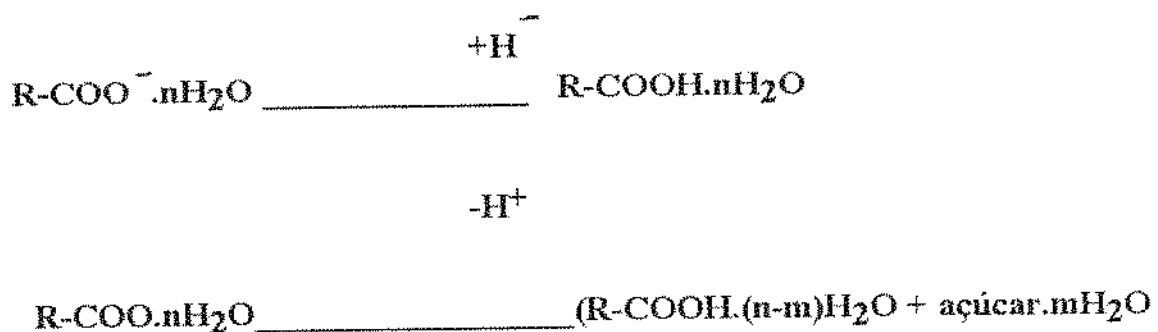


FIGURA 10. Interação açúcar-pectina-água com ponte de hidrogênio (DESROSIER, 1964)

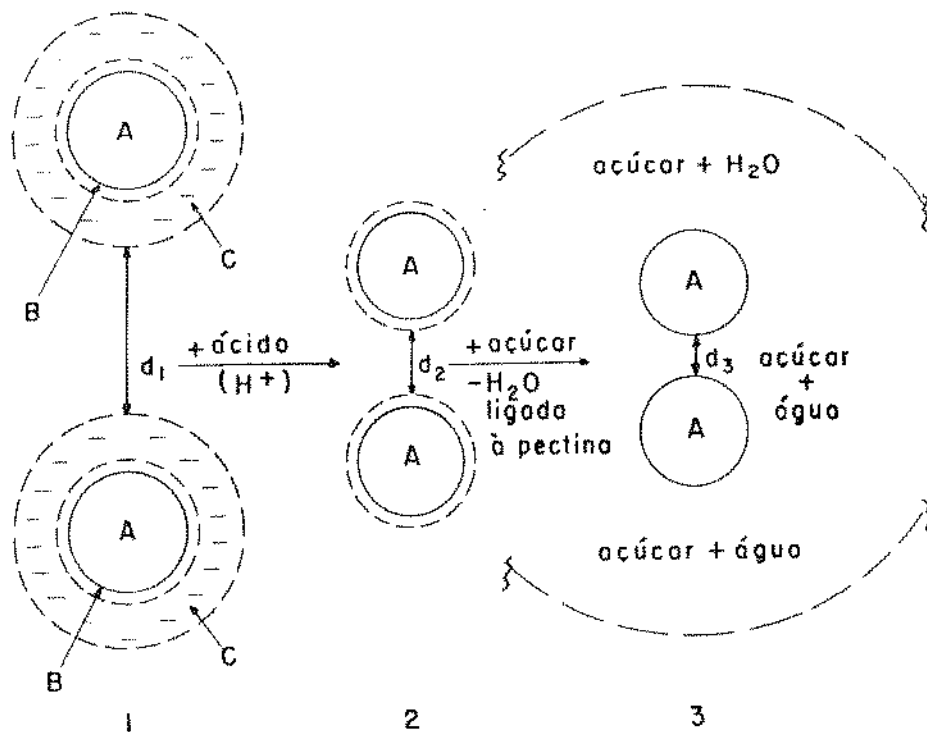
DESROSIER (1964) esclareceu a formação de geleia por meio do sistema pectina, açúcar e acidez de uma maneira bastante simples. A pectina é um colóide carregado negativamente no substrato ácido da fruta. O açúcar adicionado tem influência no equilíbrio pectina-água e desestabiliza a pectina, formando um emaranhado semelhante a uma rede, capaz de suportar líquidos. A continuidade da malha formada pela pectina e a densidade das fibras são influenciadas pela concentração da pectina. Quanto maior essa concentração de açúcar, menos água ficará na estrutura. A flexibilidade das fibras na estrutura é controlada pela acidez do substrato. Uma acidez elevada traz como resultado uma estrutura flexível do gel, ou então, poderá destruir a estrutura pela hidrólise da pectina. A baixa acidez tornará as fibras débeis, incapazes de suportar o líquido e o gel se rompe.

Outra teoria defendida por BOBBIO e BOBBIO (1984) dá a seguinte explicação: a solução coloidal de pectina contém micelas altamente hidratadas e com cargas negativas devidas aos grupos -COO^- . Para a passagem do sol a gel deve-se provocar a aproximação das micelas pela eliminação das suas cargas, abaixando-se o pH até 2,8-3,5 e retirando-se, pelo menos parcialmente, a água de hidratação. Por resfriamento forma-se o gel que é termorreversível.

Considerando $\text{R-CC.nH}_2\text{O}$ como uma representação da molécula de pectina hidratada, a geleificação se daria segundo o esquema:



Na Figura 10 está esquematicamente representada a união de duas micelas por efeito do ácido e do açúcar.



A = micela de pectina dispersa em água
 B = camada de água de hidratação
 C = campo elétrico com cargas negativas
 D = distância entre micelas

- 1) (d_1) = distância A-A é muito grande e há repulsão eletrostática;
- 2) (d_2) = distância A-A é grande pela presença de água de hidratação. Não há mais repulsão eletrostática;
- 3) (d_3) = distância A-A é suficientemente pequena para permitir pontos de H entre as moléculas da micela.

FIGURA 11. União de duas micelas por efeito do ácido e açúcar (BOBBIO & BOBBIO, 1984).

Estudos mais recentes, desenvolvidos por DE VRIES (1988), têm a seguinte teoria: a pectina é um hidrocolóide composto por esqueletos de ácido (1-4)-alfa-D-

galacturônico, com algumas cadeias laterais de açúcares neutros como galactose e arabinose de uma a três unidades longitudinais. Os pontos irregulares das cadeias lineares constituem-se de resíduos de (1-4)-L-ramnose cuja inserção na molécula provoca "codos" geométricos (Figura 12). Estudos recentes parecem indicar a existência de zonas enriquecidas em ramnose. Os açúcares neutros tendem a se associar a estas zonas ricas em ramnose.

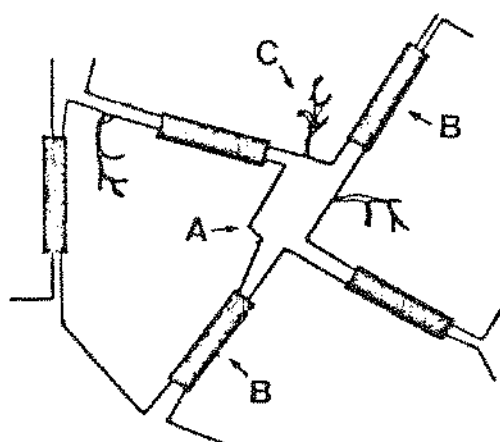


Figura 12. Representação esquemática de um gel de pectina. A) codos geométricos causados por presença de ramnose; B) acoplamento de zonas lineares; C) ramificações lineares de açúcares neutros (FISMAN, 1989)

2.6 Processo de obtenção de geléia

Acredita-se que este processo foi inicialmente utilizado com a finalidade de melhorar o sabor das frutas e não como um meio de preservação. Atualmente pode ser

considerado como o segundo em importância comercial para a indústria brasileira de conservas de frutas, sendo consumido em escala significativa, tanto no Brasil como em países europeus e americanos.

Este processo tem como princípio a destruição, pelo calor, do maior número possível de microrganismos, evaporação de grande parte da água de constituição do fruto, para conseguir um teor de sólidos solúveis superior a 65% com o aumento da concentração de açúcar (VOCHELLE, 1969).

Conforme a legislação (SÃO PAULO, 1978), a geléia de fruta é definida como o produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e água e concentrado até a consistência gelatinosa. O produto deverá ser preparado com frutas sadias e limpas. Não deverá conter substâncias estranhas à sua composição normal, exceto as previstas na norma. Poderá ser adicionado de glicose ou açúcar invertido. Deverá estar isento de pedúnculos e cascas, mas poderá conter fragmentos da fruta, dependendo da espécie vegetal empregada no preparo do produto. Não poderá ser colorido, nem aromatizado artificialmente. Será tolerada a adição de acidulantes e de pectina para compensar qualquer deficiência no conteúdo natural de pectina ou de acidez da fruta. A geléia pode ser classificada em : **comum**, quando preparadas numa proporção de 40 partes de fruta para 60 partes de açúcar e **extra**, quando preparada numa proporção de 50 partes de frutas frescas ou equivalentes, para 50 partes de açúcar.

"Na Inglaterra e Estados Unidos distinguem-se como mais importantes quatro determinações: "jam", "preserve", "jelly", "marmelade". Os "jams" e "preserves" são tecnicamente idênticos, apresentando-se apenas com a seguinte diferença: no "jam", a fruta é triturada; no "preserve", mantém a sua forma original, inteira ou em pedaços grandes. O "jelly" é um produto obtido a partir do suco clarificado ou extratos de frutas. É um produto bem geleificado, transparente e brilhante, com sabor característico da fruta que dá o nome. Os "jellies" que incluem em sua massa pedaços da fruta ou tiras de casca são denominados "marmelades", que ainda podem se referir mais concretamente aos "jellies" fabricados a partir de frutas cítricas que englobam na massa pedaços ou tiras de casca. Em todos os casos, a concentração final de açúcar deve ser o necessário para assegurar a sua conservação, não sendo menor que 65° Brix" (citado por SOLER, 1991).

Uma geléia de boa qualidade é clara, brilhante, transparente e de cor atraente. Quando retirada do vidro deve conservar a forma e tremer sem escorrer. Não deve conter cristais de açúcar, ser pegajosa ou viscosa e deve conservar o gosto e o aroma

originais da fruta. Deve ser macia ao cortar, porém, firme, ficando uma borda definida e uma superfície lisa e brilhante no corte (CRUESS, 1973 e HIDALGO *et alli*, 1972a).

Obteve-se geléia de jambo, através de mistura de uma parte de polpa, uma parte de água e duas partes de açúcar; após concentração a 68° Brix, o produto final apresentou excelentes características sensoriais, podendo ser considerado como viável para a indústria (GODOY *et alli*, 1989).

LEME Jr. (1968) obteve geléia de jambo, com uma formulação não bem definida, ficando o produto final com pH = 3,44 e acidez em ácido tartárico (g/l) = 4,2. Em análise sensorial, utilizando uma escala hedônica, obteve-se o seguinte resultado: de 35 pontos para consistência /30; sabor de 25 pontos /25; aroma de 20 pontos /20 e aparência de 20 pontos /15.

Ambos os autores que desenvolveram geléia de jambo não realizaram controle físico e não avaliaram a estabilidade do produto.

A figura 13 mostra um processo geral de obtenção de geléia, conforme revisão bibliográfica.

2.6.1 Colheita e transporte

As frutas utilizadas na elaboração de geléia devem ser colhidas no ponto adequado de maturação, ou seja, quando apresentarem seu melhor sabor, cor e aroma e forem ricas em pectina, açúcar e acidez (HIDALGO *et alli*, 1965 e RYALL & PENTER, 1974). As frutas muito verdes, além de apresentarem deficiências nas qualidades anteriores, podem desenvolver cor castanha no produto final e as demasiadamente maduras, além de sofrer em perdas de pectina por ação de enzimas pecticas, são suscetíveis de maior contaminação de fungos e leveduras (HIDALGO *et alli*, 1965). Na prática, usa-se uma mistura de frutas maduras, que têm melhor aroma, cor e sabor, com frutas mais verdes, com um maior teor de pectina (JACKIX, 1988).

Devem ser colhidas com cuidado e imediatamente transportadas para as fábricas, evitando danos físicos, exposição ao sol e demasiada demora para o processamento, em virtude de ser a qualidade da matéria-prima fortemente afetada pelo tempo decorrido, em excesso, entre a colheita e o processamento (BLEINROTH, 1969 e RYALL & PENTER, 1974).

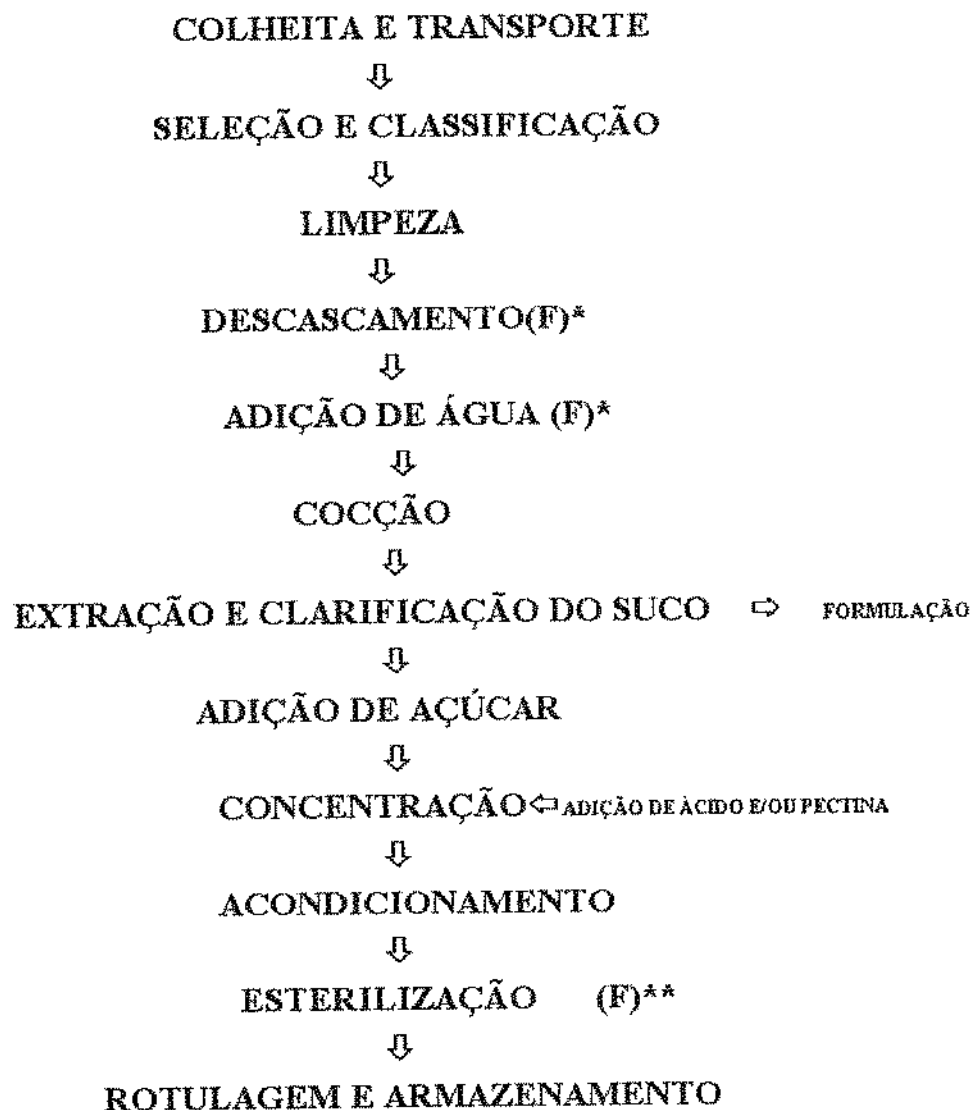


FIGURA 13. Fluxograma do processamento da fruta para obtenção de geléia

*F = Facultativo, dependendo da fruta.

**F = Facultativo, dependendo da temperatura de acondicionamento.

Quando as frutas forem colhidas em horas e dias muito quentes, sugere-se promover um pré-resfriamento, a fim de retardar as reações fisiológicas e a deterioração, principalmente da pectina. Algumas frutas são pré-resfriadas através de imersão em água fria ou de pulverização de água fria sobre elas (hidrorresfriamento), processo que, além de ser satisfatório, se feito corretamente, ajudará na limpeza parcial da matéria-prima. O

pré-resfriamento também pode ser realizado colocando-se as frutas em uma câmara fria de estocagem por algumas horas, desde que haja circulação de ar (BLEINROTH, 1969; NICKERSON & KAREL, 1968 e RYAL & PENTER, 1974).

As frutas, depois de acondicionadas em caixas limpas e desinfetadas, devem ser transportadas o mais rapidamente possível à indústria, em veículos refrigerados. Se essa prática não for possível, deve-se pelo menos evitar as estradas poeirentas e esburacadas e as horas de grande insolação (RYALL & PENTER, 1974).

2.6.2 Seleção e classificação

A utilização de especificações e padrões da matéria-prima empregada para o processamento é considerada vital para a obtenção de uma geléia de qualidade e rendimento superiores. Essas especificações proporcionam informações e determinam tolerâncias quanto ao tipo, forma, maturidade, teor de pectina, acidez e açúcar, defeitos, moléstia, presença de material tóxico, etc. (CRUESS, 1973 e GAVA, 1985).

Na seleção eliminam-se as frutas consideradas impróprias para o processamento, como as verdes, as excessivamente maduras, as manchadas e atacadas por insetos, pássaros e fungos (BLEINROTH, 1969 e CRUESS, 1973).

No caso específico para obtenção de geléia LEME Jr. (1969) classifica as frutas, quanto ao grau de riqueza em acidez e pectina como:

Frutas ricas em pectina e ácido: maçãs ácidas e silvestres, frutas cítricas, groselhas, goiabas, cerejas ácidas, certas variedades de uva, amoras pretas ácidas, ameixas Damson, damascos maduros, manga-espada, manga santa alexandrina;

Frutas ricas em pectina e médias em acidez: maçãs maduras, uvas viníferas maduras, marmelo, manga-maçã, pêra Kiefer;

Frutas ricas em pectina e pobres em acidez: abóbora, figo verde e de vez, melão, cenouras, bananas verdes e marmelo maduro;

Frutas médias em pectina e ricas em acidez: jabuticaba-sabará (com casca), manga espada, pitanga, uva-isabel, uva-niágara, nêspira;

Frutas médias em pectina e acidez: ameixas amarelas;

Frutas médias em pectina e pobres em acidez: banana-nanica, maçã ácida (Argentina);

Frutas pobres em pectina e ricas em acidez: abacaxi, jabuticaba-ponhema, uva- "empire state", uvaia, ruibarbo;

Frutas pobres em pectinas e médias em acidez: carambola ácida, caju, jabuticaba-comum, morango;

Frutas pobres em pectina e acidez: caqui, figo maduro, mamão, pêra-d'água madura, pêssego maduro ("rei da conserva").

2.6.3 Limpeza

As frutas, quando chegam à indústria, trazem carga microbiana, sujidades e, principalmente, terra aderida durante a colheita e transporte (CAMARGO *et al.*, 1984).

A limpeza geralmente é realizada com o auxílio de água clorada que apresenta uma concentração residual de cloro-livre de 2 a 10 ppm, após imersão dos frutos, que pode ser mensurada pelo teste de ortotoluidina (NCA, 1968).

A concentração de cloro-livre residual usada na água de lavagem varia com a safra. No início, quando as frutas ainda estão verdes, usam-se cerca de 6 ppm, e no final, quando as frutas estão muito maduras e em parte afetadas pela podridão, a concentração pode chegar a 10 ppm de cloro-livre (JACKIX, 1988). A ação germicida do cloro decorre da combinação deste com radicais oxidáveis, principalmente -SH das enzimas (GAVA, 1985).

A limpeza é feita, geralmente, mergulhando-se as frutas em água, para promover o amolecimento das sujidades aderidas à superfície; em seguida, por meio da combinação de escovas e jatos de água, completa-se a operação de lavagem (LEACH & MANSON, 1964).

2.6.4 Descascamento

Quando a geléia é feita com o extrato aquoso, obtido após prensagem, muitas vezes não é necessário descascar frutas como goiaba, maçã e uva. Quando a casca

interfere negativamente no aroma, cor e sabor do produto, o descascamento é indispensável (JACKIX, 1988).

O descascamento pode ser manual, físico ou químico.

O processo manual é executado com auxílio de facas de aço inoxidável e necessita de razoável contingente de mão-de-obra. É mais dispendioso e mais sujeito a desperdício do que os outros processos.

O descascamento físico pode ser mecânico ou com o emprego de calor. O uso de processos mecânicos é conveniente para se obter matéria-prima mais uniforme, como é o caso de laranja, abacaxi, etc. Esse processo tem a vantagem de ser bastante rápido e utilizar pouca mão-de-obra. No entanto, ocorrem grandes perdas e, às vezes, necessita de acabamento (LOPEZ, 1962). Alguns frutos podem ser descascados com o uso de calor, pela exposição ao vapor ou pela imersão em água quente por um período de tempo. Esse processo desprende as peles de tal maneira que elas podem ser retiradas manualmente ou com o auxílio de rolos de borracha e jatos de água (WOODROF, 1976).

No descascamento químico, utilizam-se solução de hidróxido de sódio e/ou carbonato de sódio em concentrações que podem variar de 1 a 15%. As frutas são imersas nessas soluções por um determinado tempo e lavadas imediatamente com água corrente para a remoção da pele e dos resíduos de álcali aderidos à superfície (CRUESS, 1973).

Para o descascamento químico do jambo, recomenda-se o uso de lixívia com 1% de hidróxido de sódio a 96°C, durante 60 segundos (CARDOSO, 1985). Caso a ação da lixívia seja muito prolongada ou concentrada demais, a superfície da fruta descascada ficará áspera e marcada por causa da ação da lixívia sobre a polpa (CRUESS, 1973). Após o descascamento, as frutas são lavadas em água corrente até à eliminação do hidróxido de sódio, o que se verifica quando uma gota de solução de fenolftaleína a 1% depositada na superfície da polpa permanece incolor (CAMARGO *et alli*, 1984). Estudos feitos na universidade da Califórnia mostram que uma solução diluída (0,25 a 0,50%) de ácido cítrico pode ser usada, com vantagem, para enxaguar, depois de lavar, aumenta a acidez na superfície e impede o escurecimento da fruta (CRUESS, 1973). A solução diluída de lixívia fervente permite separar a pele externa dos pêssegos da polpa situada abaixo da epiderme e que não é solúvel na lixívia. Se o processo for bem conduzido, as células do parênquima da fruta não são atacadas (CRUESS, 1973; LEACH & MASON, 1964 e JACKIX, 1988).

Após o descascamento ou não, depende da fruta e do produto que se deseja, as frutas são cortadas em pedaços finos, de modo que a pectina possa ser extraída. Se a polpa contém pedaços grandes, o rendimento em pectina e sólidos solúveis será baixo, porém, será pobre em sólidos suspensos. As frutas pequenas e suculentas, como uvas, não precisam ser cortadas em pedaços, elas podem ser esmagadas, juntamente com a operação posterior de cocção (LEACH & MANSON 1964 e JACKIX, 1988).

2.6.5 Adição de água e cocção para extração do suco

A quantidade de água a ser adicionada às frutas para extração do suco e pectina deve ser a menor possível, pois o seu excesso irá diluir a pectina, o que exigiria muito tempo de cocção para concentrar a pectina, além de diminuir seu poder de geleificação, pela hidrólise. Quando se usa água de menos, há o perigo de queimar a fruta ou obter uma pequena quantidade de suco e pectina (CRUESS, 1973 e HIDALGO *et alli*, 1966c).

As frutas ricas em pectinas, como a groselha, limão, podem ser submetidas à extração com sucesso, com dois ou mais lotes sucessivos de água. Muitas frutas sucosas, como as bagas, não requerem adição de água, precisando somente ser esmagadas e aquecidas durante dois a três minutos, após o ponto de ebulição. A relação de água:frutas utilizada para maçãs, é de 1:1 a 1:1,5. Para laranjas e frutas cítricas, de 2:1 a 3:1 (CRUESS, 1973).

A maioria das frutas deve ser cozida para permitir a extração do suco, para que se obtenha o máximo de rendimento em suco e pectina, porque a fervura converte a protopectina em pectina e permite a sua solubilidade no caldo, além de amolecer os tecidos da fruta, o que facilita a extração do suco (CRUESS, 1973; HIDALGO *et alli*, 1966c e JACKIX, 1988).

A extração do suco da fruta para o preparo de geléia em nível industrial geralmente é feita em tachos de aço inoxidável ou de alumínio com camisa de vapor colocada em uma plataforma acima da prensa, de maneira que a polpa cozida e o suco possam ser despejados na prensa com o auxílio de ação da gravidade (CRUESS, 1973 e JACKIX, 1988).

O tratamento térmico inativa a pectinesterase e a poligalacturonase, enzimas responsáveis pela alteração da pectina, que prejudica a geleificação. A adequação da inativação pode ser baseada na resistência térmica da peroxidase (NCA, 1968). O tempo

mínimo suficiente para a inativação da peroxidase do jambo com casca, cortado ao meio e sem caroço, é de 110 segundos em água a 100°C (CARDOSO, 1985).

O aquecimento deve ser realizado no menor tempo possível; a supercoção produz um suco muito turvo que é muito difícil de filtrar, além de diminuir o poder de geleificação do suco e provocar perdas no aroma e sabor característicos da fruta. A duração da fervura depende da variedade e textura da fruta. As maçãs requerem 20 a 25 minutos, as bagas, 5 a 10 minutos, as uvas, 5 a 10 minutos, as goiabas, 30 a 35 minutos e as laranjas, 45 a 60 minutos (CRUESS, 1973 e HIDALGO *et alli*, 1966d).

Este tratamento causa grandes perdas de substâncias hidrossolúveis, como vitamina C, antocianinas e pectinas, por lixiviação (LEÓN *et alli*, 1982); deve-se, então, colocar a menor quantidade de água possível, para não diluir estas substâncias, que serão aproveitadas com o suco, pois tais perdas são proporcionais ao volume de água e ao tempo de cocção (VOCHELLE, 1969).

2.6.6 Extração e clarificação do suco

Pode utilizar prensa Harris, que consiste de sacos retangulares de lonas mantidos entre placas pesadas de aço inoxidável e dispostas verticalmente, é muito eficiente. Os sacos e as placas são presos numa armação grossa de aço. A pressão é aplicada horizontalmente nas extremidades da prensa. A espremedura é rápida, com alto rendimento de suco em sólidos em suspensão. Utilizando extratores de sucos adequados, nem sempre é necessária a clarificação, que pode ser feita em centrífugas clarificadoras ou em filtro prensa. No filtro prensa, o suco é misturado com terra diatomácea ou terra de infusório, em quantidades recomendadas pelo fabricante. Quando se mistura 1% de uma terra de boa qualidade, a filtração será bem sucedida. Quando o suco requer concentração por cozimento antes da adição de açúcar, a concentração deve ser feita antes da filtração, porque o cozimento provoca a precipitação de matéria orgânica (provavelmente proteínas), que deverá ser removida por filtração, antes da adição de açúcar (CRUESS, 1973).

Experimentos com clarificadores por centrifugação têm provado que os sucos para geléias podem ser parcialmente clarificados pela centrifugação em alta velocidade. Deve-se remover a maior parte da polpa grossa, antes da clarificação por centrifugação, para evitar o entupimento rápido do clarificador. Este método é rápido e não

dispendioso. O suco centrifugado deve ser filtrado quando se deseja uma geléia límpida (CRUESS, 1973).

2.6.7 Formulação

Quando se faz a formulação de uma geléia, deve-se levar em conta que o melhor resultado é sempre obtido quando as matérias-primas são combinadas de modo a se obter o menor tempo possível de cocção. Desse modo a geléia, retém melhor a cor e o sabor característicos da fruta (SOLER, 1991).

É importante observar a composição da fruta, principalmente no que se refere a acidez, pectina e açúcar; há significativos fatores que influenciam no conteúdo destes componentes, como: grau de maturação, variação genética, solo, clima, época do ano, uso de fertilizantes e outras práticas agrícolas, além da estocagem pós-colheita (HARRIS & VON LOESECKE, 1971 e KRAMER, 1974).

Açúcar

A quantidade de açúcar a adicionar depende do poder de geleificação do suco, que pode ser verificado conforme o método descrito por (LEME Jr. 1969 e KRAMER & HAWBERCKES, 1966):

Mistura-se, em volumes iguais, num béquer, o suco livre de sólidos em suspensão com álcool absoluto, com movimento suave por um minuto. Após um repouso de 10 a 20 segundos, vira-se o conteúdo em um vidro de relógio. O precipitado formado dará pelo volume, aglomeração e consistência, a idéia da riqueza em pectina e, provavelmente, do seu poder geleificante; volume grande e consistência firme, adicionam-se 1,0 a 1,2 kg de açúcar por kg de suco; volume médio e consistência razoável, 0,5 a 0,7 kg de açúcar por kg de suco; e volume pequeno e consistência fraca, 0,6 kg de açúcar por kg de suco.

Quando se faz uma concentração acima de 65% de sólidos solúveis totais, é sempre necessário substituir parte da sacarose para evitar a cristalização, usando glicose de milho ou açúcar invertido(SOLER, 1991). A adição de glicose numa percentagem até 15% dos açúcares totais melhora bastante a qualidade da geléia, dando um aspecto mais

brilhante, retardando a cristalização da sacarose, impedindo a sinérese, além de reduzir o nível de doçura das geléias (DOESBURG, 1965 e JACKIX, 1988). Nem sempre suficiente açúcar invertido é obtido durante o cozimento, porque sempre se deseja um cozimento no menor espaço de tempo possível, objetivando preservar a pectina, o aroma e o sabor da fruta. A adição de açúcar invertido ou xarope de glicose também é recomendável quando se utilizam tachos a vácuo, que produzem uma baixa inversão da sacarose (HIDALGO *et alli*, 1966c; JACKIX, 1988 e RAUCH, 1965).

A temperatura de ebulição de uma solução açucarada aumenta à medida que aumenta a concentração de açúcar (VOCHELLE, 1969); deve-se, então, fazer uma pré-concentração do suco antes de adicionar o açúcar, com o que se minimizam as perdas de nutrientes e a hidrólise da pectina do fruto e da sacarose adicionada.

A Food & Drug Administration (1974) limita a adição de, no máximo, 25% de glicose de milho em relação aos açúcares e, no máximo, 55 partes de açúcares em relação ao suco na formulação de geléias.

Outros açúcares, como açúcar invertido em pó, glicose em pó, mel e extrato de malte, ainda podem ser empregados, salientando-se que os dois últimos podem alterar o sabor e a cor característicos da fruta. Atualmente pode ser utilizado o sorbitol, que é um poliálcool obtido por redução da glicose, dependendo o seu emprego de cada país, por problema de legislação (citado por SOLER, 1991).

Ácido

Para conseguir uma geleificação adequada, o pH deve estar inserido dentro de determinados limites, geralmente de 3,0 a 3,2. Quando esse pH não é alcançado com a acidez natural da fruta, torna-se necessário proceder à acidificação com ácido orgânico (HIDALGO *et alli*, 1965). A consistência máxima ocorre em pH 2,45, ocorrendo sinérese em pH menor do que 2,1 (HIDALGO *et alli*, 1966a). Os ânions também afetam diferentemente a consistência das geléias, sendo que a geleificação ótima é 3,3 para o ácido cítrico, 3,2 para o ácido tartárico e 3,1 para o ácido sulfúrico. O ponto mínimo para a geleificação deve estar ao redor de 3,7 para os ácidos orgânicos e 3,55 para o ácido sulfúrico (BACKER & GOODWIN, 1931). O jambo tem um pH em torno de $3,20 \pm 0,10$, e acredita-se ter um tampão natural que não permite a variação desse pH, mesmo com adição de ácido ou álcali em determinadas concentrações (CARDOSO, 1985).

