

ESTUDO TECNOLÓGICO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E
QUÍMICA DA CARAMBOLA (*Averrhoa carambola*, L.)

MARIA NILKA DE OLIVEIRA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1988

Esta dissertação foi submetida a exame como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Maria Nilka de Oliveira

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 04/07/88

Prof. Luciano Flávio Frota de Holanda
- Orientador -

Prof. Geraldo Arraes Maia

Profª Zuleica Braga de Lima Guedes

Prof. Antônio Cláudio Lima Guimarães

Prof. Raimundo Wilane de Figueiredo

Aos meus pais
NELSON e FRANCISCA PAULA
"in memorian"

Ao meu esposo
ANDRÉ
pelo amor e paciência

Aos meus irmãos e irmãs
pelo incentivo

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Professor LUCIANO FLÁVIO FROTA DE HOLANDA, pela orientação criteriosa sempre presente e amizade dedicada durante todo o transcorrer do Curso de Mestrado, e principalmente no período de desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor e então Presidente da empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE), GERALDO ARRAES MAIA, pelo apoio permanente, sugestões e matéria-prima empregada no desenvolvimento deste trabalho.

À Professora ZULEICA BRAGA DE LIMA GUEDES, pela amizade, sugestões e idéias prestadas sempre que necessárias.

Ao Professor ANTÔNIO CLÁUDIO LIMA GUIMARÃES, pela amizade, apoio e atenção dispensados.

Ao Professor RAIMUNDO WILANE DE FIGUEIREDO, pelo interesse, amizade e sugestões apresentadas.

À UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ e à COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES), pela oportunidade e apoio financeiro concedidos para a realização do Curso de Mestrado.

Ao Professor EDSON PAULA NUNES, pela classificação botânica do fruto utilizado.

Ao Professor JOSÉ JÚLIO DA PONTE, pela colaboração na revisão bibliográfica dos aspectos fitopatológicos.

Ao LABORATÓRIO DE ESTATÍSTICA E MATEMÁTICA APLICADA (LEMA), pela orientação estatística tão bem direcionada.

À Dr^a ELIANA COSTA SOARES e Dr^a-SILVANA GOMES SARMENTO, pela amizade, ajuda e sugestões prestadas.

A todos os professores e colegas do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, e também às colegas do Laboratório da Fábrica Escola do mesmo Curso, LILIANA COSTA SOARES, MARIA ELMA DE CARVALHO, FRANCISCA LÚCIA PEREIRA DOS SANTOS, EVÂNIA ALTINA MENDONÇA TEIXEIRA, VANDIRALVES DO NASCIMENTO, pelo estímulo, companheirismo e amizade dispensados.

Aos demais colegas que não foram citados, cujas sugestões engrandeceram este trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	<u>Página</u>
<u>LISTA DE TABELAS</u>	ix
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	xiv
<u>RESUMO</u>	xvii
<u>ABSTRACT</u>	xviii
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 - <u>Origem e distribuição</u>	2
2.2 - <u>Descrição botânica</u>	2
2.3 - <u>Variedades</u>	5
2.4 - <u>Sinonimia nacional e estrangeira</u>	5
2.5 - <u>Aspectos culturais</u>	6
2.6 - <u>Aspectos fisiológicos</u>	8
2.7 - <u>Aspectos parasitológicos</u>	10
2.7.1 - <u>Doenças</u>	10
2.7.2 - <u>Pragas</u>	12
2.8 - <u>Utilização da carambola</u>	13
2.8.1 - <u>Emprego alimentício</u>	13
2.8.2 - <u>Emprego medicinal</u>	14
2.9 - <u>Características físicas do fruto</u>	15
2.10 - <u>Composição</u>	16
2.11 - <u>Aspectos tecnológicos</u>	32
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	34
3.1 - <u>Material</u>	34
3.2 - <u>Métodos</u>	34
3.2.1 - <u>Determinações físicas</u>	34
3.2.1.1 - <u>Dimensões</u>	34
3.2.1.2 - <u>Pesos</u>	35
3.2.1.3 - <u>Volume</u>	35
3.2.1.4 - <u>Densidade</u>	35
3.2.1.5 - <u>Rendimento</u>	35
3.2.2 - <u>Determinações físico-químicas e químicas da polpa</u>	35
3.2.2.1 - <u>Potencial hidrogeniônico (pH)</u>	36
3.2.2.2 - <u>Sólidos solúveis (°Brix)</u>	36
3.2.2.3 - <u>Acidez titulável total</u>	36