Quando necessário, a adição de ácido deve ser realizada bem próxima ao ponto final de geleificação, em torno de 62 a 65° Brix, para minimizar a hidrólise da pectina pela alta acidez durante longo tempo de cocção. Um dos meios utilizados para a determinação da quantidade de ácido necessário para se obter um pH em torno de 3,0 a 3,2 é a titulação de 100 g de suco, com uma solução a 1% do ácido a ser utilizado na correção, até o pH desejável. O volume gasto na titulação é dividido por 10, que dará o número de gramas de ácido a adicionar por kg de suco.

Geralmente os ácidos utilizados para este fim são os ácidos orgânicos constituintes naturais das frutas, tais como o cítrico, tartárico e málico. O ácido tartárico tem um poder de ionização maior do que o ácido cítrico, sendo, portanto, necessária a adição de menor quantidade para se obter o pH desejável, ficando com um gosto ácido menos acentuado.. O ácido tartárico não deve ser usado em geléias de uva e maçã. Essas frutas têm predominantemente esse ácido e, por isso, pode haver uma cristalização do tartarato ácido de potássio, se a sua concentração for muito elevada (SOLER, 1991).

O ácido cítrico é dos ácidos vegetais o mais difundido na natureza. Também é encontrado no organismo humano e no dos animais. As principais propriedades do ácido cítrico são: alta solubilidade em água, seu efeito sobre o sabor de certos alimentos e sua ação como quelante de metais (cobre, ferro, etc). O ácido cítrico pode ter um efeito seqüestrante ou sinérgico quando usado com antioxidantes fenólicos, manifestando-se nos frutos, legumes e bebidas (SIMÃO, 1985). Esse ácido, além de ser utilizado para permitir a geleificação, modifica a doçura do açúcar e atua como auxiliar na melhoria do buquê desejado, tendo ação conservadora (GAVA, 1985).

A legislação (A.B.I.A., 1992b) permite a utilização dos seguintes acidulantes em geléias: ácido cítrico (sem limite), ácido fumárico (0,20 g/100 g), ácido láctico (0,20 g/100 g) e ácido tartárico (sem limite).

Pectina

Como os sucos para geléia variam bastante quanto ao teor de pectina, dependendo da fruta e do seu estágio de maturação, é recomendável saber o teor aproximado de pectina antes da adição de açúcar. A determinação precisa do teor de pectina pode ser feita por método químico e tem de ser realizado previamente, por ser um método demorado. Embora não muito exato quanto à qualidade, o teste de álcool

para a determinação do teor de pectina é muito rápido e dá informações bastante úteis, mas deve ser realizado por um analista experiente (CRUESS, 1973).

VOCHELE (1969) mostra a quantidade de pectina, em frutas, como percentagem de pectato de cálcio: damasco: 1; cerejas: 0,1 a 0,5; limão: 0,7 a 1,1; framboesas: 0,40 a 0,58; groselhas: 0,66 a 0,70; laranja: 0,4 a 0,6; pêssego: 0,58; pêras: 0,46; maçãs: 0,6 a 0,8; e ameixa: 0,8 a 1.

O fato de uma pectina ter o poder geleificante de 150 SAG significa que 1 kg dessa pectina pode geleificar 150 kg de açúcar; portanto, a proporção de pectina neste caso a ser adicionada deve ser de 0,66% da quantidade de açúcar a adicionar. Daí deve-se levar em consideração que esse poder geleificante foi estabelecido em condições-padrão e que o suco utilizado contribui com um potencial geleificante, o que varia com a fruta e o método de preparo do suco. E, ainda, conforme o processo de cocção, pode haver uma menor ou maior destruição da pectina. Um outro fator importante a considerar é o tamanho da embalagem utilizada; quanto maior for o recipiente, mais pectina deve ser utilizada (JACKIX, 1988 e PERRY, 1971).

Para a adição da pectina em pó é necessário que o °Brix do suco não seja superior a 20°, pois a solubilidade da pectina diminui em concentrações mais elevadas de açúcar. A pectina deve ser misturada a uma quantidade de açúcar cinco a dez vezes maior do que o seu peso e ser adicionada sob agitação ao redor de 65°C. Verificou-se que a temperaturas mais altas, ao redor de 72°C, o açúcar dissolve-se antes da pectina, o que prejudica a sua dissolução (CRUESS, 1973 e DE MARTIN, 1975).

A adição da pectina em solução pode ser realizada no ponto final da cocção, o que evita a hidrólise, além de permitir um controle mais rigoroso da dissolução da pectina. A desvantagem é que a forma líquida está sujeita à degradação por hidrólise enzimática microbiana e aumenta a água a evaporar (HIDALGO *et alii*, 1966c). A legislação (I.A.L, 1976) permite um teor de, no máximo, 2% de pectina na geléia.

2.6.8 Cocção

A cocção é uma das etapas mais importantes na fabricação de geléias, porque dissolve o açúcar, permite a união do açúcar com o ácido e a pectina, destrói leveduras e esporos de fungos e coagula certos compostos orgânicos, que podem ser escumados durante a cocção, tomando a geléia mais clara (CRUESS, 1973 e HIDALGO *et alii*,

1966b). A finalidade principal da cocção é aumentar a concentração do açúcar até o ponto em que poderá ocorrer a geleificação.

A literatura científica cita alguns métodos não usuais de concentração do suco para obtenção de geléia, como freeze concentration (WATANABE *et al.*, 1991), segundo o qual parte da água é congelada e depois os cristais centrifugado (5.000 rpm); após formulação é acondicionado e esterilizado em alta pressão; ou por meio de pressurização (HARIES *et alii*, 1991), usando pressão de 4.000 a 6.000 kg/cm²; ou concentração por meio de osmose reverse (HARRISON, 1970), com membrana de acetato de celulose, diminuindo-se consideravelmente o tempo de cocção. Todos esses métodos obtêm geléia com melhores características, maior retenção do flavour, cor e vitaminas, mas serão destacados os processos convencionais, usando tacho encamisado aberto e a vácuo, que são utilizados em praticamente 100% das indústrias mundiais.

A cocção deve ser realizada o mais rápido possível, pois se prolongada provoca perda de sabor, alteração de cor, hidrólise de pectina, excessiva inversão da sacarose, carameliza o açúcar, com conseqüente escurecimento do produto, além de gastos inúteis de tempo e energia (JACKIX, 1988 e RAUCH, 1965).

O controle da cocção é de grande importância. Sua duração depende de diversos fatores, dentre eles: a relação volume do tacho e superfície de troca de calor, a condutibilidade térmica do aparelho e do produto, temperatura da superfície de aquecimento, processo a vácuo ou pressão atmosférica e a diferença do °Brix entre o início e o final da cocção. Quando a concentração é a pressão atmosférica, convém usar tachos pequenos (SOLER, 1991).

Cocção em tachos abertos

Tachos abertos são evaporadores elementares, que recebem calor, geralmente por meio de camisa de vapor. A cocção das geléias em tacho aberto pode ser feita conforme as etapas a seguir (JACKIX, 1988):

1. Carrega-se o tacho com a fruta, polpa ou suco e água, se necessário. Adiciona-se a metade do açúcar.
2. Abre-se o vapor (60 a 70 lb./pol.²) e mantém-se a ebulição durante três a quatro minutos; adiciona-se, então, o restante de açúcar. Ocasionalmente, faz-se a agitação.
3. Continua-se a cocção até o ponto final determinado pelo refratômetro.

4. Mantém-se a ebulição até o ponto final determinado pelo refratômetro. Fecha-se o vapor e descarrega-se o tacho.

5. O tempo total não deve exceder a 15 minutos.

O xarope de glicose (68° Brix) pode ser adicionado no final, pois ajuda o resfriamento.

Cocção em tachos a vácuo

Esse equipamento, como o próprio nome está dizendo, é um tacho com camisa de vapor, fechado, conectado a uma bomba a vácuo, equipado com manômetro, termômetro, janelas de inspeção e, em alguns casos, refratômetro.

Em virtude de a cocção ocorrer em baixas temperaturas, este processo apresenta as seguintes características (JACKIX, 1988):

- A degradação da pectina, tanto a adicionada como a natural, é reduzida. Este procedimento requer cerca de 5 a 10% a menos de pectina em relação ao processo de tacho aberto.

- Menor inversão do açúcar, que deve ser compensada com adição de xarope de glicose ou açúcar invertido. A quantidade varia com o equipamento e a técnica utilizada.

- Para o enchimento, faz-se o aquecimento (85-88°C) em lugar de resfriamento, a fim de assegurar a estabilidade do produto final.

- O produto final tem a cor mais clara e sabor mais próximo da fruta *in natura*.

- Este processo requer pectinas de média ou baixa velocidade de geleificação.

- No processo de cocção a vácuo não ocorre suficiente remoção de SO₂. Caso sejam utilizados polpa ou suco sulfitado, é necessário um estágio prévio de remoção do SO₂ em tacho aberto.

- O processo a vácuo permite a elaboração de lotes maiores, porém, com maior tempo de cocção, o que, à pressão normal, resultaria em excessiva caramelização.

Essa técnica, para funcionar convenientemente, de modo a se obter um processo semicontínuo, requer o uso de dois tachos de pré-mistura, um tacho a vácuo e dois tachos de acabamento conectados diretamente com as enchedeiras. A finalidade do pré-misturador é promover a dissolução do açúcar líquido. O procedimento segue as seguintes etapas (JACKIX, 1988):

1. Adicionam-se glicose e/ou açúcar invertido no tacho de pré-mistura. O vapor é aberto e a fruta fresca ou preservada é adicionada juntamente com a sacarose.

2. Quando a mistura atinge 66°C, é admitida no tacho a vácuo.
3. O produto é, então, concentrado sob vácuo de 26 a 27 pol. de Hg, até o teor de sólidos solúveis desejado.
4. Nesta fase, quebra-se o vácuo e transfere-se o produto por bomba ou gravidade para o tacho de acabamento, onde as soluções de pectina e ácido são adicionadas sob suave agitação e atingindo os 85°C, o produto é liberado para o enchimento.

Ponto final de cocção

O parâmetro utilizado para determinar o ponto final de cocção, depende de vários fatores, como, por exemplo, pH, proporção de açúcar em relação à pectina e o ácido e da consistência desejada (CRUESS, 1973).

O ponto final de processamento de geléia pode ser determinado por vários métodos, sendo os mais rápidos e precisos a medida da temperatura de ebulição e o índice de refração (DESROSIER, 1964; DOESBURG, 1965; GAVA, 1985; HIDALGO *et alli*, 1966c e JACKIX, 1988:).

Quando o suco contém a proporção adequada de açúcar, ácido e pectina, a temperatura de ebulição do líquido, para atingir o ponto de geleificação é, em geral, de 5 a 6°C acima da temperatura de ebulição da água, isto é, 105 a 106°C ao nível do mar (decrecendo 1°C para cada 250 metros de altitude).

O índice de refração que indica a concentração de sólidos solúveis do produto, pode ser medido por refratômetros manuais e automáticos, acoplados ao concentrador e que vão registrando, durante o processo, o Brix da mistura. Deve-se usar amostra significativa do lote e sempre corrigir o Brix para a temperatura de 20°C. O teor de sólidos solúveis no final deve estar a 68°Brix.

2.6.9 Embalagem e acondicionamento

Os recipientes para geléia apresentam uma grande variedade de formatos. O vidro é o material mais usado, embora também sejam empregadas latas de folha-de-flandres com revestimento de verniz e embalagem de plástico (JACKIX, 1988).

Conforme resolução nº 8/75 da CNNPA - M.S. (A.B.I.A., 1992c), as latas de folha-de-flandres destinadas ao acondicionamento de qualquer natureza ou estado

deverão apresentar revestimento de estanho compatível com o tipo de produto a ser embalado, com proteção adicional de verniz sanitário ou outro tratamento julgado necessário, de modo que o teor residual de estanho no produto não ultrapasse o limite máximo permitido. Em produtos ácidos (geléias) acondicionados em latas de folhas-de-flandres, utiliza-se aço tipo L (baixo teor de fósforo e elementos residuais) (SOLER, 1983), cuja estanhagem interna seja de $16,8 \text{ g/cm}^2$ (0,0014 mm de espessura) (MADI & ORTIZ, 1979) e revestida com verniz óleo-resinoso (FERNANDES, 1982), propiciando uma vida útil de até 2 anos em temperatura igual ou inferior a 25°C (citado por SOLER, 1983).

No início, a embalagem de plástico era de poliestireno de alto impacto (filme endurecido) pela incorporação de um tipo especial de borracha sintética, apresentando alta resistência ao impacto. Na forma de copos é facilmente transportável, dada a possibilidade de se encaixarem. O fechamento ocorre por termossoldagem de uma tampa de alumínio (0,030 a 0,040 mm de espessura) com revestimento de verniz termossoldável, tipo vinílico. A abertura da embalagem é manual (CABRAL, 1983). Atualmente são encontrados frascos plásticos de PVC ou PP injetados e/ou termoformados com tampas de alumínio com verniz. Conforme a norma EB 916, de 1977, a embalagem de poliestireno deverá atender as especificações e exigências do INPM (Instituto Nacional de Pesos e Medidas) ou ainda conforme acordo mantido entre o produtor e o comprador (ORTIZ *et alii*, 1980).

O vidro para embalagens de produtos alimentícios consiste, em geral, de silicato de cálcio, com pequenas quantidades de óxido de alumínio, borato, silicato de bário e óxido de magnésio, que aumenta a dureza do vidro (XAVIER, 1991). Pode-se encontrar na forma de potes e copos. Os potes são recipientes de qualquer formato, com boca suficientemente larga para facilitar a retirada do conteúdo. Os copos, recipientes em forma de cone, em geral, de menor capacidade que os potes. Estas embalagens são comumente destinadas a acondicionar geléias, pois além de apresentarem grande aceitação pelo consumidor, possibilitam a visualização do produto e ainda oferecem a vantagem da reutilização doméstica (MADI, 1983 e XAVIER, 1991).

As tampas de metal, geralmente de folha-de-flandres, folha cromada ou de alumínio, recebem um revestimento interno apropriado para evitar problemas de corrosão. Na parte interna da tampa também é aplicada uma arruela vedante (borracha ou plastissol), que constitui a parte real do fechamento, assegurando uma vedação efetiva. O acabamento das embalagens de vidro é padronizado, existindo um conjunto

específico de dimensões ou de especificações estabelecidas entre o fabricante de vidro e a indústria de tampas (XAVIER, 1991).

Os principais tipos de tampas empregadas para o fechamento de recipientes de vidros utilizados no acondicionamento de geléias são (XAVIER, 1991):

Tampas com garras - podem ter 4 a 6 garras (estrias), dependendo de seu diâmetro, que tem no pote seus correspondentes e, normalmente contém um vedante de plastissol aplicado.

Rolhas metálicas - rolhas metálicas tipo coroa para garrafa de folha-de-flandres ou de folha cromada, providas de um vedante à base de cortiça ou plástico, que é estampado em pregas contra o bocal do copo, promovendo fechamento hermético.

Tampas de pressão - geralmente fabricadas de alumínio; o fechamento efetua-se pela diferença de pressões interna e externa. Sem rosca, normalmente são aplicadas em copos e firmam-se a partir de um denteado em cima de uma borda. Na parte interna dessas tampas, junto à borda, existem gaxetas de borracha ou termoplásticos, que garantem uma perfeita vedação.

Antes do envase, os frascos de vidro devem ser lavados com solução de detergente e enxaguados com água quente, a fim de facilitar a limpeza e evitar choque térmico nesta etapa. O acondicionamento em recipientes pequenos deve ser feito em alta temperatura. No caso de geléias concentradas a pressão reduzida, torna-se necessário elevar a temperatura da massa a 85°C, a fim de evitar desenvolvimento de fungos e leveduras osmofílicas. Por outro lado, geléias processadas em pressão atmosférica devem ser resfriadas a 85°C, de modo a se conseguir geleificação satisfatória, distribuição homogênea das frutas, minimização do risco de quebra dos frascos, em virtude de choque térmico e minimização do escurecimento, inversão de sacarose e hidrólise de pectina. É importante manter a temperatura de enchimento e o teor de sólidos solúveis constantes, para evitar alteração do peso do produto embalado e da sua padronização (JACKIX, 1988).

DE MARTIN (1975) recomenda que a temperatura de enchimento seja relacionada ao tamanho do recipiente (Tabela 2).

O fechamento hermético é uma das operações mais importantes no processo de embalagem. A manutenção de um fechamento hermético é uma exigência absoluta para assegurar que produtos nutritivos saudáveis cheguem ao consumidor. Outros trabalhos, tais como a preparação, a embalagem e o processamento do produto, são de nenhum

valor, se o fechamento não for adequadamente feito para assegurar uma vedação hermética (XAVIER, 1991).

TABELA 2. Temperatura máxima de enchimento relacionado ao conteúdo da embalagem

Conteúdo da embalagem (kg)	Temperatura máxima de enchimento (°C)
0,25	94
0,5	91
1,0	86
2,0	81
5,0	74
10,0	70
20,0	65

No fechamento da embalagem de copos de vidro, é necessária a esterilização do espaço livre, que pode ser feito passando os frascos fechados através de um túnel de vapor, durante três a quatro minutos, a 85°C e, depois, submetê-los a uma ventilação por cinco minutos, criando, portanto, um vácuo parcial. A seguir, recebem um "spray" de água fria em três estágios (60, 38 e 16°C) e, finalmente, ar frio para remover a água das tampas. O tempo total é de 30 minutos e a geléia é resfriada a 38°C (JACKIX, 1988).

2.6.10 Tratamento térmico

Para alimentos ácidos, com pH abaixo de 4,5, os microrganismos problemas são as bactérias acidúricas, fungos e leveduras. No entanto, a resistência térmica desses contaminantes é muito baixa, quase tanto quanto as enzimas presentes nos alimentos (FRAZIER, 1962 e JAY, 1970).

A atividade de água (Aa) determina o menor limite de água disponível para o crescimento microbiano. Alguns fungos xerófilos podem desenvolver-se em Aa de 0,65; algumas bactérias halofílicas se desenvolvem à Aa de 0,75; leveduras osmofílicas conseguem a 0,62, porém, a maioria dos mofo e leveduras é inibida em valores de atividade de água entre 0,80 e 0,88, respectivamente. No caso das bactérias, o crescimento é difícil quando a atividade de água é menor do que 0,91 (UBOLDIEIROA, 1981).

Como a atividade de água da geléia é de aproximadamente 0,82 e é um produto ácido (pH em torno de 3,2); portanto com os recipientes fechados com o produto em temperatura inferior a 85°C, torna-se necessário o tratamento térmico. Geralmente é utilizado um tratamento a 82°C durante 30 minutos (HIDALGO *et alli*, 1966c).

2.6.11 Rotulagem e armazenamento

Após o tratamento térmico, o produto é resfriado e rotulado para posterior identificação. A rotulagem deverá trazer a denominação genérica "geléia", seguida imediatamente do nome da fruta de origem e da marca comercial. Poderá constar a palavra extra, quando satisfazer as condições exigidas nesta norma. Deve também indicar: a designação correta do produto fixada nestes padrões; a declaração dos ingredientes na ordem decrescente do respectivo peso, com exceção da água, quando for o caso; a classificação correspondente à respectiva qualidade, quando a mesma for certificada pelo órgão federal competente; a identificação do lote ou partida de fabricação; a identificação do lote, expressamente ou em código; As geléias que contiverem aditivos deverão trazer na respectiva rotulagem a indicação dos aditivos ajuntados, bem como a classe a que pertencem. Também deverão constar da rotulagem o nome do fabricante e a sede, o peso líquido em unidades do sistema métrico decimal, a data de fabricação e a validade do produto (ORTIZ *et alli*, 1980).

As embalagens, devidamente rotuladas para posterior identificação, devem ser armazenadas em ambiente seco e ventilado para evitar corrosão e manchas no rótulo. Temperaturas altas devem ser evitadas, com o objetivo de impedir crescimento de termófilos e minimizar as transformações químicas. A temperatura máxima deve ser de 38°C (NCA, 1968). Um lote da produção deve ser incubado a 35°C e observado diariamente, durante dez dias. No decorrer deste período, se houver qualquer alteração

do produto, como abaulamento e/ou vazamento, a produção deve ser descartada, pois não obteve a "esterilidade comercial" (A.B.I.A., 1992a).

2.6.12 Tempo de vida de prateleira de alimentos

Segundo o INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGY (1974), os principais parâmetros utilizados no estudo da vida-de-prateleira de produtos alimentícios são: valor nutritivo, pela avaliação da concentração de vitaminas e proteínas; sabor, aroma, consistência e impressão global; ação enzimática, microbiana e infestação de insetos.

Em geral, definições relacionadas à vida-de-prateleira de um produto são determinadas pelas necessidades de comercialização e devem ser apresentadas como especificações para o produto. A determinação da vida-de-prateleira normalmente requer vários testes ao longo do tempo sob diferentes condições, projetando a realidade da trajetória deste produto, desde a produção até o consumidor.

As três situações mais comuns para alcançar o fim da vida do produto (LABUZA & SCHIMID, 1988) são:

a) O produto se alterou em relação às especificações iniciais com o tempo, fazendo com que seja rejeitado por todos os consumidores.

b) O produto se alterou apenas em um certo grau. Ele é aceito por um certo número de consumidores, porém não por todos. O produtor deve decidir qual a percentagem mínima de aceitação necessária.

c) O produto é aceito por todo o tempo em que é distribuído, porque a taxa de perda da qualidade é tão baixa que será consumido antes que qualquer mudança significativa ocorra, não causando a rejeição do consumidor.

Questões típicas com relação ao esquema de avaliação da vida de prateleira, com base nas situações acima:

1. O produto estocado (B) difere das especificações do produto original não estocado (A)? As condições de estocagem causam mudanças sensoriais não aceitáveis? A hipótese nula é que $A = B$, isto é, não há diferença entre A e B. É estabelecida a probabilidade de 50% para um experimento simples, a fim de determinar se há diferença ou não entre o controle (condições iniciais do produto) e a amostra estocada, quando as duas são comparadas.

2. Se existem diferenças, que parâmetros sensoriais diferem causando perda na aceitação? Isto ajuda posteriormente na decisão de como prevenir ou diminuir essas mudanças, aumentando, assim, a estabilidade do produto.

3. Que mudança química ou física causou essa diferença? Como em (2), isto dá uma base física/química das mudanças e é levado em consideração para ajudar nas modificações na composição ou seleção de embalagens.

4. Onde há diferença, qual é a taxa de mudança com o tempo sob diferentes condições ambientais? Isto requer o desenvolvimento de um método de aceleração do teste de vida-de-prateleira e de fatores para converter os resultados sob condições abusivas para condições reais.

5. As diferenças sensoriais encontradas em painéis de laboratório têm efeitos reais na qualidade ou aceitabilidade como percebido pelos consumidores? O produto estocado por vários meses perde realmente suas qualidades ou aceitabilidade? As diferenças encontradas nos painéis de laboratório são importantes para o consumidor do produto sob condições normais de prova? Se não, como determinar o fim da vida-de-prateleira?

6. O produtor deseja saber a verdadeira vida-de-prateleira ou apenas se o produto é aceito por alguns meses sob determinadas condições de distribuição e estocagem tal que satisfaça a um certo percentual de consumidores em determinado tempo.

WOODROF (1976) recomenda para o estabelecimento do prazo de vida de prateleira de produtos alimentícios, o armazenamento a 35°C; e que todos os dados de análises de controle (deterioração, cor, sabor, textura, valor nutritivo e outros) devem ser extrapolados para temperatura mais baixa. A extrapolação baseia-se na duplicação da velocidade da reação a cada incremento de 10°C na temperatura.

Utilizando o fator Q10, pode-se estabelecer a vida de prateleira de produtos alimentícios em várias temperaturas. O fator Q10 pode ser definido pela equação 1 e o fator Q, pela equação 2 (LABUZA & SCHMID, 1985 e HU, 1972).

$$Q10 = \frac{\text{velocidade de reação à temperatura (T + 10)}}{\text{velocidade de reação à temperatura T}}$$
$$= \frac{\text{vida-de-prateleira à temperatura T}}{\text{vida-de-prateleira à temperatura (T + 10)}}$$

$$= \frac{Q_s (T)}{Q_s (T + 10)}$$

A temperatura é dada em °C e a vida de prateleira, a uma temperatura, em dias, é indicada como Qs.

Para uma variação de temperatura em que a diferença não seja de 10°C, toma-se a equação 2, em que a diferença de temperatura é:

$$Q = \frac{Q_s (T1)}{Q_s (T2)}$$

Pode-se, também, através de análise sensorial, avaliar a aceitabilidade do produto, por uma escala hedônica e obter um gráfico com os valores médios obtidos versus tempo de armazenamento. Traçada uma regressão linear, estima-se a estabilidade do produto analisado, como sendo o tempo em que se atinge um valor de cerca da metade do valor máximo da escala hedônica (LABUZA & SCHIMID, 1988).

2.7 Defeitos de fabricação

SOLER (1991) mostrou um resumo das possíveis causas e a prevenção ou sugestão de conduta para a correção dos defeitos ou problemas mais comuns decorrentes do processamento e/ou formulação incorretos (Quadros 2, 3, 4, 5 e 6).

QUADRO 2. Peso de enchimento incorreto

Possíveis causas	Prevenção
- Conteúdo de sólidos muito baixo ou muito alto, levando a um peso específico incorreto	- Checar o conteúdo de sólidos durante o cozimento com refratômetro

QUADRO 3. Sinérese

Possíveis causas	Prevenção
- Pré-geleificação em virtude da baixa temperatura de enchimento	- Ver pré-geleificação
- Valor de pH muito baixo	- Verificar a faixa de pH ideal, ajustar a dosagem do ácido ou - Escolher outro tipo de pectina
- Conteúdo de sólidos na fruta e no gel não é o mesmo	- Cozinhar por mais tempo a fim de alcançar a equalização - Fazer uma mistura da fruta e do açúcar e deixar durante a noite

QUADRO 4. Gel muito firme

Possíveis causas	Prevenção
- Muita Pectina	- Checar a receita e a dosagem de Pectina
- Conteúdo de sólidos muito alto	- Cozinhar menos ou adicionar menos açúcar ou adicionar mais água
- Valor de pH muito baixo	- Verificar a faixa de pH ideal, ajustar a dosagem de ácido ou escolher outro tipo de pectina

QUADRO 5. Gel fraco

Possíveis causas	Prevenção
- Tipo de pectina incorreto	- Checar a receita e a dosagem da pectina
- Pouca pectina	
- Baixo conteúdo de sólidos	- Cozimento mais longo ou adicionar mais açúcar ou adicionar menos água
- Valor do pH incorreto	- Verificar a faixa de pH e ajustar a dosagem do ácido ou escolher outro tipo de pectina
- Dissolução de pectina não apropriada	- Verificar o modo de preparo
- Tempo de cocção excessivo	- Produzir "batches" menores ou adicionar a pectina no final do processo
- Solução de pectina armazenada por longo tempo	
- Formação prévia de gel	- Aumentar a temperatura de enchimento ou escolher pectina de geleificação lenta
- Tempo de espera excessivo a altas temperaturas (recipientes muito grandes)	- Diminuir a temperatura de enchimento e escolher pectina de geleificação lenta

QUADRO 6. Geleificação antecipada.

Possíveis causas	Prevenção
- Temperatura de enchimento muito baixa	- Aumentar a temperatura de enchimento - Escolher uma pectina de geleificação lenta
- Tempo de enchimento muito longo	- Produzir "batches" pequenos ou escolher pectina de geleificação lenta
- Conteúdo de sólidos muito alto	- Cozinhar menos ou adicionar menos açúcar ou adicionar mais água
- Valor do pH muito baixo	- Ter a faixa de pH e ajustar a dosagem do ácido ou escolher outro tipo de pectina

2.8 Transformações químicas e físicas durante o processamento e armazenamento

A literatura técnico-científica não forneceu dados referentes à estabilidade da geléia de jambo, o que não aconteceu com outros frutos que possuem semelhança morfológica.

Como as principais alterações que ocorrem durante o processamento e o seu controle já foram vistas, em cada etapa de processamento serão destacadas as transformações ocorridas durante o armazenamento de geléias.

As transformações que ocorrem durante o processamento, no que se refere às proteínas e lipídios, são pouco relevantes, em virtude de tais nutrientes serem

encontrados em baixa concentração em frutas e serem mais estáveis nas condições de processamento (HARRIS & VON LOESECKE, 1971) ou, às vezes, desejáveis em geléias, como a inversão da sacarose até determinado nível, o que evita a sua cristalização durante a estocagem (HIDALGO et alii, 1965).

A vitamina C é, provavelmente, a mais sensível de todas as vitaminas contidas nos alimentos: é hidrossolúvel e rapidamente destruída pelo calor e por oxidação; a sua estabilidade diminui à medida que aumenta o pH. Outros fatores que influenciam a sua oxidação podem ser citados: catalisadores metálicos, como ferro e cobre, oxigênio, luz, concentração de açúcar, atividade de água e a presença da enzima ácido ascórbico-oxidase (HURT, 1979).

Segundo LEHNINGER (1976), o ácido ascórbico é um agente fortemente redutor, que perde com facilidade seus átomos de hidrogênio para se tornar o ácido dehidroascórbico, o qual também apresenta atividade de vitamina C. Contudo, a atividade vitamínica é perdida quando o anel de lactona do ácido dehidroascórbico é hidrolisado, formando o ácido dicetogulônico (Figura 14).

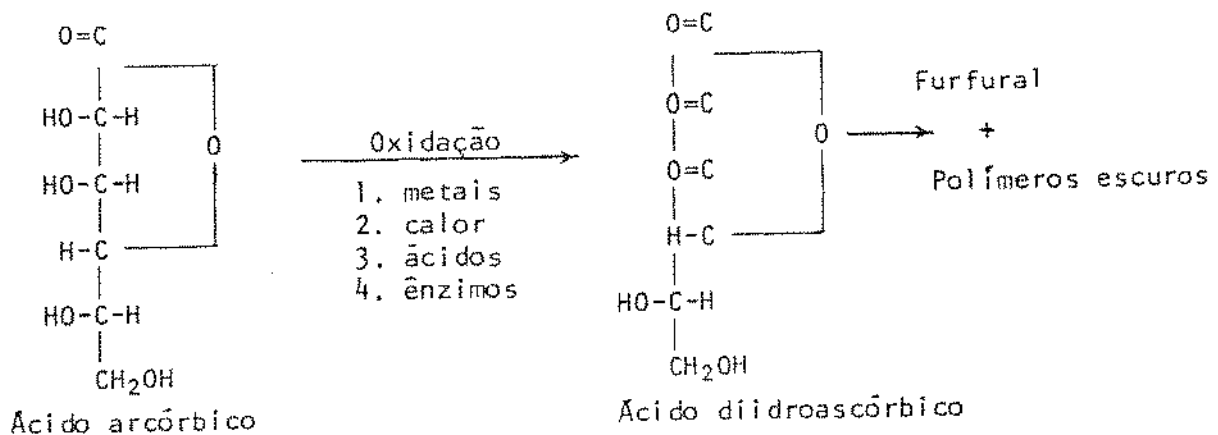


FIGURA 14. Ácido ascórbico e seus derivados.

A degradação do ácido ascórbico foi estudada, em suco de tomate, com relação à temperatura de estocagem, pH e íons de cobre. Encontrou-se uma reação que seguiu uma cinética de primeira ordem, da qual pode ser desenvolvido um modelo para prever

a degradação deste nutriente, que poderia simular, por exemplo, testes de vida-de-prateleira (LEE *et alli*, 1977). Estudos realizados por FREEDMAN *et alli*, (1984), em geléia de morango, com uma concentração inicial de 3, 34 e 76 mg vitamina (vit) C/100 mL, mostraram que, após 16 semanas de armazenamento, o nível caiu, respectivamente, para 3, 24 e 60 mg de vit C/100 mL; em geléia de maçã, nas mesmas condições anteriores, com um nível inicial de 0, 28 e 78 mg/100 mL declinou, respectivamente, para 0, 23 e 70 mg/100 mL; e, em geléia de amora, de 0, 26 e 68 mg/100 mL para 0, 21 e 60 mg/100 mL.

YAN *et alli* (1993) observaram que, em soluções de sacarose e ácido ascórbico, com diferentes níveis de pH (3,0 e 5,0), armazenadas em várias temperaturas (26,5, 30 e 33° C), houve um significativo retardamento da oxidação do ácido ascórbico na solução de pH inferior.

Foram observados, em geléia de mamão, armazenada em temperatura ambiente (28°C), durante 120 dias, estabilidade do Brix, acidez titulável, pH e pigmentos solúveis e um decréscimo de 66,66% do teor de vitamina C (HOLANDA *et alli*, 1989).

Verificou-se que o escurecimento de sucos cítricos, principalmente os concentrados e especialmente os de limão e maçã, se deve à decomposição ou oxidação do ácido ascórbico a dehidroascórbico. Este escurecimento somente se encerrava quando todo o ácido ascórbico desaparecia. Quando o ácido ascórbico é aquecido com um ácido (pH baixo) transforma-se em CO₂. O furfural sofre uma polimerização e escurecimento (SIMÃO, 1985).

Suco de laranja comercial acondicionado em garrafas de vidro transparente e com tampas metálicas não teve diferença significativa entre as amostras estocadas no escuro e com iluminação de 3.500 lux, após 37 dias de armazenamento a 22°C. A perda de 5 a 6% de ácido ascórbico sob iluminação e de 3 a 4% no escuro foi em virtude do baixo teor de oxigênio residual, proveniente do enchimento a quente (GRAZER, 1983).

SATTAR *et alli*, (1989) estudaram a proteção de embalagens em bebidas do tipo "orange drinks" contendo suco de laranja, açúcar, ácido ascórbico e água e concluíram que a proteção segue a seguinte ordem: cartonada > garrafas de vidro âmbar > vidro verde > vidro transparente. Verificaram também que à medida que diminuiu o teor de ácido ascórbico, foram desenvolvidos odores estranhos no produto.

As antocianinas são provavelmente os corantes naturais mais conhecidos. Formam os matizes vermelhos e azuis de muitos sucos de frutas, geléias e conservas; são glicosídeos cuja cor varia do vermelho ao azul, passando pelas cores intermediárias

(roxo, púrpura e violeta) e, por hidrólise, formam carboidratos e uma aglicona (as antocianidinas). A estrutura química das antocianidinas (Figura 15) é constituída por um núcleo benzopirílio e um anel fenólico, os quais, ligados, formam o íon flavílio. O núcleo flavílico das antocianinas é muito suscetível a reações químicas e pode sofrer alterações na cor, tanto entre diferentes variedades como nas condições empregadas no processamento e estocagem do produto. Em pH ácido, o pigmento existe na forma de sal flavílico de coloração avermelhada. Em pH 7,0 a 8,0, o pigmento adquire uma coloração azul intensa ou amarela, ocorrendo a formação de chalconas. Em produtos processados, como sucos e geléias de frutas, a cor pode ser mantida ou melhorada pelo ajuste do pH e proteção contra a luz (BLEINROTH, 1988).

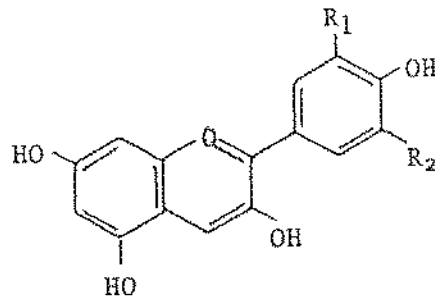


FIGURA 15. Estrutura química das antocianidinas (BLEINRPTH, 1988).

Geléias de morango e amora silvestre escurecem facilmente durante o armazenamento, em razão do alto teor de antocianina, sensível à degradação (FREEDMAN & FRANCIS, 1984). Segundo ADAMS & WOODMAN (1973), a velocidade de degradação de antocianinas é significativamente influenciada pela temperatura de processamento e de armazenamento. Estes autores também mostraram que a destruição dos pigmentos em conservas de morango foi pequena durante o processo de esterilização, utilizando o sistema UHT, em comparação com as perdas ocorridas durante o resfriamento e armazenamento em condições ambientais.

A cor das antocianinas é mais estável em condições de processamento do que em condições de armazenamento, o que é atribuído à possibilidade de uma reação de condensação, com um aumento da concentração dos pigmentos poliméricos em função

da temperatura de estocagem (TANCHEV, 1983). Segundo MARKAKIS *et alii* (1975), a destruição de antocianinas em presença de oxigênio e ácido ascórbico foi bem mais intensa do que quando comparada com o efeito de apenas um dos fatores, sugerindo que os compostos formados com a degradação do ácido ascórbico agem como coadjuvantes no processo de degradação das antocianinas.

PASCHOALINO (1977) investigou, por meio de análise sensorial, o efeito de antioxidante (ácido ascórbico) em fatias de morangos com xarope congeladas. O emprego do ácido ascórbico adicionado ao xarope, nas concentrações de 0,1%, 0,2% e 0,4%, foi eficiente para melhorar a cor e o sabor do morango em fatias, congelado, embora somente o tratamento com 0,4% de antioxidante tenha apresentado diferença significativa da parcela-controle.

O extrato de antocianinas de jamelão (0,4%), contendo cianidina-3-glicosídeo como principal antocianina, foi submetido ao efeito de luz, calor e ar em diferentes pHs, verificando-se que a cor vermelha foi estável somente em pH abaixo de 1,0, sofrendo total alteração em pH superior. Excluindo o efeito do pH, a luz produziu a mais rápida alteração. As perdas de cor após 110 h de reação na ausência de luz, a 22°C, com ar ou nitrogênio, foram da mesma ordem, entre 11 e 12%. Em presença de luz essas perdas foram, respectivamente, de 50 e 16%. A 41°C e na ausência de luz, com ar, a perda foi de 84% em 100 horas (BOBBIO *et alii*, 1985).

Estudos realizados durante o armazenamento revelaram acréscimo de açúcares redutores e diminuição dos açúcares não redutores, em geléia, em virtude da hidrólise ácida da sacarose (OLIVEIRA *et alii*, 1985). Em uma solução de sacarose em ácido clorídrico 0,1 N, foram necessárias 328 horas a 20°C ou 11,2 minutos a 80°C, para uma completa inversão da sacarose (RAUCH, 1965). Metais, incluindo estanho, ferro, cobre e zinco, presentes em quantidades excessivas, podem causar descoloração (JACKIX, 1988). Teor excessivo de sais-tampões, que podem estar presentes naturalmente na fruta, além de alterar a cor, pode evitar a geleificação (RAUCH, 1965).

Identificou-se em potes de geléia com 0,90 de atividade de água, estocados em meio ambiente durante 12 semanas, a presença de 2% de etanol. Isto se deveu ao desenvolvimento de duas espécies de microrganismos *Chrysosporium* (*C. inops* e *C. xerophilus*), que fermentaram a glicose. Esta alteração deveu-se à falha no processamento, utilizando suco contaminado com esporos destes microrganismos, que não foram destruídos durante o processamento (WIDERLERER, 1989).

Ocorre perda de aroma no armazenamento quando se utilizam embalagens plásticas, como poliestireno, em razão de sua porosidade. Podem ocorrer aromas estranhos: por causa de uma contaminação anterior ou durante o processamento; absorção de substâncias químicas das embalagens plásticas e sabor salgado, em razão do excesso de solução tampão (JACKIX, 1988).

ALBERT (1985) verificou a estabilidade do "flavor" de geléias de limão, laranja, morango, maçã e cerejas durante 18 meses armazenadas em condições ambientais, concluindo que o sabor ácido e o de açúcar mantiveram-se constantes durante o período; a geléia de limão manteve o sabor característico do fruto até os 12 primeiros meses; as de laranja, morango e cerejas não perderam o "flavor" característico dos frutos, o que não aconteceu com a de maçã, que o perdeu logo no primeiro mês de armazenamento.

Estudando a estabilidade de massa de abóbora exposta à luz (200 lux), alguns autores concluíram que as amostras armazenadas no escuro mantiveram melhor as qualidades sensoriais (cor e gosto) do que as estocadas à luz (MOHAMMAD *et alli* (1987).

GUICHARD *et alli* (1991), trabalhando com geléia de morango com pectinas de diferentes graus de esterificação e peso molecular, observaram uma diminuição na intensidade do "flavor" típico da fruta, na geléia feita com pectina de alto grau de metoxilação, em relação à obtida com pectina de menor grau de metoxilação; mas, encontraram uma menor consistência para a geléia formulada com pectina de menor grau de esterificação e peso molecular.

Durante o armazenamento, a firmeza do gel aumenta, enquanto a elasticidade diminui. Isso se deve à diminuição de grupos metoxílicos (LOPEZ & LI-HSIENG, 1968). O teor de sais minerais aumenta a geleificação da geléia. No entanto, quando em excesso, produz a sua retração, o que pode provocar sinérese (REIS, 1980). A rotação ótica da pectina é constante entre pH 3,0 e 6,5 e decresce rapidamente durante a sua hidrólise enzimática. Com esta indicação, especialmente para os resultados obtidos pela termodegradação ácida da pectina, quanto maior a rotação ótica, maior o grau de polimerização. A rotação ótica do ácido D-galacturônico é 51,3°, enquanto a da pectina depende da matéria-prima e, no caso de frutos cítricos, varia entre 237° e 250° (KERTZ, 1951).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Frutos. os jambos, aproximadamente 50% maduros e 50% de vez, utilizados para a formulação das geléias, foram colhidos na safra de janeiro-fevereiro de 1992, na Estrada das Tachas, Ilha de Mangaratiba, Estado do Rio de Janeiro.

Acúcares: sacarose cristalizada "sucar" e glicose de milho Excell Lo40 das Refinações de Milho Brasil.

Pectina: ATM 64 - 72 % de grau de metoxilação, 150 ± 5 graus SAG da Braspectina.

Embalagens: copos de 200 mL de volume, diâmetro interno 57 mm e altura interna de 85 mm, produzidos pela Vidraria Santa Marina S/A com tampas da Metalgráfica Rojek.

Aparelhos e equipamentos: além de vidraria e utensílios comuns em laboratório (pipetas, buretas, béquer, provetas, funil, etc.), utilizaram-se os seguintes equipamentos e aparelhos específicos: triturador de frutas de facas ICMA com peneira de 9,5 mm, finisher (retocador) com malha de 0,6 mm, modelo 155 da Bertuzzi, recravadeira Metalgráfica Rojek p. 376/A, refratômetro Carl Zeiss Jena, pH-metro Micronal modelo B374, espectrofotômetro Beckman modelo DU-70, balança analítica Oertling - LA164, balança semi-analítica Mettler P1210, agitadores Corning Stirrer Hotplate, estufa retilínea Fanem, armário de congelamento com nitrogênio da AGA S.A. texturômetro Stable Micro systems, modelo TAXT2.

3.2 Métodos

3.2.1 Análises do fruto

3.2.1.1 Análises físicas

Densidade real: para a determinação da densidade real, colocaram-se 200 g da polpa do fruto cortada em cubos em uma proveta de 500 mL, contendo 200 mL de água destilada; fazendo-se a leitura do volume de água deslocado pela amostra; pela divisão do peso da amostra pelo volume deslocado, obtém-se o valor final, expresso em g/cm^3 .

Peso do fruto: com o auxílio de uma balança semi-analítica, sendo o resultado a média do peso de 20 frutos, expresso em gramas.

Peso da casca: os frutos usados para a obtenção do peso médio foram descascados mediante raspagem com faca de aço inoxidável e em seguida pesados; o peso da casca correspondeu à diferença entre os pesos obtidos na pesagem anterior e posterior à operação, expressos em gramas.

Peso da semente: os frutos foram cortados longitudinalmente, com faca até a superfície da semente, separando-se manualmente as duas partes e, com a ponta da faca extraiu-se a semente. As sementes foram pesadas na balança semi-analítica e o resultado, expresso em gramas.

Dimensões do fruto: o tamanho dos frutos foi representado pelas dimensões tomadas sobre o eixo menor (D1) e o eixo maior (D2) da maior secção no sentido longitudinal do fruto, com o auxílio de régua graduada em milímetros.

3.2.1.2 Análises químicas

Com o objetivo de segurança, as análises químicas foram feitas com três repetições.

Porcentagem de Umidade: conforme o I.A.L. (1979).

Açúcares redutores: conforme I.A.L. (1979).

Pectina: baseou-se na neutralização das cargas dos resíduos de ácidos urônicos pelos íons cálcio, provocando a geleificação da pectina e sua precipitação (CARVALHO *et alii*, 1990).

pH: através do potenciômetro Micronal modelo B374.

Acidez total: acidez total, que é a concentração de ácido presente no produto, foi determinada pela titulação de uma solução aquosa do produto com solução de álcali 0,1 N (AOAC., 1980).

Sólidos solúveis (Brix). Cinquenta gramas do fruto foram triturados com 50 mL de água em um liquidificador. A amostra homogeneizada do fruto foi colocada sobre o prisma do refratômetro Carzeiss Jena, procedendo-se à leitura. O resultado expresso em °Brix foi corrigido para a temperatura de 20° C e multiplicado por dois.

Extração e purificação da pectina do jambo. Conforme OWENS *et alii* (1952)

Caracterização da pectina do jambo (Owens *et alii*, 1952).

Peso equivalente: pesaram-se 0,5 g de pectina purificada em um béquer e umedeceu-se com 5 mL de etanol . Adicionaram-se 100 mL de água destilada e titulo-se com NaOH 0,1 N, com o auxílio de potenciômetro até o pH 7,5.

$$\text{Peso equivalente} = \frac{1.000 \times \text{peso da amostra (g)}}{N \times \text{volume de NaOH (mL)}}$$

Conteúdo metoxílico: à solução obtida na etapa anterior para a determinação do peso equivalente, contendo 0,5 g de substâncias pécnicas, adicionaram-se 25 mL de NaOH 0,25 N. Após agitação, deixou-se em repouso durante 30 minutos; adicionaram-se 25 mL de HCl 0,25 N e titulou-se com NaOH 0,1 N até o pH 7,5.

$$\% \text{ grupos metoxílico} = \frac{N \times \text{vol. de NaOH (mL)} \times 3,1}{\text{peso da amostra (g)}}$$

Conteúdo acetílico: pesaram-se 0,5 g de pectina em um erlenmeyer e adicionaram-se 25 mL de NaOH 0,1 N; após dissolução da pectina em agitador magnético (100 g de cristais de sulfato de magnésio e 1,5 g de ácido sulfúrico diluído a 180 mL), deixou-se em repouso durante uma hora. Completou-se o volume para 50 mL. Em uma alíquota de 20 mL, adicionaram-se 20 mL de solução de sulfato de magnésio-ácido sulfúrico. Após uma destilação por arraste de vapor, obtendo-se 100 mL de destilado, titulou-se o destilado com NaOH 0,05 N, usando como indicador vermelho-de-fenol.

$$\% \text{ acetil (CH}_3\text{CO)} = \frac{N \times \text{volume de NaOH (mL)} \times 4,3}{\text{peso da amostra}}$$

Grau de esterificação: quando os grupos carboxílicos do ácido poligalacturônico estão todos esterificados, o conteúdo metoxílico é de 16,32% e o grau de esterificação, de 100% (DOESBURG, 1965). Com o resultado obtido no conteúdo metoxílico por meio de uma regra de três, obteve-se o grau de esterificação em percentagem.

Rotação ótica: dissolveram-se 0,5 g de pectina em 75 mL de água, ajustou-se o pH para 6,0 e completou-se o volume para 100 mL. Colocou-se a solução dentro de um tubo de 2 Dm e a rotação ótica foi medida a 25° C em um polarímetro.

$$[\alpha] = \frac{\text{Rotação obs.} \times 100 \times 0,346}{2 \times C}$$

Antocianina (GROSS, 1987).

Vitamina C: utilizou-se um método baseado na oxidação do ácido ascórbico (AOAC, 1984).

3.2.2 Processo de obtenção da geléia

As operações de processamento dos frutos foram baseadas nas literaturas técnico-científicas consultadas, adaptadas às melhores condições tecnológicas encontradas, desde a colheita até à obtenção do produto final (geléia tipo extra).

A fim de estudar a aceitabilidade e a estabilidade do produto, dois processos diferentes foram testados: geléia com o fruto com casca e sem casca.

Obtidos os informes necessários, pôde-se organizar o seguinte roteiro de operações para o preparo da geléia:

a) colheita, transporte, armazenamento: colheram-se manualmente cerca de 400 kg de frutos, evitando a sua queda e conseqüentes lesões mecânicas; colocados em caixas de polietileno, foram transportados imediatamente para o CETEC - SENAI - Vassouras - RJ e armazenados a cerca de 3°C por um período de 15 a 36 horas;

b) seleção: por meio de rigoroso controle, foram selecionados os frutos maduros e de vez, desprezando-se os frutos com lesões mecânicas e muito maduros (polpa flácida);

c) limpeza: após lavagem em água corrente, os frutos foram imergidos em água clorada com 6 ppm de cloro livre durante 2 minutos; o residual de cloro-livre foi controlado pelo teste de ortotoluidina por 5 segundos (N.C.A., 1968);

d) descascamento: Os frutos foram descascados manualmente com descascadores de aço inoxidável;

e) corte e descaroçamento: os frutos, cortados ao meio até a superfície do caroço, foram divididos em duas partes, eliminando-se as sementes;

f) congelamento, acondicionamento e armazenamento: os frutos preparados foram colocados em bandejas e congelados em armário de congelamento, com nitrogênio líquido, para a temperatura de -5°C em 3 minutos¹; acondicionados em sacos de polietileno, foram armazenados em câmara frigorífica a -15°C por 45 dias.

g) transporte e armazenamento: os frutos, acondicionados em sacos de polietileno, foram colocados em caixas de poliestireno expandido, juntamente com gelo seco e transportados para a UNICAMP - Campinas, onde foram armazenados em câmara frigorífica a -15°C .

h) adição de água, cocção e extração do suco: colocou-se uma parte de água para oito partes de polpa congelada, em tacho encamisado na pressão de 1 kg de vapor/cm²; após fervura durante 5 minutos, triturou-se tudo em moinho de facas regulado para 9,5 mm de espessura, e extraiu-se o suco em finisher (retocador), utilizando uma malha de 0,6 mm.

i) formulação (para geléia tipo extra): em testes preliminares em laboratório estabeleceu-se a seguinte formulação: 0,28 g de ácido cítrico/100 g de suco, necessários para se obter um pH 3,20; 0,4 g de pectina ATM para cada 100 g de suco, teor mínimo, suficiente para a geléia manter a sua forma sem desmoronar ($20,6 \pm 0,18$ grau para a geléia de jambo), após retirada do copo; uma (1) parte de açúcar (90% de sacarose e 10% de glicose) / uma (1) parte de suco;

j) Concentração: concentrou-se o suco ($^{\circ}\text{Brix}$ inicial de 6,5) em tacho encamisado aberto, até $7,5^{\circ}\text{Brix}$, equivalente à evaporação de 13,4% da água do suco em aproximadamente 20 minutos em ebulição e adicionaram-se os açúcares e a pectina dissolvida a 5% no suco. Após obter o $^{\circ}\text{Brix}$ de 68° (aproximadamente em 10 minutos), adicionou-se o ácido cítrico e fechou-se imediatamente o vapor;

l) acondicionamento e resfriamento: os produtos (geléia do fruto com casca e sem casca) foram retirados diretamente do tacho e acondicionado a quente, entre 86 e 90°C , em copos de 200 mL, deixando um espaço livre de cerca de 2 a 4 mm e foram imediatamente fechados hermeticamente com tampas metálicas (Figura 16). Após o fechamento, os copos foram colocados com as tampas para baixo durante 10 minutos.

¹Optou-se por um congelamento rápido, para evitar ação enzimática, pois, como o jambo é muito suculento, o seu branqueamento, mesmo a vapor, causaria grandes perdas de antocianinas, pectinas, vitamina C e substâncias hidrossolúveis.

Imersos em água a 80°C, foram resfriados com injeção lenta de água fria, até a temperatura ambiente.

m) codificação e armazenamento: os produtos foram codificados conforme o tipo, sendo CC = frutos com casca, SC = sem casca; condições de armazenamento, SL = sem luz, CL = com luz fluorescente (660 ± 20 lux), 25 = vinte e cinco graus centígrados, 35 = trinta e cinco graus centígrados, TA = condições ambientais e armazenados nas condições codificadas, isto é, CSSL25, CSSL35, CCCL25, CCCL35, SCCL25, SCCL35, SCSL25, SCSL35, CCTA, SCTA.

FIGURA 16. Geléias de jambo.

3.2.3 Controle dos produtos acabados

Após incubação, iniciou-se o controle físico, químico, microbiológico e sensorial, com 1, 18, 46, 66, 104, 132 e 167 dias de armazenamento, para as análises físicas, 0, 30, 89, 149, 209, 269 e 337 dias para o °Brix, sinérese, pH, acidez total e açúcares redutores, 0, 33, 69, 123 e 180 dias para a vitamina C, 0, 15, 33, 61, 81, 114 e 142 dias para a antocianinas, 19, 89, 149, 209, 269 e 337 dias de armazenamento, para as análises sensoriais e em 10 dias para a microbiológica.

Nos produtos estocados em condições ambientais foram feitas somente análise de antocianina e cor.

As análises químicas e físicas feitas ao fim de cada período de armazenamento foram realizadas com três repetições.

3.2.3.1 Análises químicas

Açúcares redutores: conforme I.A.L. (1979).

Acidez total: (A.O.A.C., 1980).

pH: através de pH-metro Micronal modelo B374.

Sólidos solúveis totais: a determinação da concentração de sólidos solúveis foi feita por meio do índice de refração. Amostra da geléia foi colocada sobre o prisma do refratômetro e procedeu-se à leitura a 20°C ou corrigiu-se para essa temperatura. O resultado foi expresso em °Brix.

Vitamina C: utilizou-se um método baseado na oxidação do ácido ascórbico (AOAC, 1984), utilizando 20 g de amostra.

Antocianina: 5 gramas de amostra foram dissolvidas em 100 mL de água, com auxílio de agitador magnético e empregou-se a metodologia descrita por GROSS (1987).

3.2.3.2 Análises físicas

Sinérese: cerca de 10 g de amostra de geléia foram colocados no centro de um papel de filtro Whatman nº 1 de 10 cm de diâmetro, previamente secado em estufa a 105°C por 30 minutos. Após 2 minutos de repouso, mediu-se o avanço do anel de

umidade, que se tomou como índice de sinérese. Os resultados foram expressos em mm de incremento do diâmetro em relação à amostra (AD) (BAIDON *et alii*, 1980).

Cor: foi feita pelo sistema Hunter, por meio do espectrofotômetro Comcor, modelo MS 1500 Plus, empregando-se o iluminante C e ângulo de 10° (configuração DREOL).

As amostras em camadas internas da geléia de 4 mm, controladas por um adaptador de fundo branco (L Hunter = 89,02, a Hunter = -1,47 e b Hunter = 3,18), foram colocadas em cápsula de vidro óptico de 59 mm de diâmetro interno e 38 mm de altura e a leitura foi feita pelo fundo da amostra. Foram determinadas as curvas espectrais das amostras logo após o processamento (FERREIRA *et al.*, 1989).

Percentagem "SAG": com a fórmula obtida anteriormente da geléia, encheram-se copos tipo Hazel-Atlas nº 85, pré-preparados com uma espécie de colarinho de fita adesiva nas bordas, com a geléia. Após repouso de 24 horas, cortou-se o excedente ao nível da borda do copo e inverteu-se a geléia sobre a lâmina de vidro do aparelho "Ridgelimeter", deixando-se em repouso por 2 minutos. O resultado foi obtido através de leitura direta no aparelho em percentagem "SAG" (citado por LEME Jr., 1968).

Consistência e adesividade: foram medidas pelo texturômetro Stable Micro Systems, modelo TAXT2 texture analyser, utilizando-se o método da Texture Technologies Corp (1992) (Analysis of certain strawberry jellies) test II, com o êmbolo de 1/2" AOAC, que, para a consistência mediu a força em g/cm² necessária para o êmbolo penetrar 15 mm no gel a uma velocidade de 2 mm/s, em e para a adesividade mediu a força para o êmbolo emergir no gel à mesma velocidade, na mesma unidade.

3.2.3.3 Controle microbiológico

Conforme Portaria nº 1/1987, da Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (DINAL), do Ministério da Saúde (A.B.I.A, 1992b): Incubação a 35° durante 10 dias (prova de esterilidade comercial).

Como complemento realizou-se análise de bolores e leveduras, usando meio de cultura PDA (potato dextrose ágar), com as amostras diluídas em a 10^{-3} e o resultado expresso em ufc (unidade formadora de colônia) (AFHA, 1984).

3.2.3.4 Avaliação sensorial

Mediante uma escala hedônica não estruturada (Figura 17, apêndice 2), de 90 mm, foi feito um teste de preferência, para estimar o sabor, cor, consistência e impressão global (características gerais da geléia) e viabilizar algum comentário adicional.

O grupo de provadores foi constituído de 28 pessoas de ambos os sexos, com idades variando entre 20 e 60 anos, todas com atividade no DTA-FEA-UNICAMP.

Amostras foram colocadas em copinhos de plástico, codificados com números de três algarismos, e servidas ao grupo provador em cabines individuais, iluminadas com luz branca, com pazinhas de sorvete e pão de forma descascado.

Foram feitas duas sessões de análises em cada período de armazenamento: uma com a geléia do fruto com casca com quatro tratamentos (CCSL25, CCSL35, CCCL25 e CCCL35) para cada provador e a outra com a geléia do jambo sem casca com quatro tratamentos (SCSL25, SCSL35, SCCL25 E SCCL35) para cada provador. A distribuição foi feita em blocos inteiramente ao acaso.

3.2.3.5 Análise estatística

Na obtenção dos parâmetros químicos, físicos e sensoriais, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, isolaram-se fatorialmente as médias para os fatores de estocagem estudados (tempo, luz e temperatura), sendo os resultados submetidos à análise de variância e classificação pelo teste de Tukey, segundo GOMES (1986) e STELL & TORRES (1975).

3.2.3.6 Vida de prateleira dos produtos

Conforme LABUZA & SCHIMID (1988), para determinar a vida útil das geléias de jambo foram utilizados os resultados da escala hedônica obtidos da análise sensorial, estatisticamente mais afetados nas condições de estocagem (35°C com luz) para a geléia com casca e 35°C para a geléia sem casca. Foram obtidos gráficos com os valores médios da avaliação feita pelos provadores versus o tempo de estocagem. Traçou-se, então, uma regressão linear para estimar o tempo máximo em que os parâmetros estudados teriam aceitabilidade. Considerando-se como vida útil o menor tempo em que um dos parâmetros perdeu a aceitabilidade. Segundo MORROW (1982), escolheu-se, como valor mínimo, perda da aceitabilidade, 45 pontos da escala hedônica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Características físicas e químicas do fruto

4.1.1 Características físicas

As dimensões do fruto, densidade real, peso total, peso de casca e peso de semente estão relacionados com o rendimento do produto, tornando-se fatores importantes no estabelecimento da viabilidade econômica da sua industrialização, além do dimensionamento da embalagem para o transporte e dos equipamentos de processamento.

Os resultados das análises físicas são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3. Valores médios \pm desvio-padrão (VMDP) das análises físicas do jambo

Características	VMDP
Diâmetro maior (cm)*	5,5 \pm 0,77
Diâmetro menor (cm)*	4,4 \pm 0,5
Peso do fruto (g)*	39,35 \pm 4,2
Peso da semente (g)*	7,22 \pm 1,13
Peso da casca (g)*	2,58 \pm 0,30
Densidade real (g/cm ³)**	0,87 \pm 0,02

*Média de 20 determinações

**Média de três determinações

Observa-se que o rendimento da polpa sem casca corresponde a 75,1% do peso do fruto; os desvios-padrão dos diâmetros dos frutos foram um pouco elevados; como os frutos foram triturados, esta observação não é de grande relevância.

4.1.2 Características químicas

Os resultados das análises químicas da matéria-prima encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4. Valores médios \pm desvio-padrão (VMDP) das análises químicas do jambo

Características	VMDP
Açúcares redutores (% de glicose) ...	6,4 \pm 0,2
Vitamina C (mg/100 g)	34,26 \pm 0,77
pH.....	3,38 \pm 0,01
Acidez total (% ácido cítrico)	0,80 \pm 0,13
Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix).....	6,5 \pm 0,0
Grau de maturação ($^{\circ}$ Brix/Acidez)....	8,1
Antocianina (mg / kg)	47,89 \pm 0,53
Pectina (% de ácido péctico).....	0,76 \pm 0,2
Peso equivalente da Pectina.....	2.439 \pm 53
Conteúdo metoxílico da pectina (%) .	10,8 \pm 06
Grau de esterificação da pectina	66,17
Rotação ótica da pectina $[a]_D^{25}$	174 $^{\circ}$ \pm 12 $^{\circ}$
Porcentagem de umidade	87%

O teor de vitamina C, 34,26 \pm 0,77 mg/100 g, é inferior ao citado pelo USDA (1962), de 60 mg/100 g, mas tem-se de levar em conta que se desconhecem o método de determinação de vitamina C, a variedade e o estágio de maturação dos frutos citados pela referência.

O pH $3,38 \pm 0,01$ da polpa do jambo permite incluí-la no grupo de alimentos muito ácidos, classificados por STUMBO (1965), sendo possível seu aproveitamento na forma de geléia, necessitando pouca acidificação para se obter um gel adequado.

A acidez total, $0,80 \pm 0,12$ % de ácido cítrico/100 g, é equivalente à encontrada por GODOY *et alii* (1989), de 0,60 meg de acidez/100 mL (0,77% de ácido cítrico/100 mL).

O teor de sólidos solúveis de $6,5^\circ$ Brix, dividido pela acidez, permite estabelecer o índice médio de maturação do fruto (ratio), em 8,1.

O teor de antocianina $47,89 \pm 0,53$ mg/kg é inferior ao da ameixa cultivar Carnesim de 295 mg/kg (DRAETTA *et al*, 1985), mas cabe ressaltar que a antocianina do jambo está presente somente em sua fina casca.

O teor de pectina, $0,76 \pm 0,2$ (%), é semelhante ao do pêssego, de 0,78%, superior ao da pêra, de 0,5%, e ao do morango, 0,6% (KERTZ, 1951).

A rotação ótica ($+174^\circ \pm 12^\circ$) é inferior à da pectina de laranja, citada por KERTZ(1951), de $+237^\circ$ a $+250^\circ$, e superior à da sacarose, de $+66,5^\circ$ (LEHNINGER, 1976).

O grau de esterificação da pectina (66,17%) permite incluí-lo no grupo de pectina de geleificação semi-rápida, classificado por LOPEZ (1962), grau de esterificação = 66 - 70%, do qual a temperatura de formação de gel é de 55 a 75°C e o conteúdo metoxílico ($10,8 \pm 0,6$) permite classifica-lo como de pectina de alto conteúdo metoxílico (HM), na qual o teor dos grupos metoxílicos está acima de 7% (LOPEZ, 1962).