	<u>Página</u>
3.2.2.4 - Relação Brix/Acidez	36
3.2.2.5 - Glicídios redutores, em glicose %	37
3.2.2.6 - Glicídios não redutores, em sacarose %	38
3.2.2.7 - Glicídios totais (%)	39
3.2.2.8 - Amido	39
3.2.2.9 - Umidade	40
3.2.2.10 - Proteína	40
3.2.2.11 - Extrato etéreo	41
3.2.2.12 - Fibra	42
3.2.2.13 - Cinza	42
3.2.2.14 - Minerais	43
3.2.2.14.1 - Cálcio	43
3.2.2.14.2 - Ferro	44
3.2.2.14.3 - Fósforo	45
3.2.2.15 - Ácido ascórbico	45
3.2.2.15.1 - Reagentes	45
3.2.2.15.2 - Procedimento	46
3.2.2.16 - Taninos	47
3.2.2.16.1 - Curva padrão	47
3.2.2.16.1.1 - Reagentes especiais	47
3.2.2.16.1.2 - Preparo da curva padrão	48
3.2.2.17 - Pectina	48
3.2.3 - Processamento do néctar e geléia de carambola (<i>Averrhoa carambola</i> , L.)	48
3.2.3.1 - Obtenção do néctar	48
3.2.3.2 - Obtenção da geléia	50
3.2.4 - Análises físico-químicas e químicas dos néctares e geléia de carambola	53
3.2.4.1 - Potencial hidrogeniônico (pH)	53
3.2.4.2 - Sólidos solúveis (°Brix)	54
3.2.4.3 - Acidez titulável total	54
3.2.4.4 - Glicídios redutores, em glicose %	54
3.2.4.5 - Glicídios não redutores, em sacarose %	54
3.2.4.6 - Glicídios totais (%)	54
3.2.4.7 - Ácido ascórbico (Vitamina C)	54
3.2.4.8 - Pigmentos solúveis em água	55

	<u>Página</u>
3.2.5 - Análise sensorial dos néctares e geléias	55
3.2.6 - Análise estatística	57
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	61
4.1 - <u>Medidas físicas e rendimento</u>	61
4.2 - <u>Determinações físico-químicas e químicas da polpa</u>	67
4.3 - <u>Análise da estabilidade dos produtos processados</u>	74
4.3.1 - Néctar	74
4.3.2 - Geléia	106
4.4 - <u>Análise sensorial dos produtos elaborados</u>	128
4.4.1 - Néctar	128
4.4.2 - Geléia	131
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	133
6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	134

LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
01 Adubação para o plantio e desenvolvimento da caramboleira, segundo o GUIA RURAL (1986) ...	7
02 Medidas físicas e conteúdo de sementes de carambolas e cultivares estudados	16
03 Composição da carambola conforme alguns autores em g/100g de produtos fresco	17
04 Composição centesimal e Vitamina C	18
05 Percentagem relativas aos principais ácidos graxos na carambola (<i>Averrhoa carambola</i> , L.) e Nêspora japonesa (<i>Eriobotrya japonica</i> , L.).	19
06 Percentagens relativas aos esteróis desmetilados na carambola e nêspora	20
07 Peso, sólidos, proteína e composição de aminoácidos de alguns frutos tropicais	21
08 Aminoácidos contidos (g/100g) do total de aminoácidos recomendados) em alguns frutos tropicais	22
09 Percentagens relativas de carboidratos saturados e insaturados presentes na carambola	23
10 Constituintes voláteis identificados no extrato de carambola	24
11 Conteúdo de ácido oxálico de alguns cultivares de carambola e espinafre	27
12 Valores de ácido ascórbico (VItamina C) na carambola	28