4.2. Características iniciais das geléias

4.2.1 Características químicas e físicas

A tabela 5 mostra as características químicas e físicas iniciais das geléias.

TABELA 5. Características médias \pm desvio-padrão iniciais das geléias

Características	Fruto com casca	Fruto sem casca
Acidez total (% ácido cítrico).....	0,58 \pm 0,02	0,57 \pm 0,03
pH.....	3,20 \pm 0,01	3,18 \pm 0,01
Antocianina (mg/l)	9,82 \pm 0,26	0,00
Vitamina C (mg/100g).....	8,95 \pm 0,50	8,58 \pm 0,48
Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix).....	67,6 \pm 0,1	68,1 \pm 0,01
Sinérese (mm).....	3,3 \pm 0,5	2,7 \pm 0,5
Açúcares redutores (% glicose).....	31,12 \pm 0,98	30,87 \pm 1,16
Consistência (g/cm ²)*.....	48,61 \pm 0,77	39,0 \pm 0,8
Adesividade (g/cm ²)*.....	-7,4 \pm 0,3	- 6,7 \pm 0,4
Cor L _{Hunter} *.....	45,16 \pm 0,77	66,79 \pm 1,30
a _{Hunter} *.....	23,32 \pm 0,16	0,34 \pm 0,27
b _{Hunter} *.....	15,04 \pm 0,34	16,38 \pm 0,7

* Análises realizadas após um dia de processamento.

Os teores de sólidos solúveis e os pH das geléias do fruto com casca e sem casca ficaram dentro dos valores estabelecidos por RAUCH (1965) pH de 3,2 e Brix de 67,5 $^{\circ}$ e os $^{\circ}$ Brix superiores a de geléias de morango encontradas no mercado, 66,3 $^{\circ}$ Brix para a média de três amostras de uma marca X e 66 $^{\circ}$ Brix para a média de três amostras de uma marca Y. Considerando-se a formulação e o processamento (Apêndice 1), a geléia ficou com um teor de pectina (do fruto + adicionada) de 0,64%, entre os 0,5 e 1,5% recomendados por RAUCH (1965), de onde afirma que somente se consegue geleificação com esta concentração, em pectinas de alta qualidade, isto é, de elevado peso molecular (obtida pela pectina do jambo e a adicionada).

A consistência para o produto sem casca ficou inferior à do produto com casca, provavelmente, em virtude de o fruto ter sido mais manuseado (descascamento) durante o processamento, ficando mais exposto à ação de enzimas pécticas e/ou a casca conter maior concentração de pectina. Conforme LOPEZ & LI-HSIENG (1968), durante o armazenamento do produto, ocorre desesterificação da pectina, com uma conseqüente aumento da consistência e diminuição da elasticidade, parâmetros estes, importante para o acompanhamento da qualidade do produto. Comparando com as consistências de

geléias de morango encontradas no mercado local, a marca X $86,83 \pm 5,89 \text{ g/cm}^2$ e a marca Y $91,17 \pm 3,76 \text{ g/cm}^2$, ficaram bem inferiores; provavelmente estas indústrias produziram as geléias com consistências maiores e com maiores teores de pectina, para que tenham um maior período de comercialização.

A literatura técnica e científica consultada não forneceu dados referentes à sinérese em géis de pectina, obtidos pelo método utilizado neste trabalho; somente foram fornecidos dados para géis de outras gomas, ou citando a informação de sinérese em determinadas condições de processamento e estocagem, por meio da visualização. Como não se encontrou sinérese nos produtos obtidos, necessita-se, então, estabelecer valores limites do início de formação da sinérese para geléia, por meio desta metodologia.

Em relação aos açúcares redutores da formulação (suco + adicionado) à diluição com a adição de água na cocção do fruto e à elevação do teor durante concentração (Apêndice I), no produto sem casca obteve-se uma hidrólise de 31,28 % da sacarose adicionada; para o produto com casca foi hidrolizada 31,12% da sacarose adicionada, valores estes bem menores, se comparados ao citado por RAUCH (1965), de 100% a 80°C em 11,2 minutos em solução de sacarose de concentração não especificada a 0,1 N de HCl, o que não se aplica a sacarose no suco do jambo por ser menos ácido.

Em relação à cor, no produto com casca predominou o vermelho (a^{Hunter}) de $23,32 \pm 0,16$, bem superior ao produto sem casca (a^{Hunter}) de $0,34 \pm 0,27$, no qual predominou o amarelo (b^{Hunter}) de $16,38 \pm 0,7$ contra $15,04 \pm 0,34$. Isto ocorreu porque a antocianina do jambo encontra-se somente na casca, não existindo na polpa, o que pode ser observado na geléia com casca $9,82 \pm 0,26 \text{ mg/l}$ e sem casca de $0,0 \text{ mg/l}$. Com relação a luminosidade a geléia sem casca apresentou valor $66,79 \pm 1,30$ superior a da geléia com casca de $45,16 \pm 0,77$.

4.2.2 Curvas espectrais das geléias de jambo

A representação da cor das geléias de jambo com um dia de estocagem (Figura 18) mostra as diferenças entre elas: a amostra da geléia sem casca apresentou uma percentagem de reflexão crescente dos 400 aos 640 nm, após os valores se apresentarem praticamente constantes e com ligeiro decréscimo a 740 nm; já a amostra com casca

houve ponto de inflexão a 440 nm, deflexão a 460 nm e outro de inflexão aos 520 nm. Após este comprimento de onda a amostra apresentou um crescente aumento de percentagem de reflexão até 700 nm, após o que os valores foram praticamente constantes e com ligeiro aumento a 740 nm. As diferenças de % de reflexão foi em virtude da geléia com casca apresentar antocianinas o que não ocorreu com a geléia sem casca.

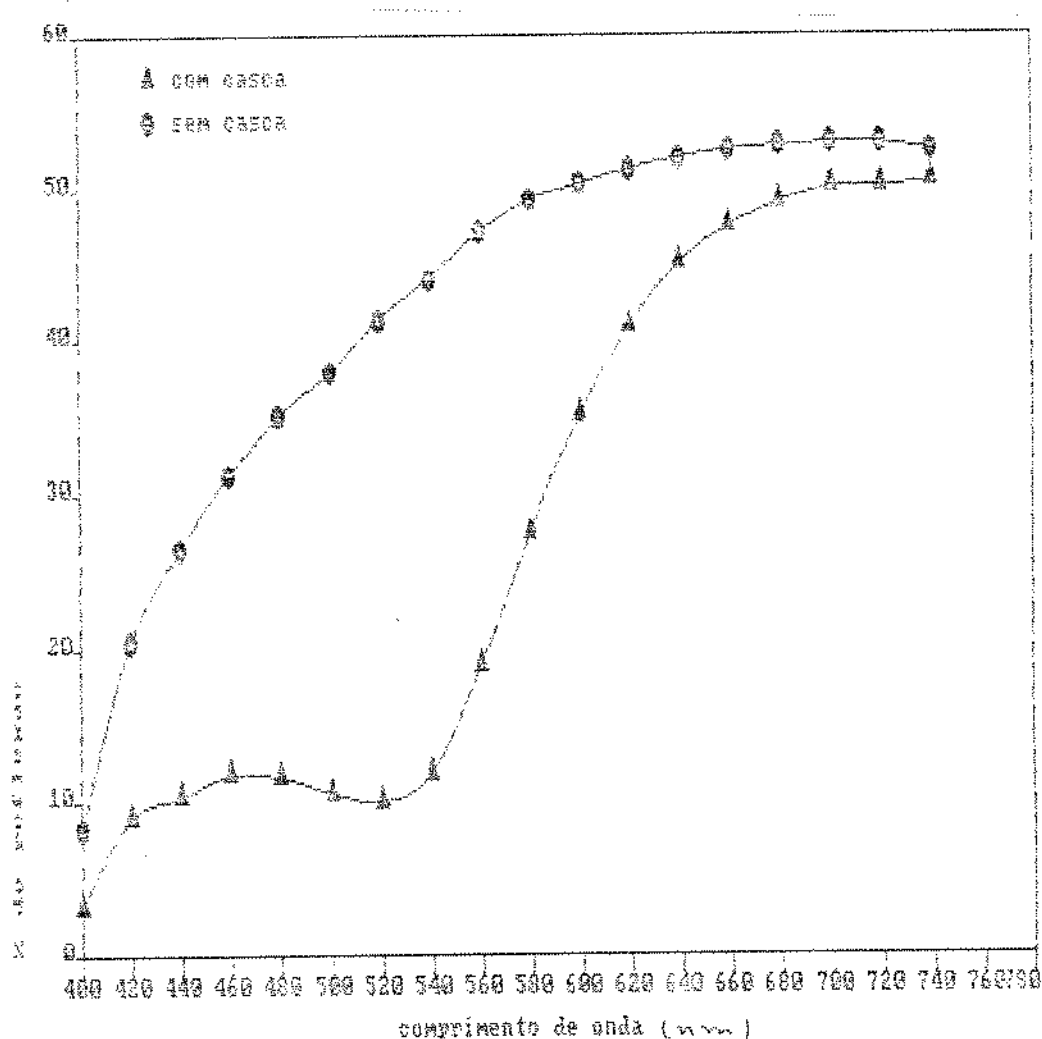


FIGURA 18. Curvas espectrais das geléias do jambo

4.2.3 Características sensoriais

A tabela 6 mostra as características sensoriais das geléias.

TABELA 6. Características de impressão global, cor, sabor e consistência das geléias

Característica	Com casca	Sem casca
Impressão global.....	71,88 A	56,29 B
Cor.....	69,42 A	48,97 B
Sabor.....	67,50 A	63.19 B
Consistência.....	66,93 A	68.46 A

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Cada valor representa a média de 28 repetições.

Transformando os resultados encontrados por LEME Jr. (1968) para a geléia de jambo com casca, na escala utilizada neste trabalho, observa-se que obteve valores superiores para a consistência (75 pontos) e sabor (90 pontos) e inferiores para a aparência (impressão global) (68 pontos), isto para a geléia com casca. Mas o referido autor não especificou explicitamente o método utilizado, por exemplo, o número de provadores. Conforme comentários de alguns provadores, as geléias ficaram muito doces, mesmo sendo adicionada glicose de milho, diminuindo o nível de doçura; para que houvesse a formação do gel não seria possível diminuir a concentração de açúcar. Utilizando o teste de Tukey, para a igualdade das médias, verificou-se que para as variáveis cor, sabor e impressão global, a geléia com casca apresentou melhores resultados do que a geléia sem casca, enquanto para a consistência não houve diferença significativa. Observa-se que a geléia com casca teve o maiores notas, sendo, portanto, a melhor em função da avaliação sensorial.

4.2.4 Características microbiológicas

Durante os primeiros dez dias de armazenamento, os produtos foram observados diariamente, verificando-se que não houve abaulamento das tampas dos copos. Com

relação ao aroma e ao aspecto observado em quatro amostras de cada produto, apresentaram-se normais.

Quanto às análises de bolores e leveduras todas as amostras diluídas a 10^{-3} apresentaram menos de 10 ufc, observando-se que os produtos obtiveram a esterilidade comercial.

4.3 Estabilidade dos produtos

Observações:

Para o estudo da estabilidade dos produtos, discutiu-se estatisticamente conforme o objetivo da tese, somente os efeitos do tempo e condições de estocagem (luz e temperatura); apesar de que a análise de variância, em alguns casos, tenha mostrado diferença significativa entre algumas interações dos fatores estudados (tempo, luz e temperatura); tal observação não foi levada em conta neste trabalho.

As tabelas de análise de variância encontram-se no anexo desta tese e, quando indicadas no texto, a sua numeração será seguida de *(asterisco), para facilitar a sua localização. Encontram-se também no anexo da tese figuras de gráficos, que mostram, de forma simples e resumida, os efeitos do tempo e as condições de estocagem nas geléias (produtos).

4.3.1. Características sensoriais para os produtos estocados em diferentes níveis de temperatura e luminosidade

4.3.1.1 Impressão global

4.3.1.1.1 Impressão global para a geléia com casca

A análise da variância para este fator mostrou significância para os fatores período de armazenamento e temperatura. Fez-se o estudo dos comportamentos desses fatores na geléia obtida com polpa com casca. Assim, na análise da variância (Tabela 42*), para este caso, houve significância para os fatores período, luz e temperatura.

Na análise da classificação das médias da impressão global (Tabela 7), os períodos 19, 89 e 149, com médias 71,9, 71,2 e 67,5, respectivamente, foram estatisticamente diferentes dos demais e com maiores médias. Isto, certamente, pela perda de intensidade de cor vermelha e escurecimento durante a estocagem, pela degradação da antocianina, o que foi observado neste trabalho (Tabelas 30 e 31), na análise quantitativa deste pigmento como também por FREEDMAN & FRANCIS (1984) em geléia de morango e amoras silvestres. O fator luz, também significativo, mostrou que, para a geléia acondicionada sem luz, a média da impressão global de 64,1 foi superior àquela obtida com geléia acondicionada com luz, cuja média foi de 59,8, provavelmente pelo escurecimento, em virtude da degradação da antocianina pela luz; isso foi observado neste trabalho, como afirmado por BOBBIO *et al* (1985), em antocianina de jamelão e também, a diminuição da consistência, detectada na análise física deste trabalho para o 66º dia de armazenamento (Tabela 24). Para o fator temperatura, a média da impressão global relativa à temperatura de 25°C (64,6) foi superior e estatisticamente diferente da obtida a 35°C (59,3), sendo o mesmo observado na intensidade de cor vermelha (^aHunter) deste trabalho (Tabela 13).

TABELA 7. Resultados do teste de Tukey para o contraste de média da impressão global, na geléia com casca para o tempo e condições de estocagem.

Tempo (dias)	Médias
19	71,9 A
89	71,2 A
149	67,5 A
209	61,4 B
269	52,9 C
337	46,9 D
<hr/>	
Luz	
Com luz	59,8 A
Sem luz	64,1 B
<hr/>	
Temperatura	
35°C	59,3 A
25°C	64,6 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.1.1.2 Impressão global para a geléia sem casca

Para este caso os resultados dos períodos de armazenamento apresentaram resultados significativos (Tabela 43*). As médias, quando da aplicação do teste de Tukey (Tabela 8), não apresentaram resultado significativo, discordando do teste F de Snedecor, mostrando a pouca consistência como consequência de um elevado coeficiente de variação (31,26%). O fator luz, assim como temperatura, não apresentaram resultados significativos, provavelmente pela ausência de antocianina, não alterando significativamente este parâmetro na presença de luz, o que não ocorreu para a geléia com casca (Tabela 30).

TABELA 8. Resultados do teste de Tukey para contrastes de médias para a variável impressão global para o tempo, luz e temperatura da geléia sem casca.

Tempo (dias)	Médias
19	56,3 A
89	57,6 A
149	52,95 A
209	52,7 A
269	56,9 A
337	57,2 A
<hr/>	
Luz	
Com luz	55,6 A
Sem luz	56,3 A
<hr/>	
Temperatura	
35°C	56,7 A
25°C	55,2 A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.1.2 Cor

4.3.1.2.1 - Cor para a geléia com casca

Na análise da cor verificou-se que os resultados significativos mostrados na análise de variância (Tabela 44*) foram para os fatores períodos, luz e temperatura. Para períodos independentes dos outros fatores (Tabela 9) observou-se que as maiores médias de notas para cor foram atribuídas aos dois primeiros períodos, sendo diferentes ($P < 0,05$) dos demais. Para o fator luz, a média de notas foi maior e diferente para o tratamento sem luz, provavelmente pela menor degradação da antocianina, responsável pela coloração avermelhada da geléia com casca, escurecendo o produto. Quanto à temperatura, o que era de esperar pelo menor escurecimento do produto, a maior média foi para a temperatura de 25°C (62,3) enquanto para 35°C, a média foi de 54,1, estatisticamente diferente daquela. Todas as observações confirmam a perda de cor (escurecimento) citada anteriormente por alguns autores, em virtude da degradação de antocianina durante a estocagem, maiores temperaturas e efeito da luz.

TABELA 9. Resultados do teste de Tukey para contrastes de médias da variável cor para a geléia com casca.

Tempo (dias)	Médias
19	69,4 A
89	70,7 A
149	61,4 B
209	56,3 B
269	47,3 C
337	44,4 C

Luz	Médias
Com luz	56,3 A
sem luz	60,2 B

Temperatura	Médias
35°C	54,1 A
25°C	62,3 B

Médias seguidas pelas mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.1.2.2. Cor para a geléia sem casca

Da mesma forma que para a impressão global, no caso da cor avaliada em geléia obtida de polpa sem casca, somente o fator período apresentou, na análise da variância, resultado significativo (Tabela 45*). Pelo teste de Tukey (Tabela 10), $P < 0,05$, a classificação mostra que os períodos 19, 149 e 209 dias, com menores médias, não se diferenciaram estatisticamente e havendo um aumento da média a partir do 269º dia. Pelo visto, neste caso, não se observa uma tendência nítida do fator tempo na avaliação da cor do produto, isto, certamente, pela ausência de pigmento degradável e uma certa reação de Maillard ou outra causa de escurecimento, que elevou o valor de ^aHunter (Tabela 19), ficando a geléia mais dourada, porém, mais próximo da preferência dos provadores.

TABELA 10. Resultados do teste de Tukey para contrastes das médias da variável cor para a geléia sem casca.

Tempo (dias)	Médias
19	48,9 A
89	51,0 B
149	47,7 A
209	48,2 A
269	54,0 B
337	57,1 C

Luz	Médias
Com luz	51,3 A
Sem luz	51,1 A

Temperatura	Médias
35°C	51,8 A
25°C	50,5 A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.1.3 Sabor

4.3.1.3.1 Sabor para a geléia com casca

A análise dos resultados da avaliação do sabor em função da geléia obtida com casca, os fatores período e temperatura apresentaram resultados significativos ($P < 0,05$) (Tabela 46*). Para períodos, a classificação, pelo teste de Tukey (Tabela 11), mostra que os três primeiros foram estatisticamente superiores aos demais. A média de notas para sabor, neste caso, obtida em função da temperatura de 25°C (63,0) foi estatisticamente superior à obtida em função do tratamento de 35°C (58,8), provavelmente em virtude de alguma reação química, alterando os componentes responsáveis pela cor do produto em temperaturas mais elevadas, influenciando o sabor do produto, já que o mesmo não foi observado para a geléia sem casca (Tabela 12).

TABELA 11. Resultados do teste de Tukey para o contraste de médias para a variável sabor da geléia com casca

Tempo (dias)	Média
19	67,5 A
89	65,5 A
149	64,7 A
209	58,6 B
269	56,3 C
337	52,7 C

Luz	Média
Com luz	60,7 A
Sem luz	61,1 A

Temperatura	Média
35°C	58,8 A
25°C	63,0 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.1.3.2 Sabor para a geléia sem casca

Para somente períodos de armazenamento apresentaram resultados significativos (Tabela 47*), mesmo assim, quando da aplicação do teste de Tukey (Tabela 12) com 5% de nível de significância, não foi encontrado contraste significativo entre médias pesquisadas. Por outro lado, verifica-se que à medida que aumenta o período de estocagem diminui ligeiramente a média de notas para sabor.

TABELA 12. Resultados do teste de Tukey para o contraste de médias para a variável sabor da geléia sem casca

Tempo (dias)	Médias
19	63,2 A
89	61,7 A
149	59,9 A
209	57,0 A
269	57,7 A
337	57,3 A
Luz	
Com luz	59,7 A
Sem luz	59,3 A
Temperatura	
35°C	58,95 A
25°C	59,95 A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.1.4 Consistência

4.3.1.4.1 Consistência para a geléia com casca

No estudo da consistência da geléia com casca a análise de variância detectou diferença significativa para o tempo, luz e temperatura (Tabela 48*). Para a média de notas atribuídas (Tabela 13), para consistência na temperatura de 25°C (68,0) houve diferença significativa com a obtida em função da temperatura de 35°C. Para o tratamento sem luz, a média de notas para consistência (66,0) foi estatisticamente superior à média obtida para a geléia acondicionada com luz (63,5), o que também foi observado na análise física de consistência. Para períodos de armazenamento, o teste de Tukey agrupa em primeiro lugar os três primeiros períodos, 19, 89 e 149 dias, havendo uma tendência à perda da consistência.

TABELA 13. Resultados do teste de Tukey para contrastes das médias para a variável consistência da geléia com casca

Tempo (dias)	Médias
19	66,9 A
89	71,0 A
149	70,6 A
209	61,3 B
269	63,3 B
337	55,2 C

Luz	Médias
Com luz	66,0 A
Sem luz	63,5 B

Temperatura	Médias
35°C	62,0 A
25°C	68,0 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.1.4.2 Consistência para a geléia sem casca

Com relação à consistência avaliada na geléia obtida de polpa sem casca, houve diferença significativa para período de armazenamento e temperatura. Na classificação pelo teste de Tukey notaram-se maiores médias para os primeiros períodos, havendo uma tendência para a diminuição da consistência. A temperatura de estocagem também interferiu significativamente na consistência da geléia sem casca, mostrando que à temperatura de 25° C, apresentou média maior e significativamente diferente da temperatura 35° C (Tabelas 14 e 49*).

TABELA 14. Resultados do teste de Tukey para contrastes das médias para a variável consistência da geléia sem casca

Tempo (dias)	Médias
19	68,5 A
89	65,2 B
149	62,5 B
209	63,8 B
269	62,6 B
339	59,4 C

Luz	
Com luz	63,8 A
Sem luz	63,6 A

Temperatura	
35°C	62,9 A
25°C	64,5 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (= 5%).

4.3.2 Características físico-químicas dos produtos

4.3.2.1 Luminosidade (L_{Hunter})

4.3.2.1.1 Luminosidade (L_{Hunter}) em diferentes condições de estocagem

Na geléia com casca, a luminosidade estudada apresentou diferença significativa para dias de estocagem, temperatura e luz (Tabela 50*). Nota-se, com relação aos períodos de estocagem (Tabela 15), que houve um aumento de L_{Hunter} a partir do 1º dia de estocagem, estabilização dos 66º ao 132º dias de estocagem, e posteriormente caiu ao 167º dia. Quanto à temperatura de armazenamento a 35°C, a média de luminosidade foi ligeiramente superior e diferente estatisticamente da temperatura de 25°C. Em relação ao tratamento luz, apresentou-se com maior luminosidade a geléia estocada com luz e estatisticamente diferente da geléia estocada sem luz.

TABELA 15. Resultados do teste de Tukey para contrastes das médias para a variável luminosidade em condições e tempo de armazenamento da geléia de jambo com casca

Tempo (dias)	L_{Hunter}
1	45,52 C
18	47,81 B
46	49,90 A
66	50,52 A
104	50,39 A
132	50,50 A
167	48,82 B

Luz	L_{Hunter}
Com luz	48,78 A
Sem luz	49,26 B

Temperatura	L_{Hunter}
35°C	49,25 A
25°C	48,78 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

Com relação à geléia produzida sem casca, a análise da variância (Tabela 51*) mostrou significância igual àquela para a geléia produzida com casca, e com a aplicação do teste de Tukey (Tabela 16) para dias, os valores de luminosidade apresentaram pequena variação se comparados com os valores das geléias com casca. De 1 a 66 dias, houve um pequeno aumento de L_{Hunter} . A partir dos 66º dia ocorreu diminuição dos valores de luminosidade. Contudo, a diferença entre os valores de luminosidade aos 167 dias de estocagem e no início do experimento foi pequena. No estudo das condições de estocagem, observou-se que, o tratamento com luz, a média apresentou superior e estatisticamente diferente da sem luz e, nas condições de temperatura, a amostra estocada a 25°C apresentou o L_{Hunter} superior e estatisticamente diferente da amostra estocada a 35°C. Observa-se também que as médias da luminosidade foram sempre superiores para a geléia sem casca em relação a geléia com casca em todos os tratamentos estudados.

TABELA 16. Resultados do teste de Tukey para contrastes das médias da variável luminosidade, em condições e tempo de armazenamento, para a geléia de jambo sem casca

Tempo (dias)	L_{Hunter}	
1	66,79	A
18	66,59	A
46	67,43	A
66	67,51	A
104	66,37	A
132	65,83	B
167	64,91	C
<hr/>		
Luz		
Com luz	67,66	A
Sem luz	65,91	B
<hr/>		
Temperatura		
35°C	65,29	A
25°C	67,29	B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.2.1.2 Luminosidade (L_{Hunter}) em das geléias estocadas em TA

Na geléia com casca a luminosidade (L_{Hunter}) apresentou diferença significativa para o período de estocagem. Nota-se que houve um aumento durante a estocagem e este crescimento foi mais intenso entre o 1º e o 18º dia. No caso da geléia sem casca verificou-se o resultado da análise de variância mostrando que não houve significância para o período de estocagem ($P < 0,05$). Observou-se ainda os valores muito próximos das médias durante a estocagem para a geléia sem casca (Tabelas 17, 51* e 53*).

TABELA 17. Resultados do teste de Tukey para contraste das médias para a variável L_{Hunter} das geléias de jambo estocadas em TA

Tempo (dias)	(L_{Hunter}) com casca	(L_{Hunter}) sem casca
1	45,16 A	67,13 A
18	48,88 B	67,82 A
46	47,49 C	68,22 A
66	48,72 C	67,10 A
104	48,04 C	66,46 A
132	50,55 D	67,10 A
167	51,89 D	68,41 A

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

4.3.2.2 Vermelho (a_{Hunter})

4.3.2.2.1 Vermelho (a_{Hunter}) em diferentes condições de estocagem

A análise da variância (Tabelas 54* e 56*) e a classificação das médias pelo teste de Tukey (Tabelas 18 e 19) mostraram diferenças significativas durante o tempo de estocagem e temperatura das geléias produzidas com casca e sem casca. Para o tratamento luz obteve-se diferença estatística somente para a geléia sem casca. A geléia com casca apresentou as maiores médias (a_{Hunter}), certamente, pela presença de antocianina.

TABELA 18. Resultados do teste de Tukey para contrastes das médias para a variável cor vermelha em condições e tempo de armazenamento da geléia de jambo com casca

Tempo (dias)	^a Hunter	
1	23,32	A
18	17,88	B
46	15,94	C
66	13,93	D
104	12,91	E
132	11,95	F
167	12,02	F
<hr/>		
Luz		
Com luz	15,05	A
Sem luz	15,14	A
<hr/>		
Temperatura		
35°C	14,06	A
25°C	16,48	B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

Para o período de estocagem observou-se no produto com casca, após um dia de processamento, que houve um decréscimo dos valores ^aHunter (vermelho). Este decréscimo foi mais intenso no período 1° ao 66° dia, e a partir do 132° dia permaneceu, praticamente, constante. A diminuição dos valores ^aHunter se deve a uma perda do tom avermelhado das amostras, o que não é desejável, provavelmente pela degradação das antocianinas, o que foi observado na sua análise quantitativa (Tabela 30). Na comparação das condições de armazenamentos e para a temperatura na geléia com casca, observou-se que a 25°C obtiveram-se os resultados de ^aHunter mais elevados, o que é desejável. No tratamento luz não se obteve diferença estatística.

TABELA 19. Resultados do teste de Tukey para contrastes das médias para a variável cor vermelha, em condições e tempo de armazenamento, para a geléia de jambo sem casca.

Tempo (dias)	^a Hunter
1	0,34 A
18	0,71 B
46	0,68 B
66	0,72 B
104	1,09 C
132	1,31 C
167	1,76 D
<hr/>	
Luz	
Com luz	0,79 A
Sem luz	1,10 B
<hr/>	
Temperatura	
35°C	1,27 A
25°C	0,62 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferente pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

Na geléia sem casca, quanto aos teores de vermelho (^aHunter), observou-se um aumento gradativo durante o período de estocagem, sendo que no períodos de 18 a 66 dias, os valores de ^aHunter permaneceram praticamente constantes. Este aumento do teor de vermelho, ainda que pequeno, pode explicar o aumento da preferência da cor na geléia sem casca, durante a estocagem, para a avaliação sensorial. No estudo das condições de estocagem observou-se que, para temperatura de 35°C, apresentaram maiores médias de ^aHunter, estatisticamente diferentes da temperatura de 25°C. Nas condições de luz, as amostras estocadas apresentaram valores mais próximos entre si do que as diferentes temperaturas, sendo que as geléias estocadas na ausência de luz apresentaram maior média, estatisticamente diferente das estocadas com luz ($P < 0,05$).

4.3.2.2 Vermelho (a^{Hunter}) das geléias estocadas em TA

A análise de variância (Tabelas 55* e 57*) e a classificação das médias pelo teste de Tukey (Tabela 20) mostraram diferença significativa durante a estocagem, nas geléias produzidas com e sem casca; durante o tempo de estocagem, no produto com casca, observou-se uma diminuição progressiva do a^{Hunter} . Para o produto sem casca, observou-se um aumento do a^{Hunter} com o tempo e a maior diferença entre as médias foram os 46° e 66° dias de armazenamento. A geléia com casca apresentou maior valor de a^{Hunter} , certamente pela presença de antocianina.

TABELA 20. Resultados do teste de Tukey para contraste das médias para a variável a^{Hunter} para as geléias de jambo estocadas em TA.

Tempo(dias)	(a^{Hunter}) com casca	(a^{Hunter}) sem casca
1	23,32 A	0,34 A
18	18,41 B	0,28 A
46	17,06 C	0,33 A
66	14,86 D	0,79 B
104	14,74 D	1,01 C
132	12,96 E	1,07 C
167	11,68 F	1,03 C

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

4.3.2.3 Cor amarela (b^{Hunter})

4.3.2.3.1 Cor amarela (b^{Hunter}) em diferentes condições de estocagem

O resultado da análise de variância mostrou significância para os tratamentos pesquisados tanto para a geléia obtida a partir da polpa com casca quanto para a geléia obtida a partir de polpa sem casca (Tabelas 58* e 60*).

Na classificação das médias (Tabela 21), relativas ao período, para a geléia obtida com casca, no parâmetro de cor b_{Hunter} observou-se um aumento do 1° ao 46° dia de armazenamento, permanecendo praticamente constante até o 104° dia e aumentando até o 167° dia de armazenamento.

TABELA 21. Médias obtidas para a cor amarela para as condições e tempo de armazenamento para a geléia de jambo com casca

Tempo (dias)	b_{Hunter}	
1	15,04	A
18	16,65	B
46	17,29	C
66	17,40	C
104	17,57	C
132	18,40	D
167	19,84	D
<hr/>		
Luz		
Com luz	17,18	A
Sem luz	17,59	B
<hr/>		
Temperatura		
35°C	18,44	A
25°C	16,33	B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

Para a geléia obtida sem casca o b_{Hunter} (Tabela 22) permaneceu praticamente constante do 1° ao 66° dia de armazenamento, apesar que houve diferença pela classificação do teste de Tukey, aumentando no 104° dia; apesar de não ter havido diferença estatística entre o 104° e o 132° dia, observou-se um maior valor no 132° dia, que aumentou no 167° dia. Isto mostra que o tempo interferiu na intensidade da cor amarela, provavelmente, em virtude de reação de Maillard.