TABELA

Página

13	Caracterização e distribuição quantitativa dos carotenóides da carambola, cultivar "Golden Star"	29
14	Enzimas presentes na carambola determinados por análises quantitativas	30
15	Análise de pectina extraída da carambola	32
16	Partes consideradas refugos e seus percentuais em alguns frutos tropicais	33
17	Formulações 1 e 2 do néctar conservado por baixa e alta temperatura	49
18	Formulações da geléia de carambola	53
19	Medidas físicas obtidas de 100 frutos maduros da caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i> , L.), es- colhidos ao acaso	62
20	Resultados estatísticos descritivos das medi- das físicas realizadas em 100 frutos da caram- boleira (<i>Averrhoa carambola</i> , L.)	66
21	Rendimento em laboratório das partes consti- tuíntes do fruto da caramboleira	68
22	Rendimento em escala piloto das partes consti- tuíntes do fruto da caramboleira	68
23	Resultado das análises físico-químicas e quí- mica da polpa da carambola (<i>Averrhoa carambola</i> , L.)	69
24	Conteúdo da fração fibra presente em alguns frutos tropicais	71
25	Vitaminas presentes na carambola, variedades amarela e branca	72
26	Classificação dos frutos de acordo com seus percentuais em cálcio, fósforo e ferro	73

TABELA

27	Resultado das determinações físico-químicas e químicas do néctar de carambola (Formulação 1), preservado por baixa temperatura	75
28	Resultado das determinações físico-químicas e químicas do néctar de carambola (Formulação 2), preservado por baixa temperatura	76
29	Resultado das determinações físico-químicas e químicas do néctar de carambola (Formulação 1) por alta temperatura	77
30	Resultado das determinações físico-químicas e químicas do néctar de carambola (Formulação 2) preservado por alta temperatura	78
31	Quadro da análise de variância dos valores de pH, referentes aos néctares de carambola, preservado por tratamento térmico (frio e calor) e armazenados por 120 dias	81
32	Resultado do teste de DUNCAN a nível de 5% e 1% de significância referente ao pH dos néctares	81
33	Quadro da análise de variância dos valores referentes à acidez titulável total (ácido cítrico %) dos néctares de carambola preservados por tratamento térmico (frio e calor) e armazenados por 120 dias	86
34	Quadro da análise de variância dos teores de ácido ascórbico (g/100g) contidos nos néctares de carambola, submetidos a tratamento térmico (frio e calor) e estocados por 120 dias.	88
35	Quadro da análise de variância dos valores obtidos em pigmentos solúveis em água (transmitância %) nos néctares de carambola, preservados pelo frio e calor e estocados por 120 dias	93

TABELA

36	Quadro da análise de variância para os glicídios redutores (em glicose %) nos néctares de carambola, preservados pelo frio e calor, e armazenados durante 120 dias	96
37	Quadro da análise de variância referente ao teor de glicídios não redutores (em sacarose %) nos néctares de carambola, preservados à quente ("hot pack") e a frio, e estocados durante 120 dias (dados transformados para arc √%)	100
38	Quadro da análise de variância referente aos teores de glicídios totais (%) nos néctares de carambola, preservados a frio e a quente ("hot pack") e armazenados durante 120 dias (dados transformados para arc sen √%)	103
39	Resultado das determinações físico-químicas e químicas da geléia de carambola (Formulação 1) .	107
40	Resultado das determinações físico-químicas e químicas da geléia de carambola (Formulação 2) .	108
41	Quadro da análise de variância referente ao pH das geléias de carambola armazenadas por 120 dias	111
42	Relação entre o potencial hidrogeniônico (pH) e sólidos solúveis (°Brix) na formação do gel.	113
43	Quadro da análise de variância referente ao teor de sólidos solúveis (°Brix) presentes nas geléias de carambola as quais foram armazenadas por 120 dias	114

TABELA

44	Quadro da análise de variância (*) referente ao conteúdo da acidez titulável total (em ácido tartárico %) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias	117
45	Quadro da análise de variância referente aos teores de ácido ascórbico (mg/100g) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias	119
46	Quadro da análise de variância referente ao conteúdo de glicídios redutores (em glicose %) presentes nas geléias de carambola, armazeadas por 120 dias	122
47	Quadro da análise de variância referente aos teores de glicídios totais (%) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias	124
48	Quadro da análise de variância referente aos valores de pigmentos solúveis em água (transmitância %) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por um período de 120 dias	127
49	Notas atribuídas pelos provadores para os néctares de carambola quanto ao sabor. Início do experimento	129
50	Notas atribuídas pelos provadores aos néctares de carambola, quanto ao sabor. Final do experimento (com 120 dias de armazenamento) .	130
51	Valores atribuídos pelos provadores às duas formulações das geléias de carambola	132

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1 Desenho do fruto da caramboleira	4
2 Fluxograma de obtenção dos néctares de carambola (<i>Averrhoa carambola</i> , L.), conservado por baixa e alta temperatura	51
3 Fluxograma de obtenção da geléia de carambola (<i>Averrhoa carambola</i> , L.)	52
4 Ficha utilizada na análise sensorial dos néctares e geléias de carambola (<i>Averrhoa carambola</i> , L.)	56
5 Variações no pH dos néctares de carambola, preservados por baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias	80
6 Variações dos sólidos solúveis (°Brix) nos néctares de carambola, preservados por baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias	83
7 Variações na acidez titulável total (ácido cítrico %) nos néctares de carambola, preservados por baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias	84
8 Variações nos conteúdos de ácido ascórbico (mg/100g) nos néctares de carambola, preservados por baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias	87

FIGURA

- 9 Variações nos conteúdos de ácido ascórbico (mg/100g) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias 89
- 10 Variações nos conteúdos de pigmentos solúveis em água (transmitância %) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias 90
- 11 Variações nos conteúdos de pigmentos solúveis em água (transmitância %) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias 91
- 12 Variações nos conteúdos de glicídios redutores (glicose %) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias 94
- 13 Variações nos conteúdos de glicídios redutores (glicose %) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias 95
- 14 Variações nos conteúdos de glicídios não redutores (sacarose %) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias. 98
- 15 Variações nos conteúdos de glicídios não redutores (sacarose %) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias. 99
- 16 Variações nos conteúdos de glicídios totais (%) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias 101

FIGURA

Página

17	Variações nos conteúdos de glicídios totais (%) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.....	102
18	Variações no pH das geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias	109
19	Variações nas taxas de sólidos solúveis (^o Brix) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias	112
20	Variações nas taxas da acidez titulável total (ácido tartárico %) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias	115
21	Variações nas taxas de ácido ascórbico (mg/100g) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias	118
22	Variações nas taxas de glicídios redutores (glucose %) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias	120
23	Variações nas taxas de glicídios totais (%) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias.	123
24	Variações nas taxas de pigmentos solúveis em água (transmitância %) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias	126

RESUMO

No Brasil ainda não existe uma cultura racional da carambola (*Averrhoa carambola*, L.), o que dificulta sua exploração industrial. Atualmente, a comercialização da referida fruta, tanto no país como no exterior, é limitada, face sua suscetibilidade a danos no transporte e sensibilidade às diversas temperaturas de estocagem.

A literatura pouco menciona trabalhos realizados com a carambola na área tecnológica, ficando quase que restrita às pesquisas no campo científico.

O presente trabalho desenvolveu estudo científico-tecnológico com a carambola, caracterizando-a física, físico-química e quimicamente, ao mesmo tempo que, processou-se produtos como néctar e geléia, os quais tiveram sua estabilidade verificada no período de 120 dias de armazenamento.