TABELA 22. Médias obtidas para a variável de cor amarela para as condições e tempo de armazenamento da geléia sem casca

Tempo (dias)	^b Hunter
1	16,38 A
18	16,75 B
46	16,93 B
66	16,96 C
104	17,95 C
132	18,89 C
167	20,08 C
<hr/>	
Luz	
Com luz	16,39 A
Sem luz	19,01 B
<hr/>	
Temperatura	
35°C	18,51 A
25°C	16,91 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

No estudo das condições de estocagem, a geléia com casca, na condição de temperatura de 25°C, apresenta o menor valor de amarelo do que a 35°C e estatisticamente diferente, entre si, provavelmente em virtude da maior velocidade de reação de Maillard em temperaturas mais elevadas. Na condição de luz, a geléia com casca apresentou diferença estatística, sendo que a geléia estocada em ausência de luz apresentou médias de ^bHunter ligeiramente superiores à estocada com luz.

Para a geléia sem casca, com relação aos tratamentos de estocagem, o produto estocado a temperatura de 35°C apresentou média superior e estatisticamente diferente à de 25°C. Isto faz crer que a temperatura interfere na intensidade de cor amarela. Em relação à luz, a geléia estocada em ausência de luz apresentou média superior e estatisticamente diferente ($P < 0,05$) à da estocada com luz.

4.3.2.3.2 Cor amarela (^bHunter) das geléias estocadas a TA

A análise de variância (Tabelas 59* e 61*) e a classificação das médias pelo teste de Tukey (Tabela 23) mostraram diferença significativa para as geléias produzidas com casca e produzidas sem casca. Para a geléia com casca observou-se um aumento do ^bHunter do 18° para o 66° dia, permanecendo praticamente constante até o 132° dia e aumentando no 167° dia. Para a geléia sem casca, observou-se um aumento do ^bHunter do 46° para o 66° dia e novamente do 132° para o 167° dia de estocagem.

TABELA 23. Resultados do teste de Tukey para contraste das médias para a variável ^bHunter para as geléias de jambo estocadas em TA

Tempo(dias)	(^b Hunter) com casca	(^b Hunter) sem casca
1	15,04 A	16,37 A
18	15,79 A	16,01 A
46	16,65 B	16,56 A
66	17,29 C	17,53 B
104	17,45 C	17,34 B
132	17,67 C	17,27 B
167	18,47 E	18,06 C

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

4.3.2.4 Consistência

Nos dois casos, geléia obtida de polpa com casca ou sem casca, a análise de variância mostrou resultados significativos para todos os tratamentos, exceto o tratamento temperatura para a geléia de polpa sem casca (Tabelas 62* e 63*). Na classificação das médias de tratamentos (Tabelas 24 e 25) para o fator tempo verificou-se para as geléias (com e sem casca) que o tratamento 1° dia foi o que apresentou menor média, diferente com $P < 0,05$ dos demais, a partir deste período, houve um aumento da consistência até o 66° dia e em diante decresceu gradativamente até os 167 dias; isto, provavelmente se deveu a consolidação das pontes de hidrogênio entre a pectina e os açúcares da geléia até os 66° dia de estocagem, a partir daí, houve somente

influência da hidrólise ácida da pectina. Para os tratamentos de luz, os resultados das classificações das médias para as geléias obtidas com casca e sem casca, foram estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey, as amostras estocadas sem luz obtiveram as maiores médias, apesar da pequena diferença entre elas, o que demonstrou que a presença de luz diminuiu a consistência, observação não encontrada na literatura consultada; provavelmente isto ocorreu pela catálise, pela presença de luz, pela hidrólise ácida da pectina. No tratamento de temperatura o produto obtido da polpa com casca apresentou maior média para a temperatura de 25°C e diferente estatisticamente do tratamento 35°C; para a geléia sem casca não houve diferença estatística, entre os tratamentos de temperatura, apesar que a geléia estocada a 25°C ter apresentado média ligeiramente superior a estocada à 35°C.

TABELA 24. Médias obtidas para a consistência para as condições e tempo de armazenamento para a geléia de jambo com casca.

Tempo (dias)	g / cm ²
zero	47,94 A
18	62,64 B
46	64,13 C
66	65,63 C
104	62,15 D
132	61,19 D
167	61,78 D
<hr/>	
Luz	
Com luz	60,16 A
Sem luz	61,41 B
<hr/>	
Temperatura	
35°C	60,00 A
25°C	61,56 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey($\alpha = 5\%$).

TABELA 25. Médias obtidas para a consistência para o estudo dos contrastes, condições e tempo de armazenamento para a geléia de jambo sem casca.

Tempo (dias)	g / cm ²	
1	39,08	A
18	45,87	B
46	46,18	C
66	49,98	D
104	48,97	E
132	46,86	B
167	46,57	B
<hr/>		
Luz		
Com luz	46,81	A
Sem luz	46,63	B
<hr/>		
Temperatura		
35°C	46,62	A
25°C	46,29	A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.2.5 Adesividade

No estudo do comportamento dos efeitos dos vários fatores pesquisados quanto à adesividade, a análise de variância mostrou resultados significativos (Tabelas 64* e 65*) para os tempos de estocagem para a geléia com e sem casca e para o tratamento luz na geléia com casca. Na classificação das médias pelo teste de Tukey (Tabelas 26 e 27), a adesividade da geléia sem casca teve um comportamento semelhante ao da consistência, isto é, o 1º dia foi que apresentou a menor das média e as médias aumentaram até o 66º dia, a partir daí, decresceram até os 167 dias de estocagem. Nota-se para a geléia com casca, em relação aos períodos de estocagem, que não houve uma tendência definida, visto que o tratamento ao 1º dia apresentou a menor média e após

Subir no 18º dia, decresceu no 46º dia. A partir do 66º dia comportou-se de maneira idêntica à geléia sem casca, isto é, decresceu até o 167º dia de estocagem. Para o tratamento luz, a geléia com casca apresentou uma maior média com luz e diferente estatisticamente do tratamento sem luz.

TABELA 26. Médias obtidas para a adesividade para as condições e tempo de armazenamento para a geléia de jambo com casca

Tempo (dias)	g/cm ²
1	-7,43 A
18	-9,46 B
46	-8,75 C
66	-10,28 B
104	-9,64 B
132	-9,05 C
167	-8,98 C
Luz	
Com luz	-9,36 A
Sem luz	-8,91 B
Temperatura	
35°C	-9,13 A
25°C	-9,14 A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

TABELA 27. Médias obtidas para a adesividade para o estudo dos contrastes, condições e tempo de armazenamento para a geléia de jambo sem casca

Tempo(dias)	g / cm ²	
1	-6,73	A
18	-8,34	B
46	-8,53	B
66	-10,67	D
104	-10,24	D
132	-9,01	D
167	-8,84	B
<hr/>		
Luz		
Com luz	-9,06	A
Sem luz	-8,77	A
<hr/>		
Temperatura		
35°C	-9,01	A
25°C	-8,82	A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

4.3.3 Características químicas

4.3.3.1 Vitamina C

4.3.3.1.1 Vitamina C para geléia com casca

Para o estudo da vitamina C em condições de geléia produzida com polpa com casca verificou-se que, para o tempo de armazenamento, a análise da variância apresentou resultados significativos ($P < 0,05$) (Tabela 66*). Observando a classificação pelo teste de Tukey (Tabela 28), nota-se que o teor de vitamina C diminui em função do tempo, sendo que a maior média ocorreu para tempo zero, não diferindo dos 33 dias, porém estatisticamente diferente dos demais tratamentos de tempo, o que confirma o

decréscimo de vitamina C durante a estocagem, como foi observado em geléia de morango por FREEDMAN *et al.* (1984) e de mamão por HOLANDA *et al.*, (1989).

TABELA 28. Médias obtidas para a vitamina C nos tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca

Tempo (dias)	mg de vitamina C / 100 g
Zero	8,95 A
33	8,51 A
69	8,13 B
123	8,01 B
180	7,63 C
<hr/>	
Luz	8,17 A
Com luz	8,32 A
Sem luz	
<hr/>	
Temperatura	
35° C	8,12 A
25° C	8,37 A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.3.1.2 Vitamina C para geléia sem casca

Neste caso, a análise de variância (Tabela 67*) apresentou resultados significativos para tempo de armazenamento, o mesmo que ocorreu para geléia com casca, e para temperatura de armazenamento, não havendo efeito de luz na concentração de vitamina C. No caso de tempo, os tratamentos foram agrupados em dois conjuntos, sendo que os primeiros períodos de zero a 69 dias não apresentaram diferença entre eles. Os períodos 123 e 180 dias foram classificados como estatisticamente iguais e diferentes dos demais e com as menores médias. Para temperatura verificou-se que a geléia acondicionada à temperatura de 25°C apresentou maior média de vitamina C significativamente diferente da média de vitamina C da geléia acondicionada a uma

temperatura de 35°C, o que confirma a teoria defendida por HURT (1979): em maiores temperaturas há maior degradação de vitamina C (Tabela 29).

TABELA 29. Médias obtidas para a vitamina C para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura da geléia de jambo sem casca

Tempo (dias)	mg de vitamina C / 100 g
Zero	8,58 A
33	8,48 A
69	8,39 A
123	8,17 B
180	7,68 B
<hr/>	
Luz	
Com luz	8,27 A
Sem luz	8,25 A
<hr/>	
Temperatura (dias)	
35° C	8,08 A
25° C	8,44 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.3.2 Antocianina

4.3.3.2.1 Antocianina para a geléia com casca, armazenadas em diferentes temperaturas e luminosidades

No estudo da antocianina, os resultados analisados referem-se ao produto produzido com polpa com casca. Nestas condições, a análise de variância (Tabela 68*) mostra significância para os tratamentos pesquisados. Com relação ao tempo de armazenamento, verificou-se que as médias decresceram em função do tempo de estocagem, sendo a maior média estatisticamente diferente das demais, o que compatibiliza com outros trabalhos como em morango e amora silvestre de FREEDMAN

& FRANCIS (1984) e em antocianina de jamelão por BOBBIO *et al.* (1985). Quanto à temperatura de armazenamento, a 35°C, a média de antocianina foi superior e diferente do tratamento a 25° C, contrariando os autores citados anteriormente, o que não aconteceu para o tratamento luz, mostrando que, para a conservação sem luz, apesar da pequena diferença, a média obtida foi superior ao tratamento com luz, confirmando a teoria defendida por BLEINROTH (1988) (Tabela 30).

TABELA 30. Médias obtidas da antocianinas para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca.

Tempo (dias)	mg de antocianinas / kg
Zero	9,82 A
15	7,73 B
33	6,57 C
61	5,88 D
81	5,19 E
114	4,62 F
142	4,49 F
<hr/>	
Luz	
Sem luz	6,48 A
Com luz	6,19 B
<hr/>	
Temperatura	
35° C	6,76 A
25° C	5,88 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.3.2.2 Antocianina da geléia com casca estocada a TA

Para este caso só foi estudado o tempo de armazenamento e a análise estatística mostra resultados significativos para tempo, sendo que a maior média de antocianina

acontece para o tempo de estocagem zero, com resultado estatisticamente diferente pelo teste de Tukey dos demais tempos de estocagem, mostrando certa concordância, ao resultado de tempo de estocagem nas várias condições de tratamento (Tabelas 31 e 69*).

TABELA 31. Médias obtidas para antocianina, em condições de TA, da geléia com casca

Tempo (dias)	mg de antocianinas / kg
zero	9,82 A
15	8,34 B
33	7,08 C
61	5,97 D
81	5,31 D
114	5,02 E
142	4,46 E

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.3.3 Açúcares redutores

4.3.3.3.1 Açúcares redutores para a geléia com casca

Os fatores estudados, tempo de armazenamento e temperatura apresentaram resultados significativos (Tabela 70*). Pela classificação, segundo o teste de Tukey (Tabela 32) com $P < 0,05$, no tempo de armazenamento de 337 dias a geléia apresentou maior média de açúcares redutores, diferente estatisticamente dos outros tempos estudados. O que se observa é que o teor de açúcares redutores cai à medida que diminui o tempo de armazenamento, o mesmo ocorrendo em estudos realizados em geléia por OLIVEIRA *et al.* (1985), em virtude da hidrólise ácida da sacarose. Para o fator temperatura verifica-se que, se a temperatura for de 35°C tem-se uma maior média

38,41 % de glicose, estatisticamente diferente de temperatura 25° C com média de 34,95% de glicose, pela maior velocidade da hidrólise da sacarose.

TABELA 32. Médias obtidas dos açúcares redutores para os tempos de estocagem, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca

Tempo (dias)	Percentagem de glicose
Zero	30,87 F
30	33,85 E
89	35,26 D
149	37,39 C
209	38,14 C
269	39,73 B
337	41,51 A
<hr/>	
Luz	
Com luz	36,61 A
Sem luz	36,75 A
<hr/>	
Temperatura	
35° C	38,41 A
25° C	34,95 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.3.3.2 Açúcares redutores para a geléia sem casca

No estudo de comportamento dos efeitos dos vários fatores pesquisados quanto a açúcares redutores, na geléia obtida da polpa sem casca, os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados para o caso da polpa com casca (Tabela 71*). Os tratamentos de tempos de estocagem (Tabela 33) apresentaram resultados significativos e a média de açúcares para o tratamento, com maior número de dias de estocagem (337 dias) foi superior (média 42,61 % de glicose) e a todos os outros tempos, $P < 0,05$, porém verificou-se grande influência do período de estocagem no aumento da média de açúcares redutores no produto obtido de polpa com e sem casca. A temperatura também

apresentou resultados significativos, mostrando estar de acordo com o resultado obtido para a geléia com casca, ou seja, para a temperatura de 35°C, o nível médio foi maior (39,25 % de glicose) do que quando a 25°C (35,93 % de glicose), $P < 0,05$.

TABELA 33. Médias obtidas dos açúcares redutores para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo sem casca

Tempo (dias)	Porcentagem de glicose
zero	32,12 F
30	34,36 E
89	35,97 D
149	37,76 C
209	39,57 B
269	40,74 B
337	42,61 A
<hr/>	
Luz	
Com luz	37,72 A
Sem luz	37,46 A
<hr/>	
Temperatura	
35° C	39,25 A
25° C	35,93 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.3.4 Acidez total

4.3.3.4.1 Acidez total para a geléia com casca

Observa-se que, neste caso, para a geléia obtida da matéria-prima com casca, a acidez não foi alterada significativamente, em função dos vários tratamentos pesquisados (Tabelas 34 e 72*). Assim, nem o tempo de estocagem, nem a temperatura,

nem a luminosidade interferiram significativamente pelo menos ao nível de significância de ($P > 0,05$) na acidez do produto, onde se pode concordar com o controle microbiológico, que não houve ação microbiana, o mesmo foi observado em geléia de mamão por HOLANDA *et alli.*, (1989).

TABELA 34. Médias obtidas da acidez total para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca

Tempo (dias)	Percentagem de ácido cítrico
zero	0,58 A
30	0,58 A
89	0,57 A
149	0,57 A
209	0,58 A
269	0,58 A
337	0,59 A
<hr/>	
Luz	
Com luz	0,58 A
Sem luz	0,57 A
<hr/>	
Temperatura	
35° C	0,58 A
25° C	0,58 A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$)

4.3.3.4.2 Acidez total para a geléia sem casca

Como o item acidez total do produto, obtido do fruto com casca, também neste caso os vários fatores estudados (tempo de estocagem, temperatura e luz) não apresentaram resultados significativos ($P > 0,05$). Embora não se tenha resultado

significativo para o produto obtido de polpa sem casca, de modo geral a acidez total para os vários fatores pesquisados apresentou menor média em relação a geléia com casca (Tabelas 35 e 73*).

TABELA 35. Médias obtidas da acidez total para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo sem casca

Tempo (dias)	% ácido cítrico
zero	0,57 A
30	0,56 A
89	0,57 A
149	0,58 A
209	0,57 A
269	0,58 A
337	0,57 A
<hr/>	
Luz	
Com luz	0,57 A
Sem luz	0,57 A
<hr/>	
Temperatura	
35° C	0,57 A
25° C	0,57 A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.3.5 pH

No caso do estudo do pH no produto obtido de polpa com e sem casca verificaram-se resultados na análise de variância mostrando que não houve significância para os tratamentos tempo de armazenamento, luz e temperatura. Observam-se ainda valores muito próximos das médias de tratamentos nas geléias, estabilidade esta também verificada por HOLANDA *et al.*, (1989) (Tabelas 36, 37, 74* e 75*).

TABELA 36. Médias obtidas do pH para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca

Tempo (dias)	pH
Zero	3,21 A
30	3,20 A
89	3,20 A
149	3,20 A
209	3,19 A
269	3,20 A
337	3,20 A
<hr/>	
Luz	
Com luz	3,20 A
Sem Luz	3,21 A
<hr/>	
Temperatura	
35° C	3,20 A
25° C	3,20 A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

TABELA 37. Médias obtidas do pH para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo sem casca

Tempo (dias)	pH
Zero	3,19 A
30	3,19 A
89	3,19 A
149	3,18 A
209	3,19 A
269	3,19 A
337	3,19 A
<hr/>	
Luz	
Com luz	3,19 A
Sem luz	3,19 A
<hr/>	
Temperatura	
35° C	3,19 A
25° C	3,19 A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.3.6 °Brix

4.3.3.6.1 °Brix para a geléia com casca

Embora apresentando valores médios muito próximos, o tratamento com luz, um Brix médio de 67,60° e sem luz 67,57°, o resultado da análise da variância mostrou significância para este fator, apesar que não houve diferença entre as médias pelo teste de Tukey. Neste caso, o coeficiente de variação foi muito baixo, o que justifica resultados significativos, mesmo para diferenças pequenas entre médias como aconteceu no presente caso (Tabelas 38 e 76*).

TABELA 38. Médias obtidas do Brix para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca

Tempo (dias)	°Brix
Zero	67,61 A
30	67,61 A
89	67,57 A
149	67,60 A
209	67,59 A
269	67,58 A
337	67,55 A
<hr/>	
Luz	
Sem luz	67,60 A
Com luz	67,57 A
<hr/>	
Temperatura	
35° C	67,59 A
25° C	67,59 A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.3.6.2 °Brix para a geléia sem casca

O que se pode verificar é que não houve concordância entre os resultados das análises nos dois casos: com e sem casca. No presente caso, o tratamento tempo de estocagem apresentou resultados significativos, já o fator luz não apresentou significância. O resultado do teste de Tukey para tempo de estocagem não apresentou diferenças entre as médias (Tabelas 39 e 77*).

TABELA 39. Médias obtidas do °Brix para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo sem casca

Tempo (dias)	°Brix	
zero	68,09	A
30	68,06	A
89	68,10	A
149	68,10	A
209	68,13	A
269	68,07	A
337	68,12	A

Luz	°Brix	
Com luz	68,09	A
Sem luz	68,10	A

Temperatura	°Brix	
35° C	68,10	A
25° C	68,09	A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.3.7 Sinérese

4.3.3.7.1 Sinérese para a geléia com casca.

A literatura consultada não forneceu dados de sinérese para geléia referentes ao método utilizado e sim para doce em massa produzidos com outras gomas. Mesmo não observando visualmente sinérese nos produtos estudados logo após a abertura dos recipientes, quando foram analisados, este método detectou valores de sinérese.

A temperatura, dentre os fatores pesquisados, foi o único que apresentou resultado significativo ($P < 0,05$). Para o nível de 35°C a sinérese média resultante foi superior, apresentando valor de 3,52 mm, enquanto que para o nível 25°C foi de 3,12 mm (Tabelas 40 e 78*).

TABELA 40. Médias obtidas da sinérese para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo com casca

Tempo(dias)	Sinérese (mm)
zero	3,33 A
30	3,75 A
89	3,25 A
149	2,83 A
269	3,08 A
209	3,50 A
337	3,50 A
Luz	
Com luz	3,43 A
Sem luz	3,21 A
Temperatura	
35°C	3,52 A
25°C	3,12 B

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.3.7.2 Sinérese para a geléia sem casca

O resultado do estudo deste parâmetro, em função dos fatores pesquisados, esteve de acordo, em parte, com o caso de sinérese obtido de geléia com casca. Mais ainda, neste caso, o fator tempo de estocagem também apresentou resultados significativos. Para o fator luz o nível com luz apresentou sinérese média de 3,24 mm foi estatisticamente inferior ao nível de sem luz com sinérese média de 3,38 mm. Com relação ao tempo de estocagem verifica-se que à medida que aumenta o número de dias de estocagem, a média de sinérese também cresce. Neste caso, o teste de Tukey agrupou as médias em dois blocos, sendo que, para o bloco de médias mais altas, acontece com os maiores tempos de estocagem (Tabelas 41 e 79*). O fator luz não houve diferença significativa. A sinérese da geléia sem casca no tempo zero (2,67 mm) foi inferior da geléia com casca (3,33 mm), provavelmente por esta apresentar um pH inferior (Tabelas 36 e 37) e um Brix superior (Tabelas 38 e 39) em relação a geléia com casca.

TABELA 41. Médias obtidas da sinérese para os tempos de armazenamento, nível de luz e temperatura para a geléia de jambo sem casca

Tempo (dias)	Sinérese (mm)
Zero	2,67 B
30	3,25 A
89	3,00 B
149	3,33 A
209	3,58 A
269	3,50 A
337	3,83 A
<hr/>	
Luz	
Com luz	3,24 A
Sem luz	3,38 B
<hr/>	
Temperatura	
35° C	3,24 A
25° C	3,38 A

Médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4.3.4 Vida de prateleira dos produtos

Pela discussão estatística, a geléia com casca foi mais alterada (Tabelas 6.1, 7.1) nas condições de estocagem (35°C com luz), afetou significativamente a cor e a impressão global. Certamente a ação de luz foi em virtude do escurecimento do produto e catálise da degradação da antocianina. No produto sem casca, a luz não afetou nenhum parâmetro sensorial estudado, somente a maior temperatura (35° C) (Tabela 9.2), onde afetou a consistência. Então, conforme recomendação de LABUZA & SCHIMID (1988), utilizou-se como parâmetro de condições drásticas de estocagem 35°C com luz para o produto com casca e 35° C para o produto sem casca, pois não houve influência da luz para este produto. Por meio de gráficos ajustados², utilizando como nível de significância de 5%, pôde-se chegar às seguintes observações:

Para a geléia com casca pôde-se observar que para as notas da impressão global (Figura 19), cor (Figura 20) e sabor (Figura 21), os modelos gráficos são satisfatórios, pois mais de 85% das variações das notas estão sendo explicadas pela variação do tempo de estocagem (dias). Pelas notas da impressão global, verifica-se pela função linear que a aceitabilidade é rejeitada (45 pontos), no período máximo de 300 dias, portanto, o produto é aceito para períodos inferiores a 300 dias, apesar de, pelo gráfico, alguns provadores rejeitarem (abaixo de 45 pontos) para período de estocagem inferiores a 280 dias. No caso da cor, dado que o intervalo de confiança é relativamente grande, provavelmente por uma certa imprecisão dos provadores, o produto seria rejeitado por alguns provadores para datas superiores a aproximadamente 180 dias, mas pela média (função linear) temos 247 dias. As notas do parâmetro sabor não atingem a nota mínima de aceitabilidade, portanto, no intervalo de tempo estudado, o produto será aceito e nenhuma previsão posterior a estes 337 dias pode ser feita. O modelo ajustado para as notas da consistência (Figura 22) não é muito adequado e o intervalo de confiança é muito grande para o nível de significância considerado. As conclusões que podem ser obtidas são imprecisas, pois apesar de as notas das três últimas datas serem relativamente altas, o produto poderia ser rejeitado para períodos superiores a 200 dias; pela regressão linear temos, então, uma vida útil para a consistência de 397 dias, que para efeito deste trabalho temos estabilidade de 337 dias. Como para os parâmetros estudados, o item cor foi o que obteve o menor tempo de aceitabilidade (247 dias),

² Se os resultados das funções lineares encontrados para vida útil ultrapassarem 337 dias, será considerado 337 para a conclusão deste trabalho, pois, se o período do experimento prolongar-se, poderia haver outras funções.

tempo este máximo, de vida útil para o produto com casca, a ser considerado neste estudo.

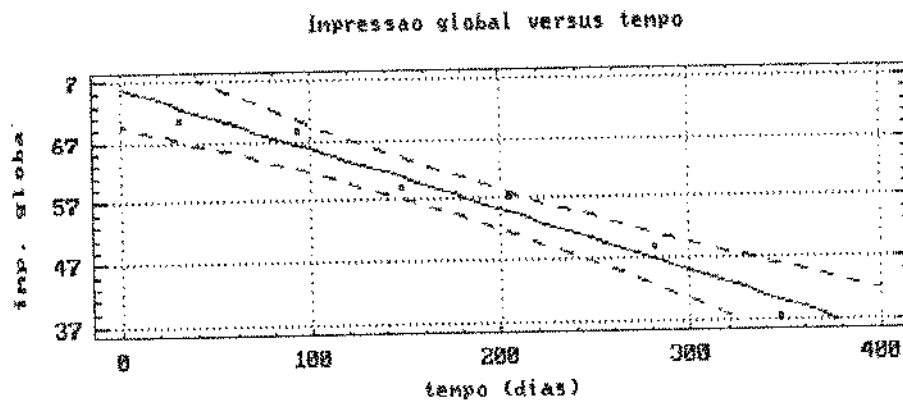


FIGURA 19. Regressão linear da impressão global da geléia com casca estocada a 35°C com luz.

Modelo ajustado:

$$\text{Impressão global} = 75,9369 - 0,10299 \cdot \text{dias}$$

Vida útil 300 dias

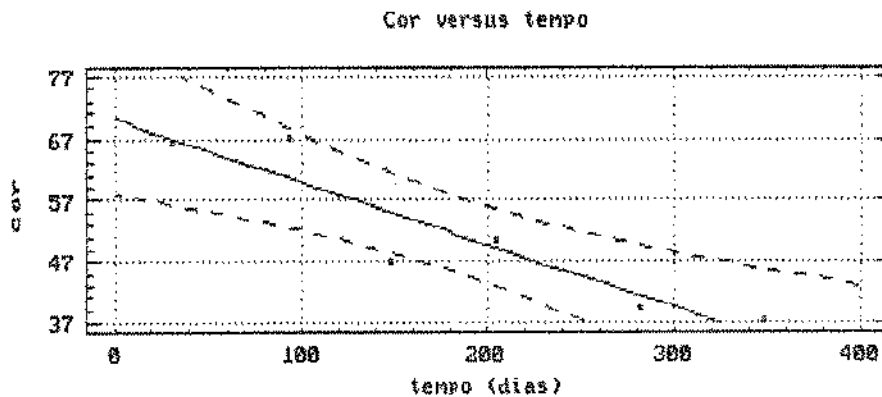


FIGURA 20. Regressão linear da cor da geléia com casca estocada a 35°C com luz.

modelo ajustado:

$$\text{cor} = 70,1579 - 0,102026 \cdot \text{dias}$$

Vida útil = 247 dias

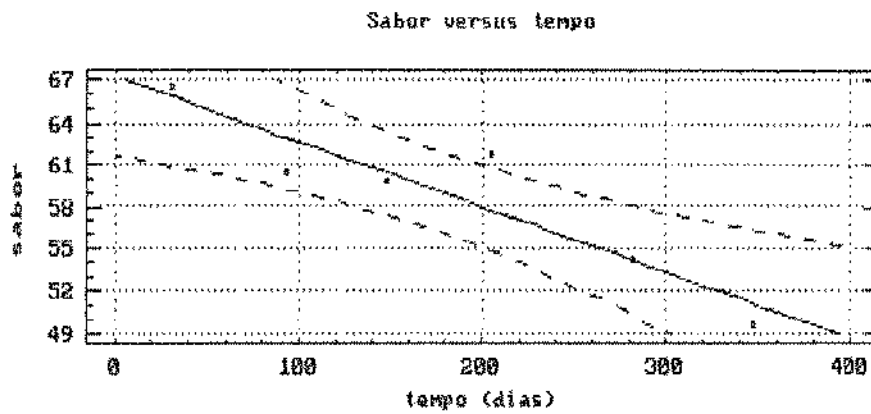


FIGURA 21. Regressão linear do sabor da geleia com casca estocada a 35°C com luz
 Modelo ajustado:
 $Sabor = 67,2333 - 0,0162481 \cdot dias$
 Vida útil = 480 dias

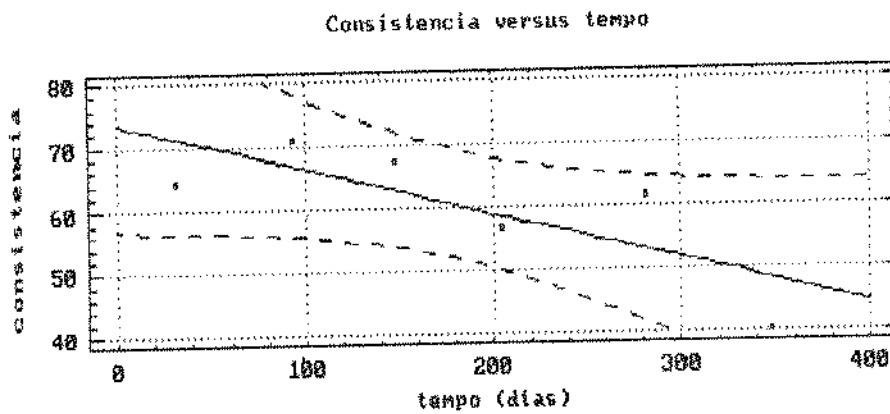


FIGURA 22. Regressão linear da consistência da geleia com casca estocada a 35°C com luz.
 Modelo ajustado:
 $Consistencia = 73,5687 - 0,0719307 \cdot dias$
 Vida útil = 397 dias

Para a geléia sem casca, em que apenas a temperatura maior (35°C) afetou uma característica organoléptica, observou-se que, para a impressão global (Figura 23), o gráfico não é um modelo adequado, porém como os valores estão acima da nota mínima de aceitação e os intervalos de confiança de 95% indicam que nenhum valor atinge a nota 45, então a geléia não é rejeitada no intervalo de tempo considerado. Pelo modelo ajustado para o parâmetro cor (Figura 24), pode-se explicar que aproximadamente 82% da variação das notas foram em virtude do tempo de estocagem. Pelos intervalos de confiança de 95%, pode-se observar que o produto estaria sendo rejeitado por alguns provadores dentro do intervalo de 19 a 200 dias, sendo aceito a partir deste período, o que parece um resultado incomum, provavelmente por falha dos provadores. Levando em conta o intervalo de confiança muito grande para a cor, pode-se considerar, para este item, que o produto foi aceito durante todo o tempo estudado. Para o item sabor (Figura 25), explica-se que 75% da variação das notas foram em função do tempo de estocagem. Este mesmo fato ocorre para a variável consistência (Figura 26), em que o modelo explica que cerca de 62% da variação das notas foram em função do tempo (dias). Pelos resultados obtidos pode-se concluir que o produto foi aceito durante todo tempo estudado.

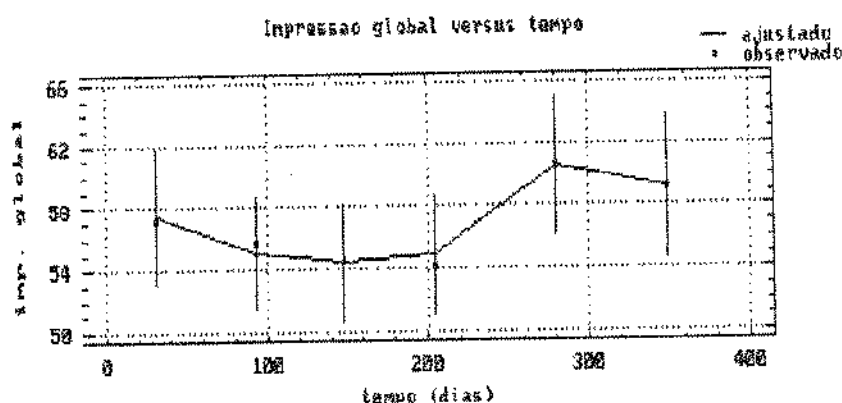


FIGURA 23. Regressão linear da impressão global da geléia sem casca estocada a 35°C.