Através das determinações físico-químicas e químicas realizadas, observou-se que a carambola possui pH ácido (3,33); médios teores de sólidos solúveis (5,1 °Brix) e açúcares (4,07%); baixos conteúdos de proteína (0,43%), extrato etéreo (0,16%), fósforo (15,16mg de P₂O₅/100g) e ferro (0,4mg/100g), e taxas razoáveis de vitamina C (17,16mg/100g), cálcio (22,60mg/100g) e taninos (156,60mg/100g).

Os produtos elaborados demonstraram boa estabilidade no transcorrer do período de armazenagem. A estabilidade foi verificada logo após o processamento dos produtos e em intervalos de 30 dias, por um período de 120 dias, determinando-se o pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável total, ácido ascórbico, glicídios redutores, glicídios não redutores, glicídios totais e pigmentos solúveis em água.

ABSTRACT

Until this moment there is not in Brazil a racional cultivation of Carambold (*Averrhoa carambola*, L.) which makes it difficult for its industrial exploration. Presently the commercialization of this fruit, in the country and abroad, is limited due to its susceptibility to damage during transportation and to its sensibility to difference in storage temperature.

Specialized literature mentions very fero papers on Carambold in the area of technology being almost restricted to research in the scientific area.

The present paper developed a technological-scientific study on the Carambold providing its physical, physical-chemical and chemical characteristic and at the same time processing produts such as nectar and jelly which had their stability verified during a 120 days storage period.

Through the physical-chemical and chemical determinations it was observed that the Carambold presents an acid pH (3.33); average amount of soluble solids (5.1 °Brix) and sugars (4.07%); low contents of protein (0.43%), ether extract (0.16%), phosphorus (15.16mg of P₂O₅/100g) and iron (0.4mg/100g) and reasonable amounts of vitamin C (17.16mg/100g), calcium (22.60mg/100g) and tannins (156.60mg/100g).

The produts demonstrated good stability throughout the storage period. The stability was verified soon after the processing of the produts and in 30 days intervals for a period of 120 days determining the pH, soluble solids (°Brix), total acidity, ascorbic acid, reducing sugars, non-reducing sugars, total sugars and soluble pigments in water.

1 - INTRODUÇÃO

A carambola é um fruteira originária da Ásia e típica das regiões tropicais de ambos os hemisférios. É uma planta exótica, cultivada por quase todo o Brasil, com exceção das zonas mais frias. Seus frutos são mais consumidos "in natura" ou na forma de compota e doces caseiros.

No Brasil, a carambola (*Averrhoa carambola*, L.) foi introduzida em 1817, pelo agrônomo francês Paul Gérmain, que a trouxe da França para Pernambuco, de onde se espalhou para todo o litoral do país, ROTMAN (1984).

A fruta "in natura" é rica em vitamina C, contém quantidades razoáveis de vitaminas do complexo B, ácido oxálico, pectina, lipídios, esteróis e ácidos graxos, dentre os quais o palmítico, oléico, linoléico e linolênico. Devido a carambola ser uma fruta fibrosa, a mesma contribui para o aumento do peristaltismo intestinal, auxiliando, assim, a digestão dos alimentos. Segundo SANTOS (1985), acredita-se que, quando a fruta é consumida pela manhã, apresenta efeitos benéficos sobre doenças dos rins.

Por suas qualidades organolépticas e nutricionais, escolhemos a carambola para o nosso trabalho, cujo objetivo consiste no seu estudo tecnológico e de suas características físicas, fisico-químicas e químicas, com a elaboração de produtos, tais, como néctar e geléia, os quais foram preservados por diferentes métodos, sendo observada a estabilidade destes produtos no decorrer de 120 dias de armazenamento.