Modelo ajustado:

$$\text{Impressão global} = 59,512791 - 0,074021 \cdot \text{dias} + 0,00311 \cdot \text{dias}^2 - 2,922 \cdot 10^{-7} \cdot \text{dias}^3$$

Vida útil = 827 dias

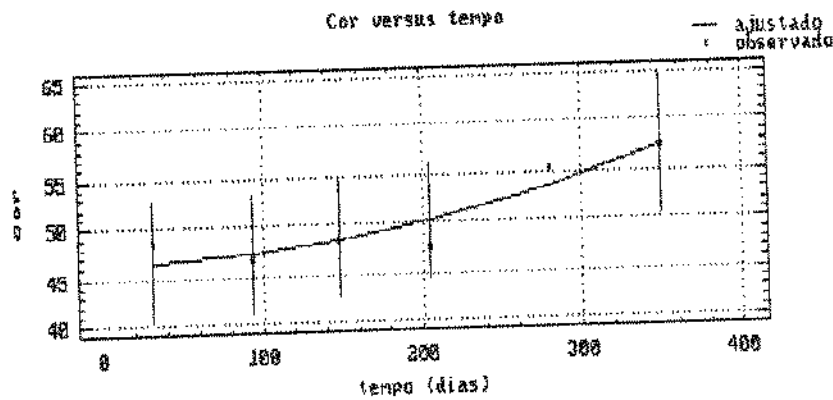


FIGURA 24. Regressão linear da cor da geleia sem casca estocada a 35°C.

Modelo ajustado:

$$\text{Cor} = 46,495581 + 0,0000091 \cdot \text{dias}^2$$

Vida útil = 400 dias

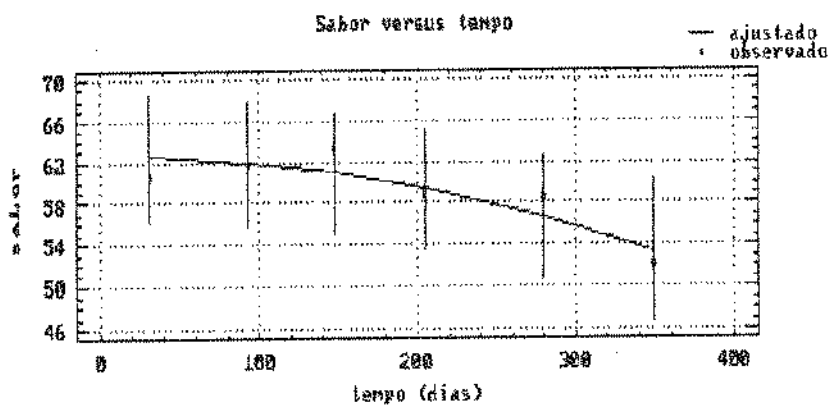


FIGURA 25. Regressão linear do sabor da geleia sem casca estocada a 35°C.

Modelo ajustado:

$$\text{Sabor} = 62,583443 - 0,000075 \cdot \text{dias}^2$$

Vida útil = 484 dias

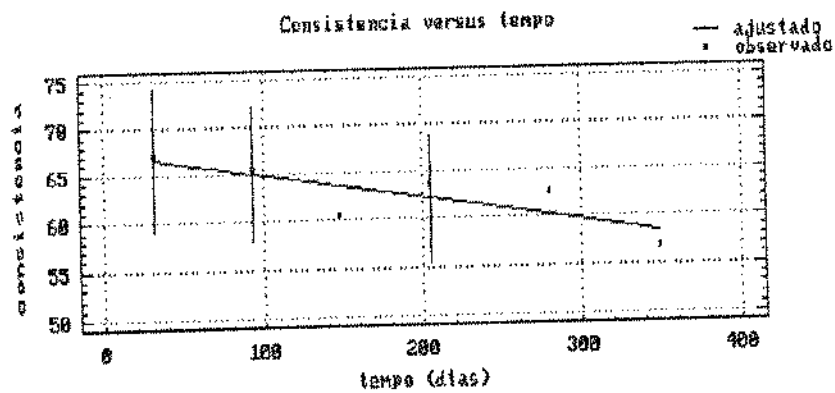


FIGURA 26. Regressão linear da consistência da geléia sem casca estocada a 35°C.

Modelo ajustado:

$$\text{Consistência} = 67,440566 - 0,025898 \cdot \text{dias}$$

Vida útil = 2.333 dias

5. CONCLUSÕES

As principais conclusões decorrentes deste estudo foram:

1) A geléia obtida com o jambo com casca apresentou a melhor impressão global e foi significativamente afetada pelo tempo e pelas condições de estocagem (luz e temperatura), já a geléia obtida com o jambo sem casca somente foi afetada pelo tempo de armazenamento.

2) A geléia obtida com o jambo com casca apresentou melhor cor do que a com o jambo sem casca, a qualidade, porém, da cor decresceu durante o período e com as condições de armazenamento (presença de luz e maior temperatura), o que não ocorreu com a geléia obtida com o fruto sem casca.

3) A geléia obtida com o jambo com casca apresentou melhor sabor, o qual foi afetado significativamente pela maior temperatura e tempo de estocagem, já na obtida com o jambo sem casca, somente o tempo de estocagem afetou o sabor.

4) Sensorialmente observou-se uma tendência de decréscimo da consistência durante o tempo de estocagem e maior temperatura dos produtos, sendo que na geléia obtida do fruto com casca houve tendência de um decréscimo em presença de luz.

5) A geléia obtida do fruto com casca foi eleita a melhor em termos de impressão global, cor e sabor.

6) Nos produtos obtidos, apesar de suas características sensoriais terem decréscido durante o armazenamento, a geléia com casca foi aceita durante 247 dias e a geléia sem casca durante todo o período estudado (337 dias), podendo-se estabelecer, então, 247 dias de vida útil para a geléia do jambo com casca.

7) A luminosidade (L^* -Hunter) da geléia de jambo sem casca apresentou com maiores valores, quando estocadas em presença de luz, menor temperatura e diminui

durante a estocagem e a geléia de jambo com casca aumentou o ^LHunter durante a estocagem, e teve menor valor em presença de luz e menor temperatura .

8) Na geléia obtida com o fruto com casca houve uma maior intensidade de cor vermelha (^aHunter) em relação à sem casca, havendo um decréscimo durante o tempo e nas condições de estocagem de maior temperatura; na geléia sem casca, observou-se um crescimento do ^aHunter com o tempo e nas condições de estocagem com luz e maior temperatura.

9) Observou-se um aumento do ^bHunter(amarelo) para as geléias de jambo com e sem casca durante o tempo e maiores valores em maior temperatura e ausência de luz.

10) Durante a estocagem, observou-se diminuição da consistência da geléia com casca, em condições de presença de luz e maior temperatura; observou-se também um aumento da consistência para as geléias até o 66° dia; a partir daí, decresceram até o final do tempo estudado (167 dias).

11) A adesividade não foi influenciada para o tratamento temperatura; a geléia com casca apresentou maior valor em presença de luz; e observou-se um aumento da adesividade até o 66° dia de estocagem, tendo a qual decrescido a partir desse período.

12) Observou-se decréscimo do teor de vitamina C para os produtos durante o tempo de armazenamento e em maior temperatura para geléia sem casca; e não houve influência da luz na concentração de vitamina C.

13) Os teores de antocianinas apresentaram maiores valores em condições de maior temperatura e na ausência de luz e decresceram durante a estocagem.

14) Os açúcares redutores apresentaram menores valores em temperaturas mais baixas e cresceram durante a estocagem.

15) A acidez total, pH e °Brix permaneceram constantes nos parâmetros estudados.

16) Houve uma maior sinérese para a geléia com casca estocada em temperatura mais elevada e um aumento durante a estocagem para a geléia obtida com o fruto sem casca.

17) O jambo é uma matéria-prima viável tecnologicamente para a obtenção de geléia, em virtude do alto teor de polpa, pectina e de a geléia apresentar boas características sensoriais.

6. RECOMENDAÇÕES PARA A INDÚSTRIA

- 1) Formulação: 0,28 g de ácido cítrico/100 g de suco;
0,4 g de pectina ATM para cada 100 g de suco;
1 parte de açúcar (90% de sacarose e 10% de glicose) para
1(uma) parte de suco;
- 2) Embalagem: não transparente para o produto com casca;
- 3) Concentração do suco em tacho aberto encamisado em no máximo 20 minutos;
- 4) Período de comercialização (fabricação ➤ consumo): 247 dias para o produto com casca e 337 dias para o produto sem casca.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADAMS, J.B. & WOODMAN, J.S. Thermal degradation of anthocyanins with particular reference to the 3-glucoside of cyanidin. II. The anaerobic degradation of cyanidin-3-rutinoside at 100°C and pH 3,0 in the presence of sodium sulfite. J. Sci. Food Agric; 24(4): 763-768, 1973.
2. AKAMINE, E. K. & GOO, R. Respiration and ethylene production in fruits of species and cultivars of *Psidium* and species of *Eugenia*. J. Am. Soc. Hort. Sci., 104(5):632-35, 1979.
3. A.B.I.A. Compêndio da legislação de alimentos: consolidação das normas e padrões para alimentos. 5. rev. São Paulo, 1992. v.1A (Portaria DINAL/MS nº 1/87) a.
4. A.B.I.A. Compêndio da legislação de alimentos: consolidação das normas e padrões para alimentos. 5. rev. São Paulo, 1992. v.1A (Resolução CNS/MS nº 4/88) b.
5. A.B.I.A. Compêndio da legislação de alimentos: consolidação das normas e padrões para alimentos. 5. rev. São Paulo, 1992. v.2A (Resolução CNNPA nº 8/75)c.
6. ALBET, G. Aromen-stabilität. prüfung der Stabilität von rosmarin in hartkaramellen und geleefrüchten auf agar-basis in bezug auf ihre mindesthaltbarkeit. Süsswa, 29(11): 432-35, 1985.
7. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 14. ed. Whashington, D.C., 1984. 701 p.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Comissão de estudos de embalagem de material plástico para produto alimenticio. Brasília, 1977. 11 p. (Norma EB916).

9. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 13. ed. Washington, D. C., A.O.A.C., 1980. 620 p.
10. BAYDON, S.M.; FISZMAN, E.; COSTELL, E.; DURÁN, L. Sineresis de los geles de agar y kappa-carragenato. Influencia de la adición de gomas de garrafin y guar. Rev. Agroquím. y Tecnol. Alimentos, 27(4): 548, 1989.
11. BAKER, G.L. & GOODWIN, M. W. Firmness requirements in jellies. Del. Agr. Exp. Sant. Bull., 216, 1931.
12. BARUFFALDI, R.; SCHUCH, R.; GIOIELLI, L.A.; MIRANDA, N. F.; RIZZANOTTO, M. F. Estudos de algumas características do fruto do jameiro-vermelho (*Eugenia malaccensis*, Lin). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 4. Viçosa, 1981. Anais. Viçosa, SBCTA, 1981. p. 57.
13. BERGERET, G. Conservas vegetales: frutas y hortalizas. Barcelona, Salvat, 1953. 540 p.
14. BLACK, S. A. & SAMIT, C.J.B. The effect of demethylation procedures on the quality of low ester pectins used in dessert gels. J. Food Sci. 37(5):730-32, 1972.
15. BLEINROTH, E. W. Colheita e armazenamento de frutas e hortaliças para processamento. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 19:37-43, 1969.
16. BLEINROTH, E.W. Determinação do ponto de colheita, maturação e conservação das frutas. In: SOLER, M. P. Industrialização de frutas. Secretaria da Agricultura. ITAL, São Paulo, 1988. p. 36-37.
17. BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O.; SOUZA, S. C. Estudo da estabilidade de antocianina da *Eugenia jambolana*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 8. Itabuna, 1985. Anais. Itabuna, SBCTA, 1985. p. 60-61.
18. BOBBIO, P. A. & BOBBIO, F. O. Química do processamento de alimentos. Campinas, Fundação Cargill, Campinas, 1984. p. 101-103.
19. CABRAL, A. C. D. Polímeros sintéticos. In: ITAL Embalagens de produtos alimentícios. São Paulo, Secretaria da Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia, 1983. p. 227.

20. CAMARGO, R.; FONSECA, H.; GRANER, M.; PRADO FILHO, L. G.; CARUSO, J. G. B.; ANDRADE, M. O.; NOGUEIRA, J.; MOREIRA, L. S. Tecnologia de produtos agropecuários. São Paulo, Nobel, 1984. 298 p.
21. CARDOSO, R. L. Enlatamento do jambo (*Eugenia malaccensis*, L.). Rio de Janeiro, 1985. 84 p. Tese (mestrado em Ciência de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
22. CARDOSO, R. L. & SABAA SRUR, A. U. O. Jambo (*Eugenia malaccensis*, L.) em calda: I Enlatamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 9. Curitiba, 1986. Anais, Curitiba, SBCTA, 1986. p. 77-78.
23. CARVALHO, C.R.L.; MANTOVAN, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. Análises químicas de alimentos. Instituto de Tecnologia de Alimentos. 1990. p. 44-45.
24. CAVALCANTE, P.B. Frutas comestíveis da Amazônia. II. Belém, IMPA - Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 1974. p. 24-25.
25. CHAN, H.T & LEE, C.W.Q. Identification and determination of sugar in sousop, rose-apple, mountain apple and surinam cherry. J. Food Sci., 40(4):892-93, 1975.
26. CHRISTENSEN, S.H. Pectins. In: GLICKSMAN, M. Food hydrocolloids. New York, CRC Press, 1986. v. 3, p. 206-26.
27. CORREA, P.M. Dicionário das Plantas Úteis do Brasil. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1978. p. 67.
28. CRUESS, W.V. Pectina, geléia e geleados. In: CRUESS, W.V. Produtos industriais de frutas e hortaliças. Trad. H. Tavares. São Paulo, Edgard Blücher, 1973. v.1, 410-44.
29. DE MARTINS, Z.J. Processamento de frutas. In: DE MARTINS, Z.J. Curso sobre Processamento de Frutas Tropicais. Campinas, Secretaria da Agricultura. Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1975. p. 43-54.
30. DESROSIER, N.W. Conservación de alimentos. Barcelona, Ed. Editorial Continental, 1964. p. 262-85.

31. DOESBURG, J.J. Pectic substances in fresh and preserved fruits and vegetables. Wageinigen, Institute for Research on Storage and Processing of Horticultural Products, 1965. 463 p.
32. DE VRIES, J. Repeating units in structure of pectin. In: DE VRIES, J. Gums and Stabiliser for the Food Industry, 4. Westport, IRL Press, 1988. p.25-29.
33. DRAETTA, L.S.; IADEROZA, M.; BALDINI, V.L.S.; FRANCIS, F.J. Antocianina de ameixa (*Prunus salicina*, L.) Ciência e Tecnologia de Alimentos 5(1):31-8, 1985.
34. FERNANDES, M.H.C. Vida de prateleira de alimentos enlatados de origem vegetal. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas 19(30):227-52, 1982.
35. FISZMAN, S.M. Propiedades funcionales de los hidrocoloides polissacaridicos. Mecanismos de geleificación. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos 29(4):420-22, 1989.
36. FORCARTY, W.M. & WARD, O.P. Microbiol. Prog. Ind. Microbiol. 13:59-119, 1975.
37. FRANCO, G. Texto básico e tabela de composição de alimentos. In: FRANCO, G., Nutrição. 6ª ed. Atheneu, Rio de Janeiro, 1982. p. 133-62.
38. FRAZIER, W.M. Microbiologia de alimentos. Barcelona, Acribia, 1962. 537 p.
39. FERREIRA, V.L.P.; FRANCIS, F.J.; YOTSUYANAGI, K. Cor e carotenóides totais do suco de maracujá (*Passiflora edulis*, Sims.). Coletanea do Instituto do Tecnologia de Alimentos, 19(1): 51, jan./jun. 1989.
40. FREEDMAN, L. & FRANCIS, F.J. Effect of ascorbic acid on color of jellies. J. Food Sci. 49:1212-213, 1984.
41. FINNEY, J.R. Elementary concepts of rheology relevant of food textures studies. In: KRAMER, A. & SZCESNIAK, A.S. Texture measurements of foods. Riedel Pub., 1963. p.33-51.
42. FOOD & DRUG ADMINISTRATION. Fruit jelly and preserves revised standards. United States of America, 39(168)31304-31309, 1974.
43. FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Avaliação de qualidade de conservas vegetais. Secretaria da Indústria e Comércio do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1977. 1º vol. p. 32-43.

44. GAVA, A.J. Princípios de tecnologia de alimentos. 2. ed. São Paulo, Nobel, 1985. p. 233-38.
45. GEMTCHUSNICOV, I.D. Plantas de interesse econômico, agrícola, ornamentais e medicinais. In: GEMTCHUSNICOV, I.D. Manual de taxonomia vegetal. São Paulo, Agronômica Ceres, 1976. p. 168-170.
46. GODOY, O.; CARVALHO, I.T.; RIBEIRO, W.; KRUTMAN, A. Produtos do jambo-do-pará. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, 7(2):165-171, 1989.
47. GOLDBLIT, S.A. Exploration in friture food-processing techniques. Massachusetts Institute of Technology, 1963. p.46.
48. GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. São Paulo, Nobel, 1986. 446 p.
49. GOMES, P. Fruticultura brasileira. Rio de Janeiro, Nobel, 1982. p. 75
50. GRANZERD, R. Storage: effect of light on ascorbic acid and caroteinonid contents and sensory quality of orange juice Gentseverwertung, 68(7): 263-65, 1993.
51. GROSS, J. Pigments in fruits. Toronto, Academic Press, Toronto, 1987. p. 68.
52. GROSS, M.O.; RAO, V.N.M.; SMIT, C.J.B. Direct stress-strain dynamic characteristics of low-methoxyl pectin gels. J. of Texture Studies, 13(1): 97, 1982.
53. GUICHARD, E.; ISSANCHOU, S.; DESCOURVIERES, A.; ETIEVANT, P. Pectin concentration, molecular weight and degree of esterification: influence on volatile composition and sensory characteristics of strawberry, jam. J. Food Sci., 56(6): 1621-27, 1991.
54. HARIE, Y.; KIMURA, K.; IDA, Y.; YOSIDA, Y.; OHKI, K. Jam preparation by pressurization. J. of the Agricultural Chemistry Society of Japan, 65(6): 975-980, 1991.
55. HARRIS, R.S. & VON LOESECKE, H.W. Nutritional evaluation of food processing. Westport, AVI, 1971. 612 p.
56. HARRISON, P.S. Reverse osmosis and its application to the food industry. Food Trade Review 40(11)33-37, 1970.
57. HEDRICK, H.P. Sturtervant's edible plants of the world. New York, Ed. Dover, 1972. p. 262.

58. HERBERT, W.; STAUB, A.; RIDA, A. Nutritional and physiological value of gums. AGRISMAN, M. In: Food hidrocolloids. New York, 1980. p. 104-105.
59. HIDALGO, L.D.; MASCARELL, J.M.; DURAN, J.F.; ENGUIDANO, M.R. Mermeladas y jaleas. I. Matérias-primas: frutas, azúcares y ácidos. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 5(4):381-84, 1965.
60. HIDALGO, L.D.; MASCARELL, J.M.; DURÁN, J.F.; ENGUIDANO, M.R. Mermeladas y jaleas. II. Las pectinas y el fenomeno de geleficación. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 6(1):7-11, 1966a.
61. HIDALGO, L.D.; MASCARELL, J.M.; DURÁN, J.F.; ENGUIDANO, M.R. Mermeladas y jaleas. III. Operación de fabricación. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 6(3):273-79, 1966b.
62. HIDALGO, L.D.; MASCARELL, J.M.; DURÁN, J.F.; ENGUIDANO, M.R. Mermeladas y jaleas. IV. Procedimientos de fabricación. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 6(4):339-402, 1966c.
63. HOLANDA, L.F.F.; BAYMA, A.B.; GUEDES, Z.B.L.; ORIÁ, H.F.; OLIVEIRA, G.S.F. Estudo de produtos industrializados do mamão (*Carica papaya*, L.) cultivar Solo-geléia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 12. Rio de Janeiro, 1989. Anais. Rio de Janeiro, SBCTA, 1989. p. 178.
64. HU, K.H. Time temperature indicating system of product shelf life. Food Technology, 23(8):56-62, 1979.
65. HURT, H.D. Effect of canning on the nutritive values of vegetables. Food Technol., 33(2):62-65, 1979.
66. I.A.L. (Instituto Adolfo Lutz). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 2. ed., São Paulo, 1976. v. 1. 284 p.
67. I.F.T. (Institute of Food Technology). Shelf life of foods. Food Technol. 23(8): 45, 1974.
68. JACKIX, M.H. Doces, geléias e doces em calda. Campinas, Ed. UNICAMP, 1988. p. 57-85.
69. JAY, J.M. Modern food microbiology. New York, Van Nostrand Reinhold, 1970. p. 265.

70. JOHSON, R.M. & BREENE, W.M. Pectin gel strength measurement. Food Technol. 2:87-92, 1988.
71. JOSLYN, M.A. & PHAFF, H.J. The pectin substances. Rev. Wallerstein, 10(29):39-56, 1947.
72. LEME Jr. J. Contribuição ao estudo da geleificação de frutas e do equilíbrio péctico. Campinas, 1969. Tese (Cadeira de Tecnologia e Conservação de Alimentos) - Escola de Agricultura Luiz de Queiroz.
73. KAWABATA, A. & SAWAYAMA, S. Effect of pH and salts on the texture of low methoxyl pectin jelly. Inst. of the Japanese Society of Food and Nutrition, 28(1):17-24, 1974.
74. KENFULL, D.G. & SCOTT, A.G. Gelation of high methoxyl pectins. Food Technology in Australia 37(4): 158, 1985.
75. KERTZ, Z. I. The pectic substances. New York, Inters. Publ. 1951. 628 p.
76. KRAMER, A. Storage retention of nutrients. Food Tech., 28(1):50-58, 1974.
77. KRAMER, A. & HAWBECKES, J.V. Measuring and recording rheological properties of gels. Food Technol., 2:11, 1966.
78. KRAUTCHENKO, T.P.; VORAGE, A.G.J.; PILNIK, W. Studies on the intermolecular distribution of industrial pectins by means of preparative ion exchange chromatography. Carbohydrate Polymers, 19 (2): 115-124, 1992.
79. LABUZA, T.P. & SCHIMID, M.K. Accelerated shelf-life testing of foods. Food Technology, 39(9):57-64, 1985.
80. LABUZA, T. P. & SCHIMID, M.K. Accelerated shelf - life testing of foods: principles and graphical methods for evaluation. Cereal Foods World, 33 (2): 193-206, 1988.
81. LEACH, M. & MANSON, M. Conservación de frutas e hortalizas. Barcelona, Ed. Acribia, 1964. p. 66-76.
82. LEE, Y. C.; KIRK, J.R.; BEDFORD, C.L.; HELMADMAN, D.R. Kinetics and computer simulation of ascorbic acid stability of tomato juice as functions of temperature, pH and metal catalyst. J. Food Sci., 42(3):640-44, 1977.
83. LEE, P. L.; SWORDS, G.; HUNTER, G. L. K. Volatile components of *Eugenia Jambos*, L. Rose-apple. J. Food Sci. 40(3):421-22. 1989.

84. LEÓN, C. F.; MATA, M. C.; PENEDO, P.J.C.; BELTRÁN, H. F.; MONTEIRO, P.E. Escaldados de los productos hortofrutícolas. Alimentaria, (138): 57-60, 1982.
85. LIU, Y. K. & LUH, B. S. Purification and characterization of endo polygalacturonase from *Rhizopus arrhizus*. J. Food Sci. 43(4):721, 1978.
86. LOPEZ, A. A complete course in canning, 9. ed. Baltimore, The Canning Trade, 1962. p. 440-62.
87. LOPEZ, A. & LI-HSIENG, L. Low-methoxyl pectin apple gels. Food Technol., 22(8):1023-28, 1968. MADI, L. F. C. Embalagem de vidro para produtos alimentícios. In: MADI, L. F. C. Embalagens de Produtos Alimentícios. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia 1983. p. 317.
88. MADI, L. F. C. & ORTIZ, S. A. Especificações de embalagens metálicas para produtos alimentícios. In: SIMPÓSIO DE FOLHA-DE-FLANDRES, 2. Volta Redonda, 1979. Anais. Volta Redonda, CSN, 1979. p. 68.
89. MANABE, M. & NISHII, H. Effect of glucose sucrose on gel formation of pectin jelly. J. Jap. Soc. Food Sci. Technol. 30(3): 162-67. apud. Food Sci. and Technol. Abstr. vol. (7):j34, 1985.
90. MARKAKIS, P.; LIVINGSTON, G. E.; FELLERS, C. R. Quantitative aspects of strawberry pigment degradation. Food Res., 22 117-29. 1975.
91. MARONI, C. Pectinas e sua aplicação na indústria de alimentos. In: FERREIRA, V. P. Curso sobre as propriedades de hidrocolóides e aplicações. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1992. 8 p.
92. MEYER, H. L. Food chemistry. New York, Reinhold Publishing, 1966. p. 87-95.
93. MONEY, R. W. & CRISTIAN, W. A. Analytical data of some conion fruits. J. Food Agric. 1(1):8-12, 1950.
94. MOHAMMAD, R.; AHMAD, M.; CHAUDRY, M.; HUSSAIN, B. Ascorbic acid quality retention in orange squash ces related to exposure to light and container type. Pakistan j. Scientific and Industrial Research 30(6): 480-483, 1987.
95. MORRIS, M. A. Principles of fruits preservation: jam making, canning and crying. 2. ed. New York, Van Nostrand, 1947. 198 p.
96. MORROW, N. H. Determining the container product compatibility for canned foods. Food Tecnology, 36(4):98 -102, 1982.

97. NATIONAL CANNER ASSOCIATION. Laboratory manual for food canner processors. Westport, AVI, 1968. p. 457.
98. NICKERSON, J.T.R. & KAREL, M. Food Processing Operation; Preservation of food by freezing. AVI Publ. Westport. 1968. p. 187-89.
99. OLIVEIRA, G.S.F.; GUEDES, Z.B.L.; ORIÁ, H.F.; MAIA, G.A. Experimentos tecnológicos com tamarindo e avaliação da estabilidade dos produtos obtidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 8,1985. Anais. Itabuna, SBCTA, 1985. p. 40-41.
100. ORTIZ, S.A.; MADI, L.F.C.; ALVIM, D.D.; FERNANDES, M.H.C. -Legislação de embalagens para alimentos. ITAL, SBCTA, São Paulo, 1980. p. III -25.
101. OWENS, H.S.; MC CREADY, R.M.; SHEPHERD, A.D.; SCHULTS, T.H.; PIPPEN, E.L.; SWENSON, M.A.; MIER, J.C. ERLANDSEN, R.F.; MACLAY, W.D. Methods used at western regional research laboratory for extration and analysis of pectic materials. Washington, D.C, United States of Department of Agriculture, 24 p. (AIC 340), 1952.
102. PASCHOALINO, J.E. Fatores que influem sobre a qualidade do morango congelado. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, (51): 113-124. 1977.
103. PERRY, F. Genu - A new pectin for jelly fruits. Confectionery Production, 37(3)135-36, 1971.
104. POPENOE, W. Manual of tropical and subtropical fruits. New York, Macmillan, 1939. p. 76.
105. RAUCH, G.H. Jam manufacture. Londres, Leonard Hill Books, 1965. 199 p.
106. REIS, F.M. Tecnologia dos produtos agroalimentares. Lisboa, Clássica Ed., 1980. p. 176.
107. RAO, M.A.; COOLEY, H.J.; NOGUEIRA, S.N.; MCLELLAN, M.R. Rheology of apple sauce. Effect of cultivar, firmness and processing parameters. J. Food Sci., 51:176-78, 1986.
108. RYALL, A.L. & PENTER, W.T. Handling, transportation and storage of fruit and vegetable. Westport, AVI, 1974. p.175-181.

109. TANCHEV, S. Kinetics of thermal degradation of antocyanins. In: McLOUHLIN, J.V. & McKENNA, B.M. Basic studies in food science. Proceedings of the Sixth International Congress of Food Science and Technology. Boole Press, Dublin, 1987 p. 96.
110. SAND, R.E. Nomenclature and structure of carbohydrate hydrocolloids. In: GLICKSMAN, M. Food hydrocolloids. New York, CRC Press, 1982. p. 30
111. SÃO PAULO. Decreto nº 1248 de 20 de outubro de 1978. Aprova normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas do Estado de São Paulo. Diário Oficial, 21 out. 1978. 42 p.
112. SILVA, D.S. Cor: definição e métodos de medição. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas (36):75-85, 1973.
113. SIMÃO, M.A. Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico. São Paulo, Nobel, 1985. p. 80 e 100.
114. SIMÃO, S. Manual de fruticultura. São Paulo, Agronômica Ceres, 1983. p. 11.
115. SOLER, M.P. Processamento industrial. In: SOLER, M.P. Industrialização de geléias. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1991. p.1-20.
116. SOLER, R.M. Embalagens para os diferentes tipos de alimentos. In: Embalagens de produtos alimentícios. São Paulo, Secretaria da Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia. 1983. p. 40.
117. STTAR, A.; DURRANI, M.J.; HUSSAIN, R.N. Effect of packaging materials and fluorescent light HTST-pasteurized orange drink. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung, 188(5): 432, 1989.
118. STAUB, H. W. Nutritional and physiological value of gums. In: GLICKSMAN, M. Food hydrocolloids. New York, CRC Press, 1982. p. 104-105.
119. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and principles of statistics. New York, McGraw Hill, 1975. 256p.
120. STUMBO, C.R. Thermobacteriology in food processing. New York, Academic Press, 1965. 435 p.
121. UBOLDI EIROA, M.N. Atividade de água: influência sobre o desenvolvimento de microrganismos e métodos de determinação em alimentos. Boletim de Instituto de Tecnologia de Alimentos, 18(3): 363. 1981.

122. USDA. Agriculture Marketing Service. United States Standards for grades of canned pineapple. Department of Agriculture, Washington, D.C. , USA, 1962. 421 p.
123. VIDAL-VALVERDE, C.; BRANCO, I.; ROJAS-HIDALGO, Pectic substances in fresh, dried, disseccated, and oleaginous spanish fruits. J. of Agricultural and Food Chemistry 30(5): 832-34, 1982.
124. VOCHELLE, J. Frio industrial y domestico en la conservación de los alimentos. Barcelona, Aedos, 1969. p. 95-127.
125. VORAGE, A.G.J. & PILNIK, W. Analytical comparison of the industrial pectin preparations. Polimer, 18(1): 17-25, 1992.
126. VRIES, J.A.; ROMBOOTOS, F.M.; VORAGE, A.G. J.; PILNIK, W. - Enzimic degradation of apple pectins. Carbohidrate Polymer 2(1): 25-33, 1982.
127. VRIES, J.A.; UIJL, C.H.; VORAGE, A.G.J. Structural features of the neutral sugar side chains of apple pectin substances. Carbohydrat Polymer, 3(3): 193-205, 1983.
128. WATANABE, M.; ARAI, E.; KUMENO, K.; HOMMA, K. A new method for producing a non-heated jam sample: the use of freeze concentration and high pressure sterilization. Agricultural and Biological Chemistry, 55(8): 2175-76, 1991.
129. WIDERLERER, J.L. Ethanol production in table jelly by two species of *Chryso sporium*. Journal of Applied Bacteriology, 63:395-99, 1989.
130. WOODROF, J.G. Storage life of canned: frozen, dehydrated and preserved fruits. In: WOODROF, J.G. Comercial fruit processing. Westport AVI, 1976. p. 595-626.
131. XAVIER, R.L. Embalagens de vidro. In: XAVIER, R.L. Industrialização de geléias. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1991. p. 23-28.
132. YAN-TWA, P. & HARRIS, N.D. Effect of sucrose on oxigen uptake of ascorbic acid in a closed aqueous system. Journal. of Agricultural and Food Chemistry, 41(2):259-62, 1993.