Atualmente, a comercialização da carambola, tanto no Brasil como nos Estados Unidos, é limitada. Pois ela é muito suscetível a danos no transporte e sensível às diversas temperaturas de estocagem. Mas, todos esses problemas poderiam ser controlados através de estudos, já que a aceitação do fruto no mercado, depende de seu flavor, textura e agentes nutricionais, é isto a carambola possui.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Origem e distribuição

Segundo CAVALCANTE (1974), a carambola, denominada scientificamente como *Averrhoa carambola*, L., é uma espécie asiática cultivada no trópico de ambos os hemisférios, oriental e ocidental, sendo mais ou menos comum por toda a região.

Corroborando o que foi escrito pelo autor anteriormente citado, SANTOS (1985) em seus estudos sobre esse fruto exótico, também concorda que a caramboleira é uma fruteira de clima tropical, originária da Ásia.

Acredita-se que a carambola, como outros frutos encontrados no Hawaii, seja nativa do Arquipélago Malaio e provavelmente trazida para a América há muito tempo atrás. A história de sua introdução no Hawaii não é conhecida, mas na verdade pode ter sido trazida do Sul da China por imigrantes chineses, ou ainda, pelos mercadores de sândalos daqueles tempos, MILLER et alii (1957).

Conforme ROTMAN (1984), a caramboleira foi introduzida em Pernambuco em 1817 por um francês, e de lá se espalhou por todo o litoral brasileiro.

Essa planta aclimatada desde há muito no Brasil, é bastante comum em nossos pomares e chácaras onde é cultivada, SANTOS (1985). É consenso geral, que a carambola é originária das regiões asiáticas e de lá distribuída por todas as zonas tropicais.

2.2 - Descrição botânica

A caramboleira (*Averrhoa carambola*) é uma planta de

pequeno porte, cuja altura máxima chega a 8 metros. Possui folhas caducas, alternadas, compostas e pinadas, que quando tocadas ou na obscuridade, fecham-se. Pertence à família das oxalidáceas, SANTOS (1985).

O fruto da caramboleira é uma baga ovóide ou oblonga, de 12cm por 8cm, com arestas longitudinais, fortemente salientes; casca, quando no fruto maduro, de cor amarelo-laranja ou âmbar, polpa abundante sucosa, bastante ácida, com elevado teor de oxalato de cálcio, CAVALCANTE (1974).

Segundo MILLER et alii (1957), a carambola é uma fruta de cor amarelo translúcido ou amarelo-esverdeado, com 4 a 5 polegadas de comprimento e cerca de 2 polegadas de diâmetro. Possui cinco saliências proeminentes, as quais fazem distintamente uma seção transversal em formato de estrela. Uma pele fina e cerosa, envolve uma polpa bastante suculenta e várias sementes lisas de cor marron.

As flores dessa fruteira são pequenas, amarelas ou purpurinas, e dispostas em rácimos. Seu fruto é uma baga oblongo-oval, de colorido amarelo-claro, possuindo 7 a 12cm de comprimento, cinco gomos salientes, com duas sementes pequenas, chatas e oblongas em cada lóculo, ou sem elas, SANTOS (1985).

A carambola é um fruto-baga de forma elíptica, de 7 a 12cm de comprimento, cor amarelo-esverdeado, possuindo 5 gomos salientes com duas pequenas sementes chatas e oblongas em cada lóculo. Seu sabor é agri-doce, LIMA et alii (1965).

A caramboleira está inserida no reino vegetal, na divisão **Angiospermae**, na classe **Ricotyledonese** na subclasse **Archichlamydeae** na ordem das **Geramiales** tem como família a **Oxalidaceae**, está no gênero da **Averrhoa**, sendo uma espécie **Averrhoa carambola**.*

* Classificação feita pelo herbário Prisco Bezerra, do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, sob nº 15.153.