8. APÊNDICE

Apêndice 1.

Considerando a hipótese de não haver nenhuma transformação química durante o processamento, criou-se, então, um fator concentração e diluição (açúcar e água na formulação) para os componentes do fruto na geléia.

Diluição do fruto com água: 5 de água / 40 de suco = 0,87; Diluição do suco com açúcar: 50 de açúcar / 50 de suco = 0,5;

Brix do suco do fruto 6,5° + açúcar = 53,3° Brix \Leftrightarrow concentração \Leftrightarrow concentração \Leftrightarrow 68,1° Brix \Leftrightarrow fator 1,27 para o produto sem casca; e 67,6° Brix \Leftrightarrow fator 1,26 para o produto com casca.

Fator do produto sem casca = $0,87 \times 0,5 \times 1,27 = 0,556$ do componente do fruto;

Fator do produto com casca = $0,87 \times 0,5 \times 1,26 = 0,552$ do componente do fruto.

Apêndice 2

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE GELÉIA DE JAMBO

Nome: _____ Data ___ / ___ / ___

Por favor, prove cada amostra e assinale o quanto gostou, de acordo com a escala abaixo.

Amostra N°	Impressão global	
_____	desgostei muitíssimo	gostei muitíssimo
	Cor	
_____	desgostei muitíssimo	gostei muitíssimo
	Sabor	
_____	desgostei muitíssimo	gostei muitíssimo
	Consistência	
_____	desgostei muitíssimo	gostei muitíssimo

Comentários: _____

FIGURA 17. Formulário para avaliação sensorial.

9. ANEXOS

1. Figuras - 27 a 46

2. Tabelas - 37 a 64

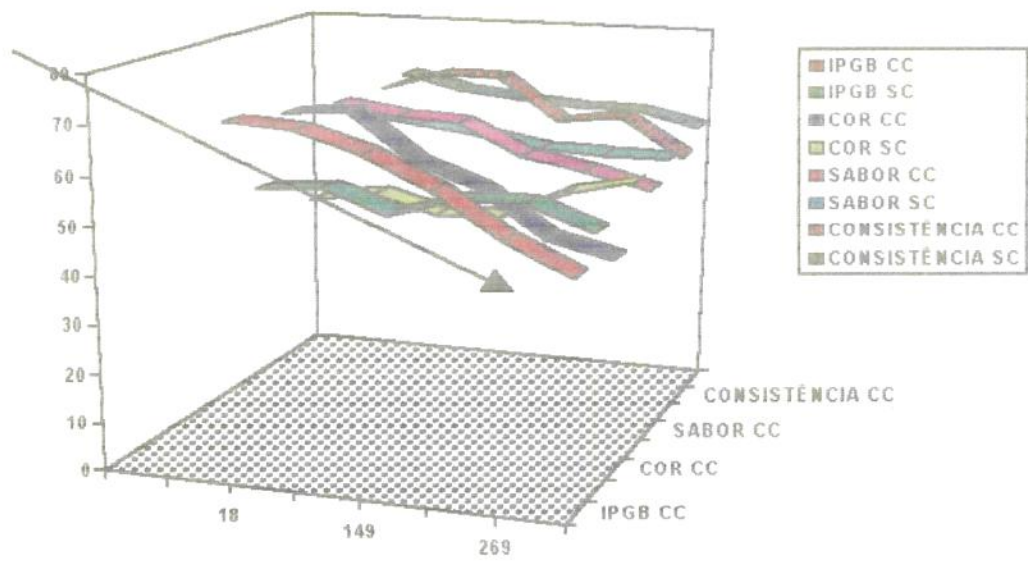


FIGURA 27 . Estudo das preferências de impressão global (IPGB), cor, sabor e consistência, durante o tempo(dias) de estocagem, para geléias com casca (CC) e sem casca (SC).

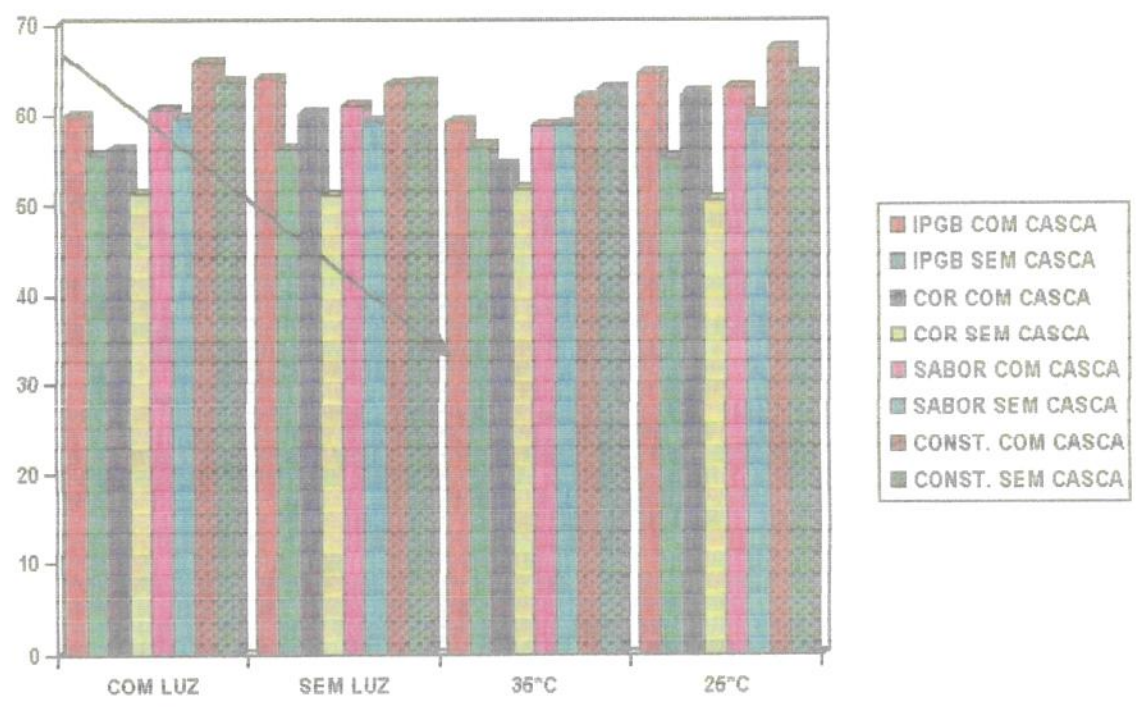


FIGURA 28. Efeitos da luz e temperatura nas características sensoriais das geléias.

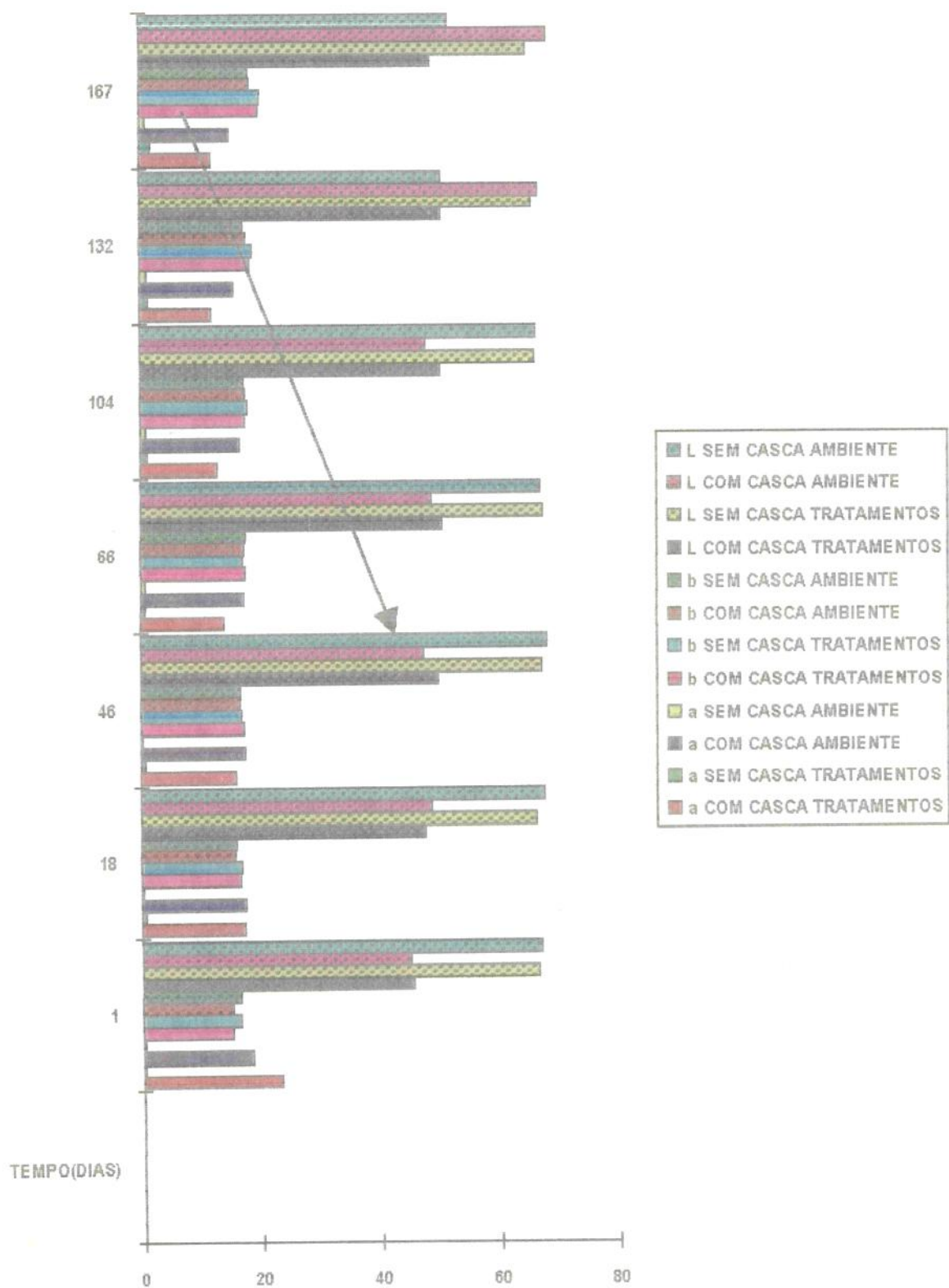


FIGURA 29. Efeito do tempo (dias) nos a_{Hunter} , b_{Hunter} , L_{Hunter} nos produtos em diversas condições de estocagem (Tratamentos) e ambiente.

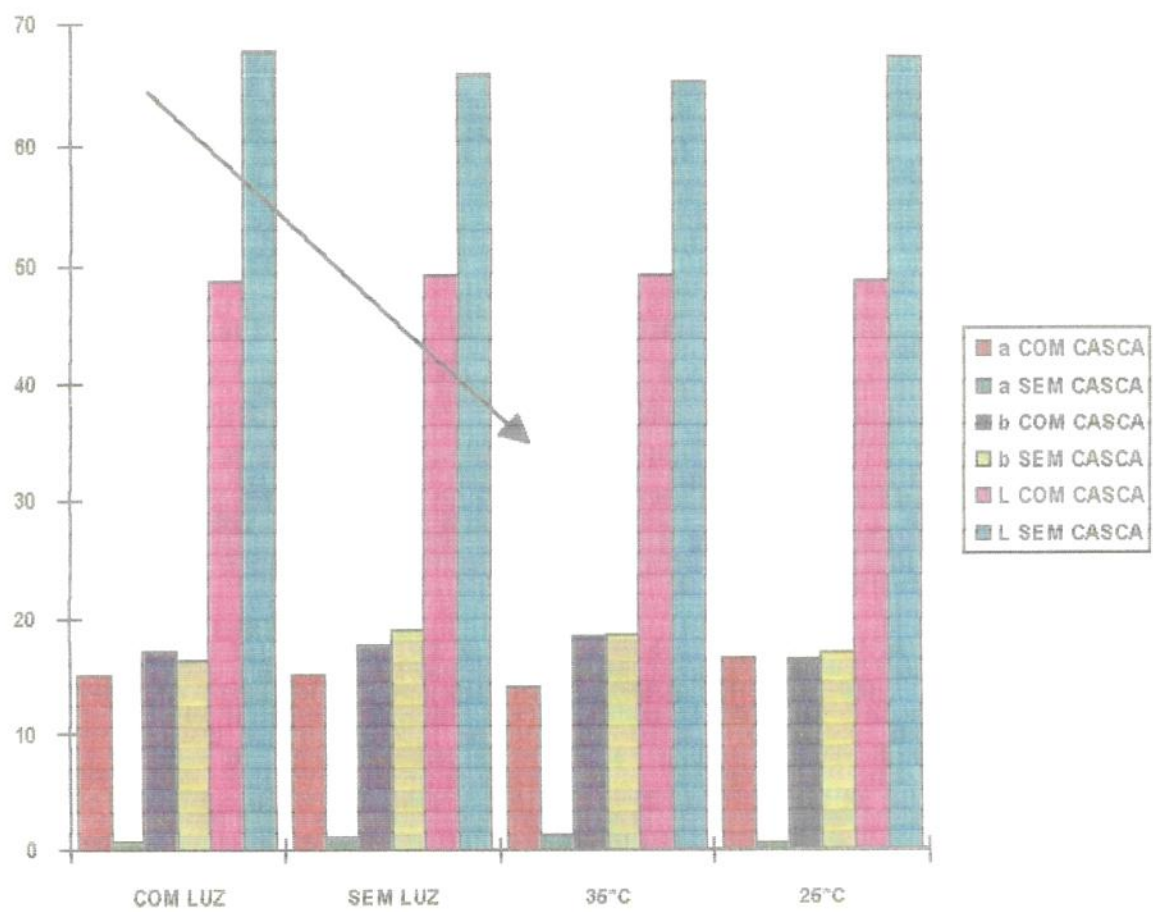


FIGURA 30. Efeitos da luz e temperatura nos a^a Hunter, b^b Hunter e L^L Hunter das geléias.

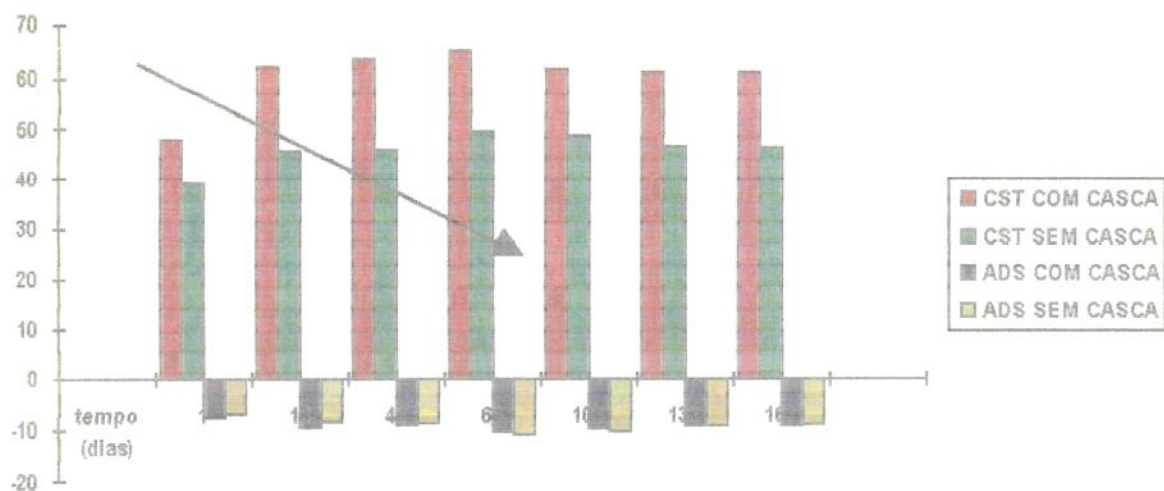


FIGURA 31. Efeito do tempo (dias) na consistência (CST) e adesividade (ADS) em g/cm^2 dos produtos.

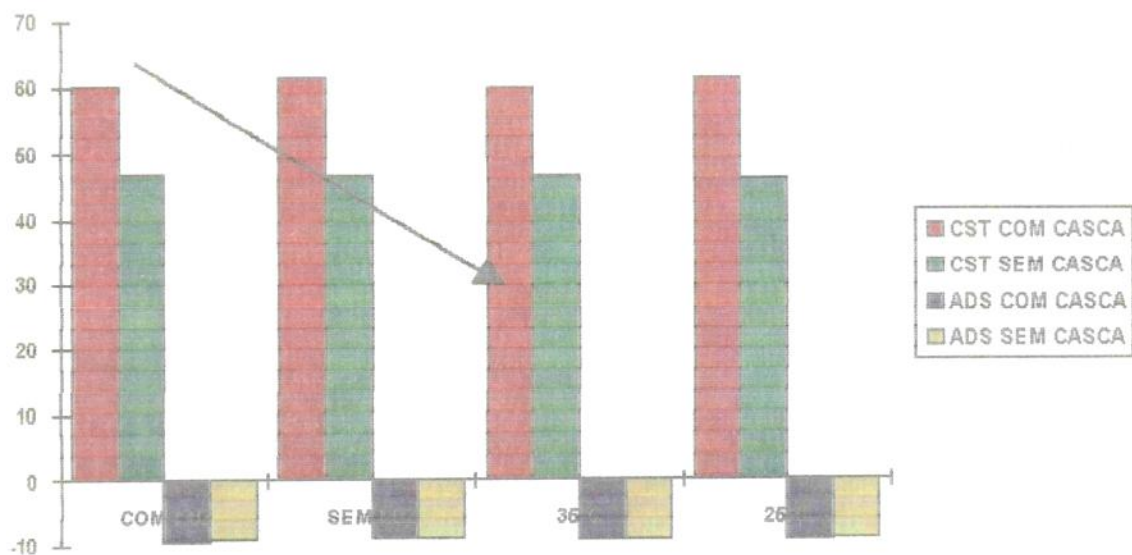


FIGURA 32. Efeitos da luz e temperatura na adesividade (ADS) e consistência (CST) em g/cm^2 dos produtos.

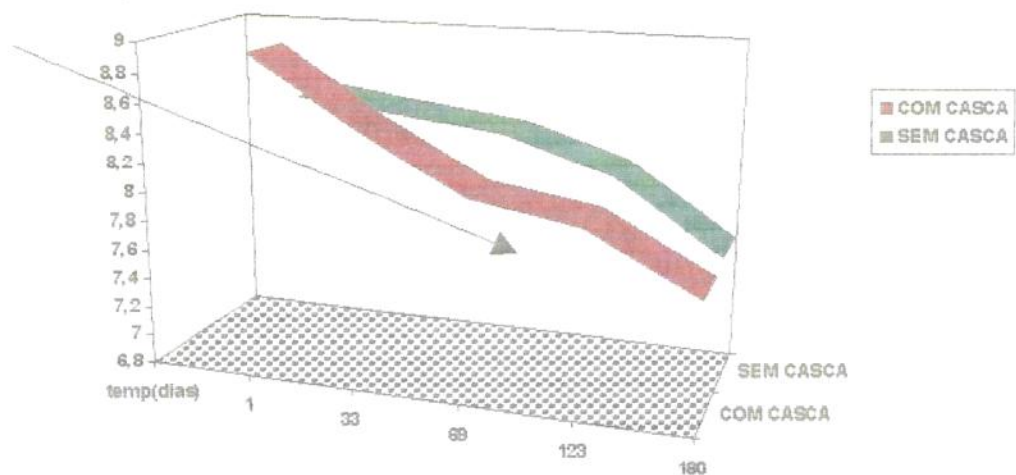


FIGURA 33. Efeito do tempo na concentração da vitamina C (mg /100 g) dos produtos.

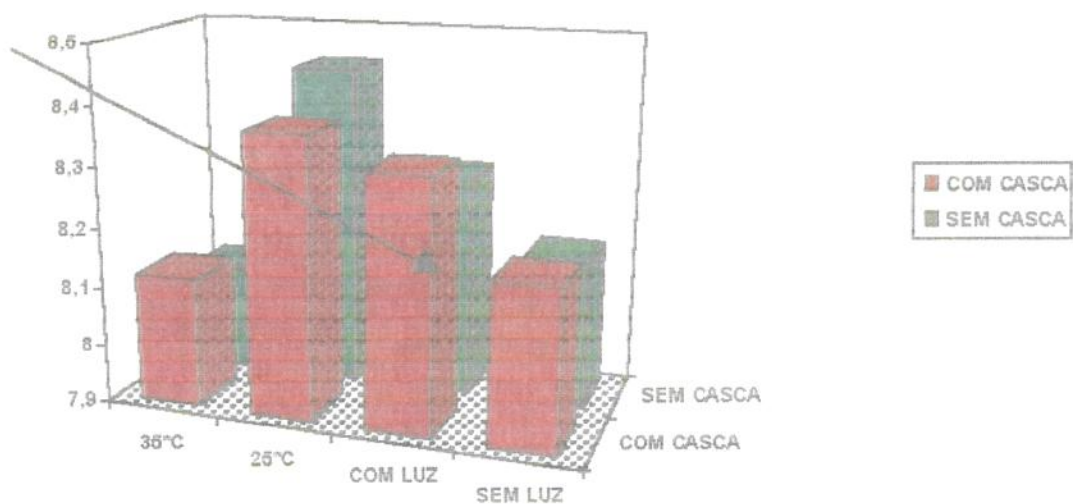


FIGURA 34 . Efeitos da luz e temperatura na concentração de vitamina C (mg/100g) dos produtos.

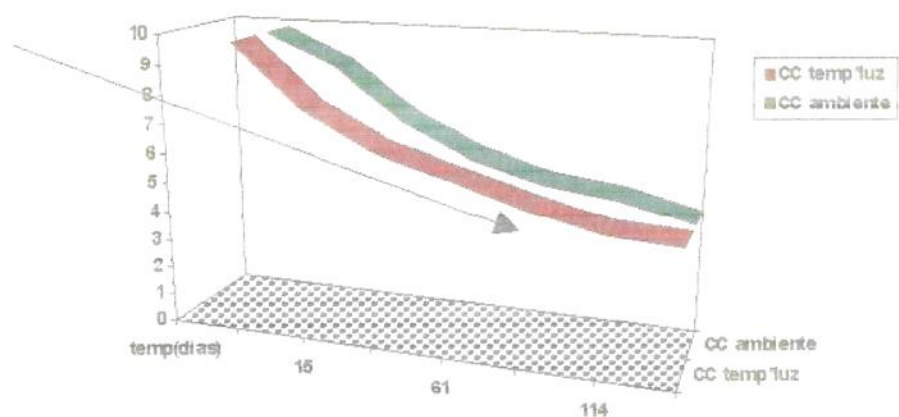


FIGURA 35. Efeito do tempo na concentração de antocianina (mg/kg) na geléia com casca.

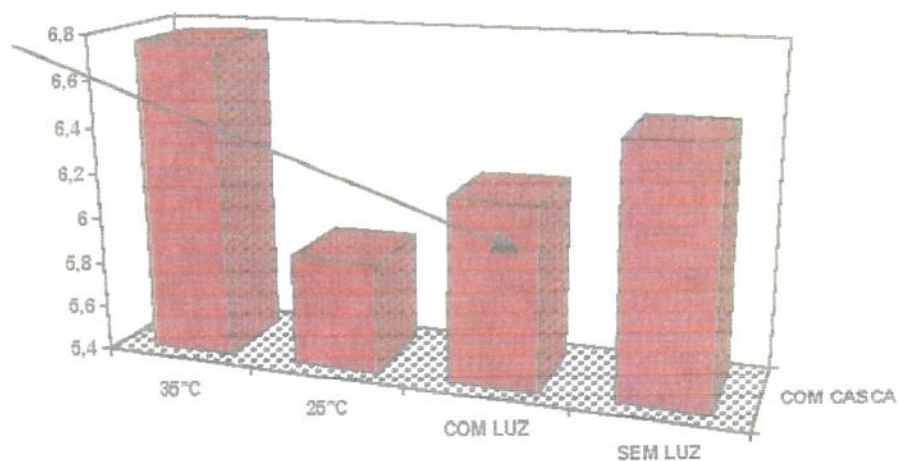


FIGURA 36. Efeitos da luz e temperatura na concentração da antocianina (mg/kg) da geléia com casca.

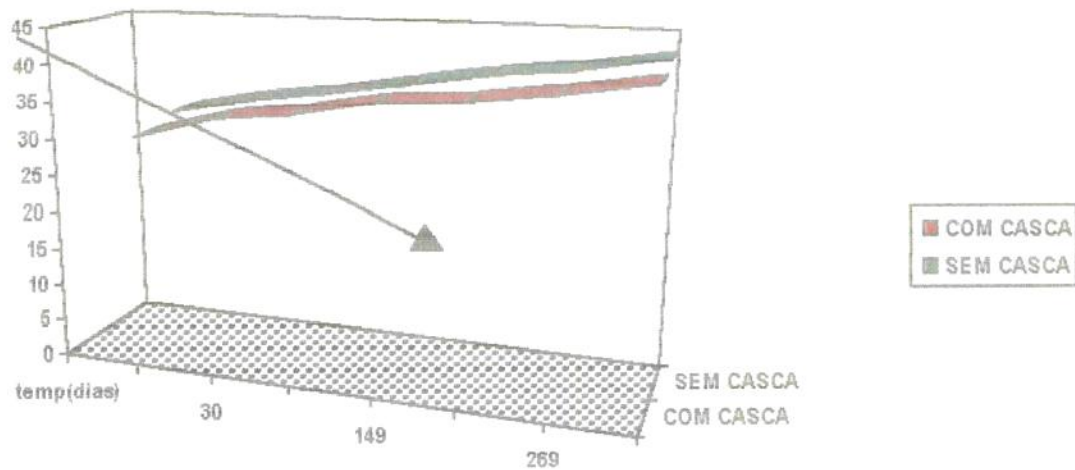


FIGURA 37. Efeito do tempo (dias) na concentração de açúcares redutores dos produtos.

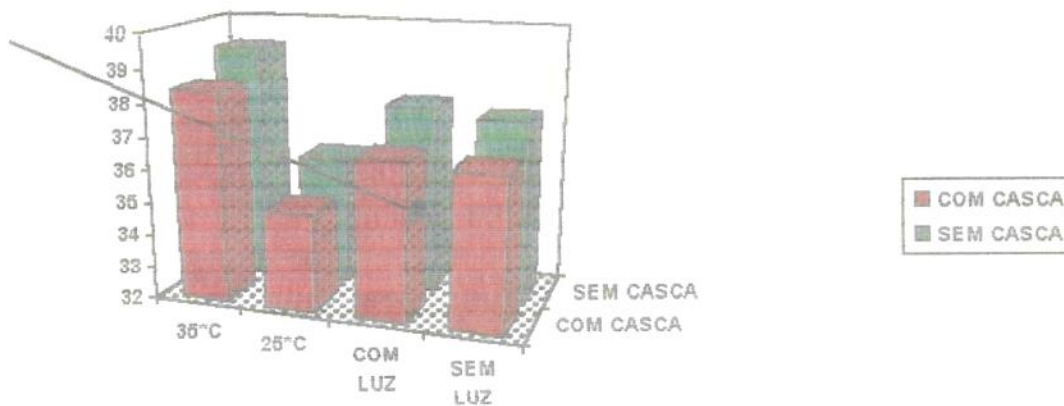


FIGURA 38. Efeitos da luz e temperatura nos açúcares redutores (mg glicose/100 g) dos produtos.

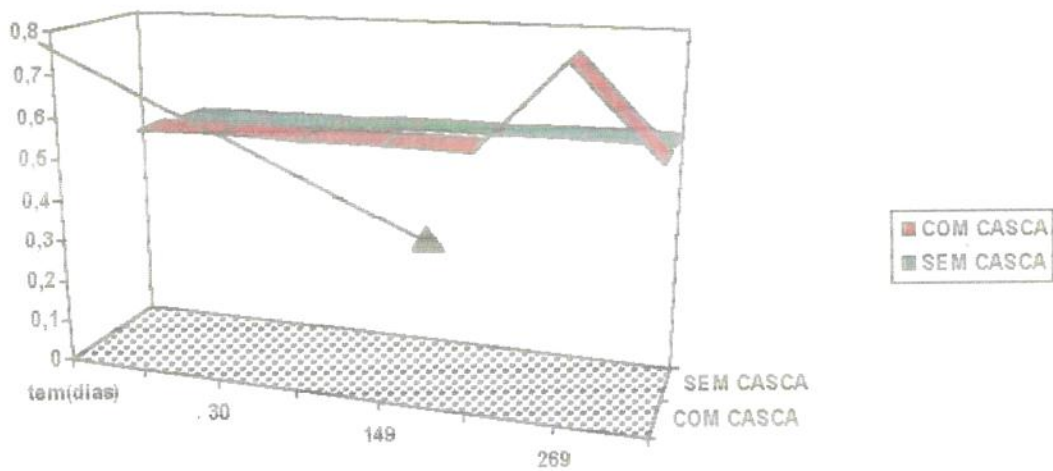


FIGURA 39. Efeito do tempo (dias) na acidez total (% ácido cítrico) nos produtos.

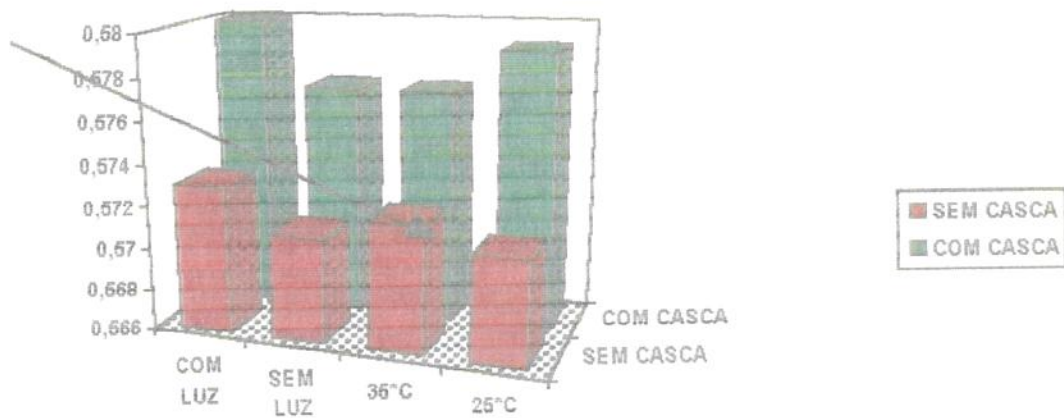


FIGURA 40. Efeitos da luz e temperatura na concentração de acidez (% ácido cítrico) dos produtos.

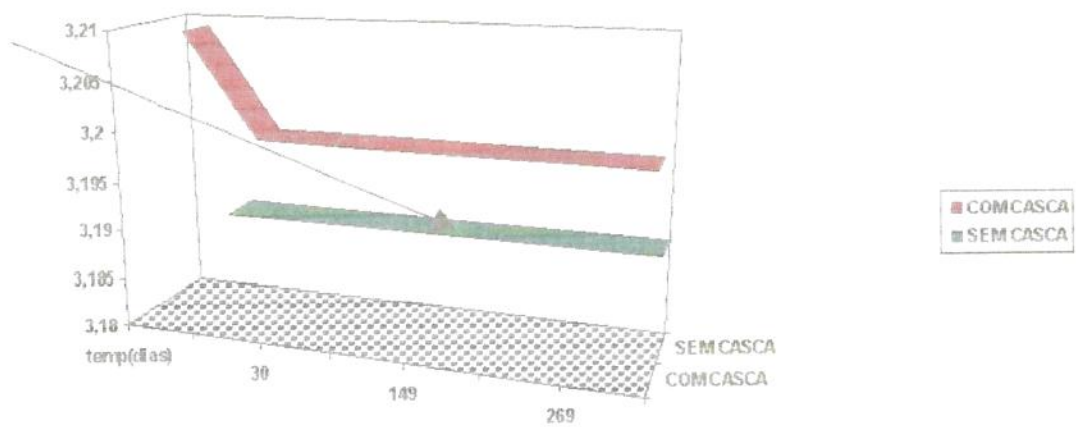


FIGURA 41. Efeito do tempo (dias) nos pH dos produtos.

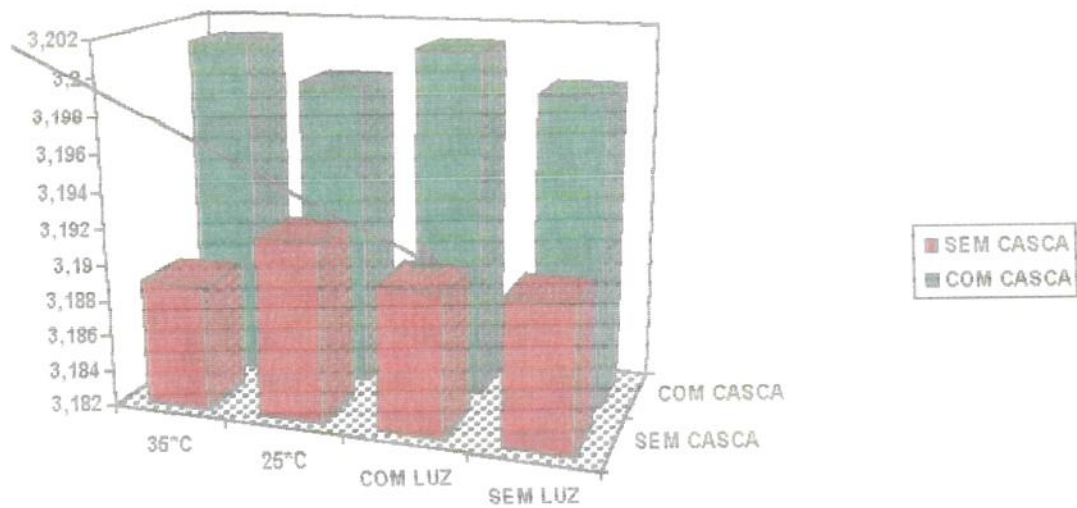


FIGURA 42. Efeitos da luz e temperatura nos pH dos produtos.

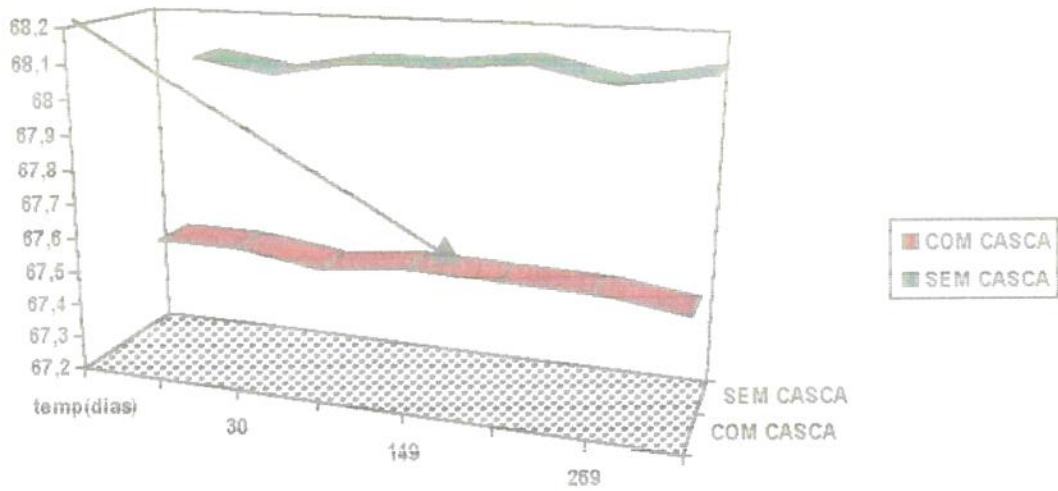


FIGURA 43. Efeito do tempo (dias) no °Brix dos produtos.

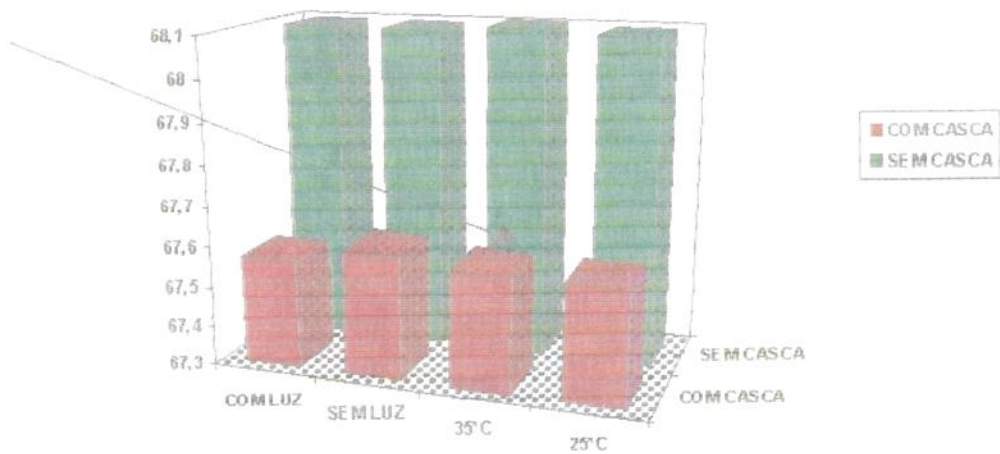


FIGURA 44. Efeitos do tempo e temperatura no °Brix dos produtos.

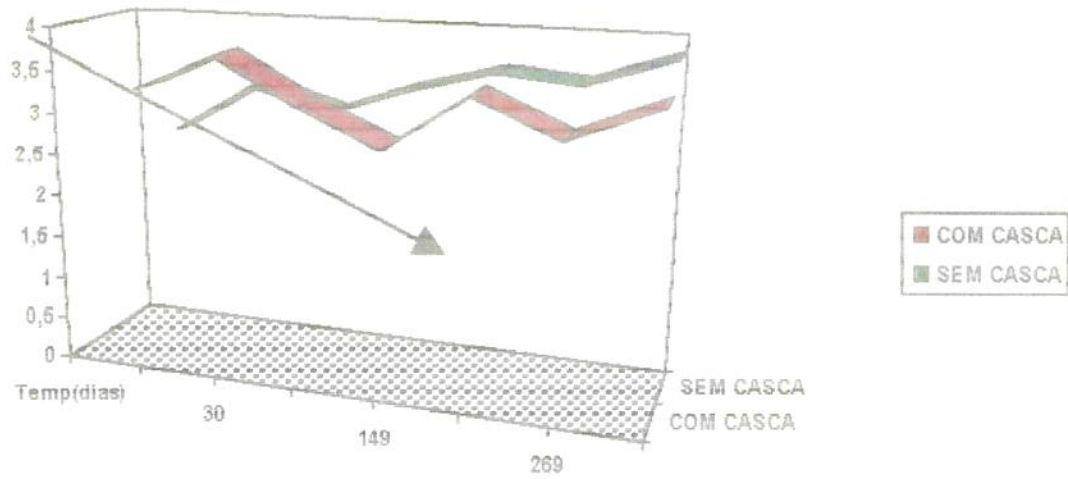


FIGURA 45. Efeito do tempo (dias) na sinérese (mm) dos produtos.

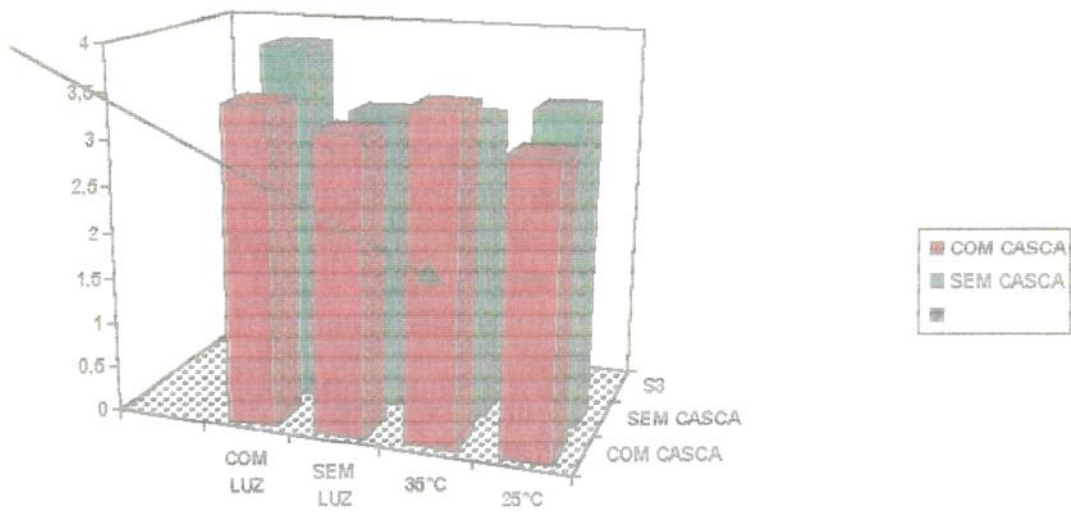


FIGURA 46. Efeitos da luz e temperaturas na sinérese (mm) dos produtos.

TABELA 42 Análise de variância da impressão global para a geléia com casca.

Variável: impressão global

Variável dependente: NOTA

Fonte	GL	Q.M.	F	Pr>F
PROV	27	393.897707	1.83	0.0068
PERÍODO	5	11703.328571	54.35	0.0001
LUZ	1	3017.523810	14.01	0.0002
TEMP	1	4864.380952	22.59	0.0001
PERÍODO*LUZ	5	175.295238	0.81	0.5399
PERÍODO*TEMP	5	746.402381	3.47	0.0042
LUZ*TEMP	1	22.880952	0.11	0.7446

TABELA 43 . Análise de variância da impressão global para geléia sem casca

Variável: impressão global

Variável dependente: nota

Fonte	GL	Q.M	F	Pr>F
PROV	27	1238.485891	4.05	0.0001
PERÍODO	5	771.009524	2.52	0.0284
LUZ	1	97.523810	0.32	0.5725
TEMP	1	363.148810	1.19	0.2763
PERÍO*L	5	338.209524	1.11	0.3560
PERÍ*TEMP	5	157.648810	0.52	0.7647
LUZ*TEMP	1	7.291667	0.02	0.8773

TABELA 44. Análise de variância da cor da geléia com casca

Variável: sabor

Variável dependente: nota

Fonte	GL	Q.M	F	Pr > F
Modelo	45	2296.42887	8.77	0.0001
Resíduo	626	261.82740		
PROV	27	600.232970	2.29	0.0002
PERÍODO	5	13548.919345	51.75	0.0001
LUZ	1	2557.620536	9.77	0.0019
TEMP	1	11393.287202	43.51	0.0001
PERÍO*L	5	105.602679	0.40	0.8466
PERÍO*T	5	893.497917	3.41	0.0047
LUZ*TEMP	1	442.001488	1.69	0.1943

TABELA 45. Análise de variância da cor da geléia sem casca.

Variável: cor

Variável dependente: nota

	GL	Q.M	F	Pr > F
Fonte	45	879.383631	2.46	0.0001
Resíduo	626	356.916510		
PROV	27	1056.405809	2.96	0.0001
PERÍODO	5	1548.812202	4.34	0.0007
LUZ	1	4.834821	0.01	0.9074
TEMP	1	279.001488	0.78	0.3770
PERÍO*L	5	372.145536	1.04	0.9532
PERÍO*T	5	79.133631	0.22	0.9532
LUZ*TEMP	1	765.013393	2.14	0.1437

TABELA 46. Análise de variância da sabor da geléia com casca.

Variável: SABOR

Variável dependente : NOTA

Fonte	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	45	1089.379663	4.17	0.0001
Resíduo	626	261.528996		
PROV	27	892.479442	3.41	0.0001
PERÍODO	5	3822.152679	14.84	0.0001
LUZ	1	27.120536	0.10	0.7475
TEMP	1	2895.870536	11.07	0.0009
PERÍODO*L	5	55.545536	0.21	0.9573
PERÍODO*T	5	450.945536	1.72	0.1269
LUZ*TEMP	1	58.930060	0.23	0.6352

TABELA 47. Análise de variância do sabor da geléia sem casca.

Variável: SABOR

Variável dependente: NOTA

Fonte	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	45	625.832440	2.20	0.0001
Resíduo	626	1284.110228		
PROV	27	884.385968	2.97	0.0001
PERÍODO	5	725.758631	2.55	0.0266
LUZ	1	21.072917	0.07	0.7854
TEMP	1	151.430060	0.53	0.4656
PERÍO*LUZ	5	256.222917	0.90	0.4794
PERÍO*TEMP	5	10.358631	0.04	0.9993
LUZ	1	229.834821	0.84	0.3688

TABELA 48. Análise de variância da consistência (sensorial) da geléia com casca.

Variável: consistência

Variável dependente: NOTA

Fonte	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	45	1368.477513	6.01	0.0001
Resíduo	626	227.663517		
PROV	27	1103.516093	18.00	0.0001
LUZ	1	1110.857143	4.88	0.0275
TEMP	1	5148.214286	22.61	0.0001
PERÍODO*L	5	505.025000	2.22	0.0510
PERÍODO*T	5	483.467857	2.12	0.0610
LUZ*TEMP	1	93.005952	0.41	0.5230

TABELA 49. Análise de variância da consistência (sensorial) para a geléia sem casca.

Variável: Consistência

Variável dependente: NOTA

Fonte	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	45	609.683995	2.10	0.0001
Resíduo	626	209.299521		
PROV	27	753.612213	2.60	0.0001
PERÍODO	5	1030.759524	3.55	0.0036
LUZ	1	5.005952	0.02	0.8956
TEMP	1	440.380952	1.52	0.0218
PERÍODO*LUZ	5	152.930952	0.53	0.7561
PERÍODO*TEMP	5	143.163095	0.49	0.7815
LUZ*TEMP	1	8.595238	0.03	0.8634

TABELA 50. Análise de variância da luminosidade para a geléia com casca.

Variável dependente: L_{Hunter}				
Fonte	GL	Q.M.	F	Pr>F
Modelo	27	12.6520169312	12.40	0.0001
Resíduo	56	1.020411701		
DIA	6	47.0884848175	46.15	0.0001
TEMP	1	4.8191905	54.72	0.0340
LUZ	1	6.11280476	65.99	0.0175
DIA*LUZ	6	3.6811190	5.3.61	0.0043
TEMP*LUZ	1	1.5853761	91.55	0.2178
DIA*TEMP*L	6	1.1309595	21.11	0.3692

TABELA 51 Análise de variância da luminosidade para a geléia com casca em condições ambientais

Variável dependente: L_{Hunter}				
Fonte	GL	Q.M.	F	Pr>F
Modelo	6	14.03561561	19.30	0.0001
Resíduo	14	0.72739524		
DIA	6	14.03561561	19.30	0.0001

TABELA 52. Análise de variância da luminosidade para a geléia sem casca

Variável dependente: L_{Hunter}				
Fonte	GL	Q.M.	F	Pr>F
Modelo	27	8.43890247	6.81	0.0001
Resíduo	56	1.23844666		
DIA	6	11.01983333	38.90	0.0001
TEMP	1	54.95051905	44.37	0.0001
LUZ	1	27.77250000	22.42	0.0001
DIA*TEMP	6	9.96061905	58.04	0.0001
DIA*LUZ	6	1.90542222	21.54	0.1826
TEMP*LUZ	1	3.04000476	2.45	0.1228
DIA*TEMP*L	6	0.79534921	0.64	0.6960

TABELA 53. Análise de variância da luminosidade para a geléia sem casca em condições ambientais

Variável dependente: L_{Hunter}				
Fonte	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	6	1.55002698	1.70	0.1935
Resíduo	14	0.91158095		
DIA	6	1.55002698	1.70	0.1935

TABELA 54. Análise de variância da cor vermelha para a geléia com casca

Variável dependente: ^aHunter

Fonte	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	52.2716166	133.800	0.0001
Resíduo	56	0.3906738		
DIA	6	207.2446246	530.48	0.0001
TEMP	1	123.2749714	315.54	0.0001
LUZ	1	1.5093762	3.86	0.0543
DIA*TEMP	6	5.5655437	14.25	0.0001
DIA*LUZ	6	0.6582595	1.68	0.1417
TEMP*LUZ	1	4.3248048	11.07	0.0016
DIA*TEMP*LUZ	6	0.2356548	0.60	0.7266

TABELA 55 Análise de variância da cor vermelha para a geléia com casca, estocada em condições ambientais

Variável ^aHunter

Fonte:	GL	Q.M.	F	Pr>F
Modelo	6	45.58403016	290.00	0.0001
Resíduo	14	0.15718571		
DIA	6	45.58403016	290.00	0.0001

TABELA 56. Análise de variância da cor vermelha para a geléia sem casca

Variável dependente: a_{Hunter}

Fonte	GL	Q.M.	F	Pr>F
Modelo	27	1.31608995		13.13 0.0001
Resíduo	56	0.10027262		
DIA	6	42.71199087		27.05 0.0001
TEMP	1	8.80761905	87.84	0.0001
LUZ	1	2.08057619	20.75	0.0001
DIA*TEMP	6	1.18833849	11.85	0.0001
DIA*LUZ	6	0.12545119	1.25	0.2948
TEMP*LUZ	1	0.04857619	0.48	0.4893
DIA*TEMP*L	6	0.07382897	0.74	0.6225

TABELA 57. Análise de variância da cor vermelha para a geléia sem casca em condições ambientais

Variável dependente: a_{Hunter}

Fonte	GL	Q.M.	F	Pr>F
Modelo	6	0.23305397		3.99 0.0155
Resíduo	14	0.05842857		
DIA	6	0.23305397		3.99 0.0155

TABELA 58. Análise de variância da cor amarela para o produto com casca

Varável dependente: b_{Hunter}

Fonte	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	13.95048730	20.05	0.0001
Resíduo	56	0.69594405		
LUZ	1	3.56297619	5.12	0.0276
DIA*TEMP	6	4.43802341	6.38	0.0001
DIA*LUZ	6	0.24756786	0.36	0.9036
TEMP*LUZ	1	4.47124286	6.42	0.0141
DIA*TEMP*L	6	0.41372341	0.59	0.7334

TABELA 59. Análise de variância da cor amarela para o produto com casca em condições ambientais

Variável dependente: b_{Hunter}

Fonte	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	6	0.23305397	3.99	0.0155
Resíduo	14	0.05842857		
DIA	6	0.23305397	3.99	0.0155

TABELA 60. Análise de variância da cor amarela para a geléia sem casca

Variável dependente: ^b Hunter				
Fonte	GL	Q.M.	F	Pr>F
Modelo	27	14.78906526	20.08	0.0001
Resíduo	56	0.73647381		
DIA	6	121.8612943	29.68	0.0001
TEMP	1	53.69601905	72.91	0.0001
LUZ	1	143.52428571	194.88	0.0001
DIA*TEMP	6	5.53247183	7.51	0.0001
DIA*LUZ	6	4.69652183	6.38	0.0001
TEMP*LUZ	1	4.24350476	5.76	0.0197
DIA*TEMP*L	6	0.88320198	1.20	0.3203

TABELA 61. Análise de variância da cor amarela para a geléia sem casca estocada em condições ambientais

Variável dependente: ^b Hunter				
Fonte	GL	Q.M.	F	Pr>F
Modelo	6	1.78190000	3.55	0.0237
Resíduo	14	0.50137619		
DIA	6	1.78190000	3.55	0.0137

TABELA 62. Análise de variância da consistência para a geléia com casca

Variável dependente: consistência (g/cm ²)				
Fonte	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	302.4865417	25.72	0.0001
Resíduo	224	11.763035		
DIA	6	1236.1129101	105.08	0.0001
LUZ	1	99.1889286	8.43	0.0041
TEMP	1	152.6000397	12.97	0.0004
LUZ*DIA	6	27.8919841	2.37	0.0306
TEMP*DIA	6	30.6332804	2.60	0.0185
TEMP*LUZ	1	52.5714683	4.47	0.0356
TEMP*LUZ*DIA	1	15.8245238	1.35	0.2381

TABELA 63. Análise de variância da consistência para a geléia sem casca

Variável dependente: consistência (g/cm ²)				
Fonte	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	118.8323398	14.38	0.0001
Resíduo	224	8.2661210		
DIA	6	420.249788	50.84	0.0001
LUZ	1	89.2857143	10.80	0.0012
TEMP	1	8.7658730	1.06	0.3042
LUZ*DIA	1	17.8512698	2.16	0.0479
TEMP*DIA	6	21.0699471	2.55	0.0208
TEMP*LUZ	1	64.6101587	7.82	0.0056
TEMP*L*DIA	1	48.4642328	5.86	0.0001

TABELA 64. Análise de variância da adesividade para a geléia de jambo com casca

Variável dependente: adesividade (g/cm ²)				
Fonte	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	8.29311581	5.49	0.0001
Resíduo	224	1.50984127		
DIA	6	30.98328042	20.52	0.0001
TEMP	1	12.98349206	8.60	0.0037
LUZ	1	0.00396825	0.00	0.9592
LUZ*DIA	6	0.66452381	0.44	0.8515
TEMP*DIA	6	0.98330688	0.65	0.6891
TEMP*LUZ	1	3.86285714	2.56	0.1111
TEMP*LUZ*DIA	6	1.87952381	1.24	0.2844

TABELA 65. Análise de variância da adesividade para a geléia sem casca

Variável dependente: adesividade (g/cm ²)				
Fonte	GL	Q.M.	F	Pr>F
Modelo	27	81016.8469532	4.38	0.0001
Resíduo	224	3.8440575		
DIA	6	60.59124339	15.76	0.0001
TEMP	1	2.34321429	0.61	0.4358
LUZ	1	5.22892857	1.36	0.244
LUZ*DIA	6	5.74476190	1.49	0.1810
TEMP*DIA	6	6.00497354	1.56	0.1593
TEMP*LUZ	1	3.36035714	0.87	0.3508
TE*LUZ*DIA	6	1.64822751	0.43	0.8593

TABELA 66. Análise de variância da vitamina C para a geléia com casca.

Variável dependente: vitamina C				
Fonte de variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	19	1.01208035	3.43	0.0005
Resíduos	40	0.29478167		
TEMPO	4	3.03022750	10.28	0.0001
TEMP	1	0.96266667	3.27	0.0783
TEMPO*TEMP	4	1.00212917	3.40	0.0174
LUZ	1	0.36504000	1.24	0.2724
TEMPO*LUZ	4	0.30645250	1.04	0.3989
TEMP *LUZ	1	0.32560667	1.10	0.2996
TEMPO*TEMP*L	4	0.05524417	0.19	0.9436

TABELA 67. Análise de variância da vitamina C para a geléia sem casca.

Variável dependente: vitamina C				
Fonte de variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	19	0.58808939	2.16	0.0200
Resíduos	40	0.27205667		
TEMPO	4	1.53219333	5.63	0.0011
TEMP	1	1.91173500	7.03	0.0114
TEMPO*TEMP	4	0.39918500	1.47	0.2302
LUZ	1	0.00308167	0.01	0.9158
TEMPO*LUZ	4	0.05935667	0.22	0.9268
TEMP*LUZ	1	0.61004167	2.24	0.1421
TEMPO*TEMP*LUZ	4	0.17147500	0.63	0.6437

TABELA 68. Análise de variância da antocianina para a geléia com casca

Variável dependente: antocianina				
Fonte de variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	10.72204105	195.12	0.0001
Resíduos	56	0.05495238		
TEMPO	6	44.0846861	802.23	0.0001
TEMP	1	15.7473440	286.56	0.0001
TEMPO*TEMP	6	0.7911051	14.40	0.0001
LUZ	1	1.7400964	31.67	0.0001
TEMPO*LUZ	6	0.1508631	2.75	0.0207
TEMP*LUZ	1	0.2731440	4.97	0.0298
TEMPO*TEMP*L	6	0.2624329	4.78	0.0005

TABELA 69. Análise de variância da antocianina para a geléia com casca, estocada em condições ambientais.

Variável dependente: antocianina				
Fonte de variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	6	11.38463175	84.63	0.0001
Resíduos	14	0.13452381		
TEMPO	6	11.38463175	84.63	0.0001

TABELA 70. Análise de variância dos açúcares redutores para a geléia com casca.

Variável dependente: açúcares redutores				
Fonte de variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	48.71125	37.59	0.0001
Resíduos	56	1.29584		
TEMPO	6	164.1722158	126.69	0.0001
TEMP	1	230.6080047	177.96	0.0001
TEMPO*TEMP	6	7.6207658	5.88	0.0001
LUZ	1	1.4457190	1.12	0.2954
TEMPO*LUZ	6	4.0137579	3.10	0.0109
TEMP*LUZ	1	2.0931857	1.62	0.2090
TEMPO*TEM*L	6	4.3694079	3.37	0.0066

TABELA 71. Análise de variância dos açúcares redutores para a geléia sem casca

Variável dependente: açúcares redutores				
Fonte de variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	46.4998432	48.60	0.0001
Resíduos	56	0.9567631		
TEMPO	6	158.20671786	165.36	0.0001
TEMP	1	251.50741071	262.87	0.0001
TEMPO*TEMP	6	8.62423294	9.01	0.0001
LUZ	1	0.44734405	0.47	0.4969
TEMPO*LUZ	6	0.24769849	0.26	0.9536
TEMP*LUZ	1	0.08872500	0.09	0.7619
TEMPO*TEMP*L	6	0.16340833	0.17	0.9836

TABELA 72. Análise de variância da acidez total para a geléia com casca.

Variável dependente: acidez total				
Fonte de variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	0.00005003	0.35	0.9981
Resíduos	56	0.00014405		
TEMPO	6	0.00004980	0.35	0.9094
TEMPE	1	0.00003601	0.25	0.6190
TEMPO*TEMPE	6	0.00002282	0.16	0.9865
LUZ	1	0.00021696	1.51	0.2249
TEMPO*LUZ	6	0.00002599	0.18	0.9811
TEMPE*LUZ	1	0.00005030	0.35	0.5570
TEMPO*TEMPE*L	6	0.00007599	0.53	0.7850

TABELA 73. Análise de variância da acidez total para a geléia sem casca.

Variável dependente: acidez total				
Fonte de variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	0.00015631	0.50	0.9740
Resíduos	56	0.00031250		
TEMPO	6	0.00021171	0.68	0.6683
TEMPE	1	0.00002976	0.10	0.7588
TEMPO*TEMPE	6	0.00029226	0.94	0.4772
LUZ	1	0.00005833	0.19	0.6674
TEMPO*LUZ	6	0.00006111	0.20	0.9768
TEMPE*LUZ	1	0.00001071	0.03	0.8538
TEMPO*TEMPE*L	6	0.00012183	0.39	0.8825

TABELA 74. Análise de variância do pH para a geléia com casca.

Variável dependente: pH

Fonte de variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	0.00004921	0.96	0.5317
Resíduos	56	0.00005119		
TEMPO	6	0.00006865	1.34	0.2546
TEMPE	1	0.00011905	2.33	0.1329
TEMPO*TEMPE	6	0.00004960	0.97	0.4547
LUZ	1	0.00000476	0.09	0.7615
TEMPO*LUZ	6	0.00005198	1.02	0.4247
TEMPE*LUZ	1	0.00000476	0.09	0.7615
TEMPO*TEMPE*L	6	0.00002976	0.58	0.7436

TABELA 75. Análise de variância do pH para a geléia sem casca.

Variável dependente: pH

Fonte de variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	0.00003964	1.01	0.4739
Resíduos	56	0.00003929		
TEMPO	6	0.00001587	0.40	0.8733
TEMPE	1	0.00009643	2.45	0.1228
TEMPO*TEMPE	6	0.00004365	1.11	0.3676
LUZ	1	0.00000119	0.03	0.8624
TEMPO*LUZ	6	0.00005397	1.37	0.2412
TEMPE*LUZ	1	0.00000119	0.03	0.8624
TEMPO*TEMPE*L	6	0.00004841	1.23	0.3039

TABELA 76. Análise de variância do °Brix para a geléia com casca.

Variável dependente: °Brix

Fonte de variacao	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	0.00968254	2.90	0.0004
Resíduos	56	0.00333333		
TEMPO	6	0.00523810	1.57	0.1726
TEMPE	1	0.00000000	0.00	1.0000
TEMPO*TEMPE	6	0.01055556	3.17	0.0096
LUZ	1	0.02333333	7.00	0.0106
TEMPO*LUZ	6	0.00444444	1.33	0.2579
TEMPE*LUZ	1	0.00190476	0.57	0.4529
TEMPO*TEMPE*L	6	0.01912698	5.74	0.0001

TABELA 77. Análise de variância do °Brix para a geléia sem casca.

Variável dependente: °Brix

Fonte de variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	0.00511464	2.05	0.0120
Resíduos	56	0.00250000		
TEMPO	6	0.00634921	2.54	0.0303
TEMPE	1	0.00190476	0.76	0.3865
TEMPO*TEMPE	6	0.01023810	4.10	0.0018
LUZ	1	0.00047619	0.19	0.6642
TEMPO*LUZ	6	0.00325397	1.30	0.2716
TEMPE*LUZ	1	0.00047619	0.19	0.6642
TEMPO*TEMPE*L	6	0.00269841	1.08	0.3859

TABELA 78. Análise de variância da sinérese para a geléia com casca

Variável Dependente: Sinérese

Fonte de Variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	0.77733686	1.39	0.1487
Resíduos	56	0.55952381		
TEMPO	6	1.09523810	1.96	0.0874
TEMPE	1	3.44047619	6.15	0.0162
TEMPO*TEMPE	6	0.30158730	0.54	0.7763
LUZ	1	0.96428571	1.72	0.1946
TEMPO*LUZ	6	0.82539683	1.48	0.2035
TEMPE*LUZ	1	0.10714286	0.19	0.6634
TEMPO*TEMP*L	6	0.52380952	0.94	0.4766

TABELA 79. Análise de variância da sinérese para a geléia sem casca.

Variável Dependente: Sinérese

Fonte de variação	GL	Q.M	F	Pr>F
Modelo	27	0.88712522	1.66	0.0560
Resíduos	56	0.53571429		
TEMPO	6	1.79761905	3.36	0.0068
TEMPE	1	3.04761905	5.69	0.0205
TEMPO*TEMPE	6	0.24206349	0.45	0.8406
LUZ	1	0.42857143	0.80	0.3749
TEMPO*LUZ	6	0.90079365	1.68	0.1426
TEMPE*LUZ	1	0.00000000	0.00	1.0000
TEMPO*TEMP*L	6	0.47222222	0.88	0.5146