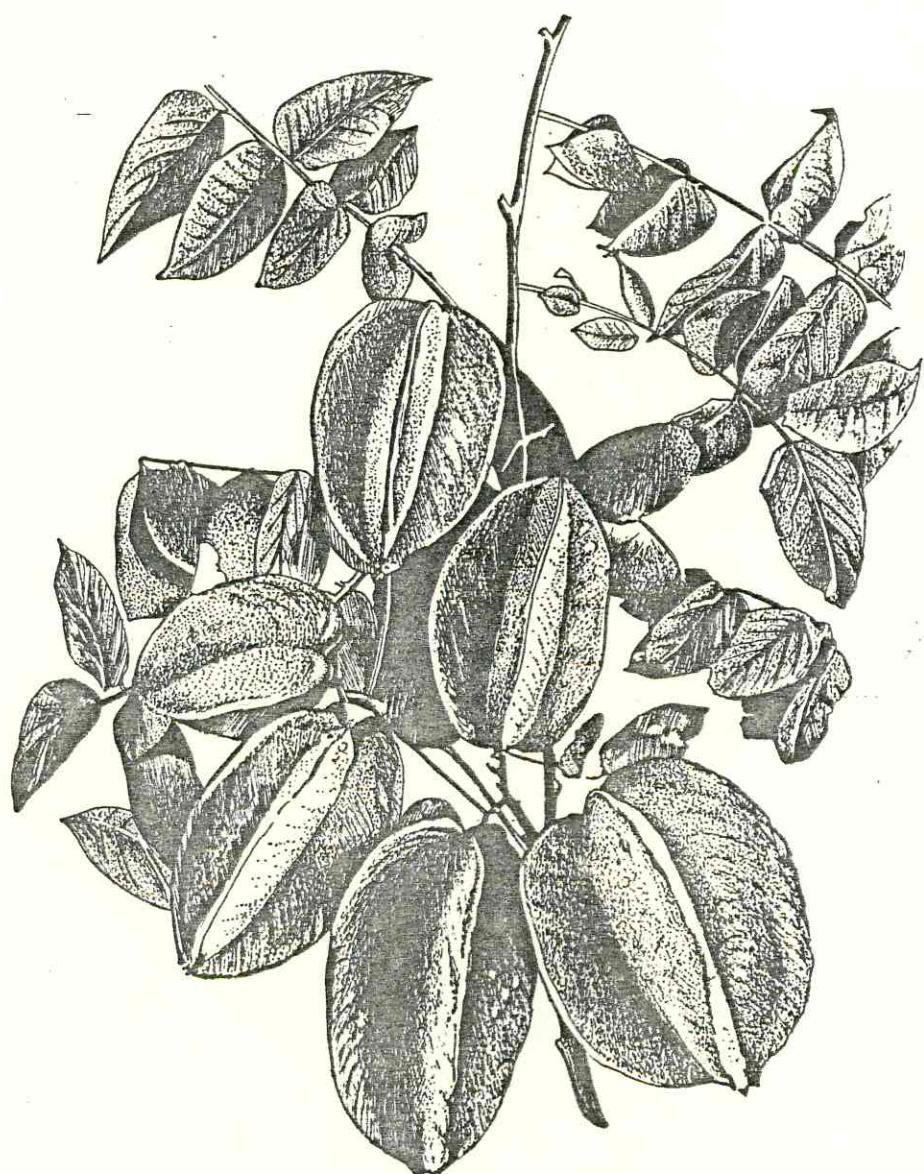


FIGURA 1 - Desenho do fruto da caramboleira.

2.3 - Variedades

Conforme MILLER et alii (1957), existem duas variedades dessa fruta, a carambola doce e a carambola ácida. Apesar de se diferenciarem quanto à variedade, ambas são completamente similares quanto ao "flavor".

Existem linhagens mais doces ou mais ácidas, estas últimas mais apropriadas para geléias e conservas. Uma das mais apreciadas é a carambola-passa, de cor e sabor semelhantes aos da ameixa-passa; SANTOS (1985).

Segundo HARLER (1983) citado por WILSON et alii (1985), o único fruto com formato de estrela varia na cor, do branco ao amarelo escuro. Sendo a variedade amarela mais comercial porque sua cor mais forte é mais atrativa ao consumidor. A variedade branca tem sido relatada por ser muito mais doce do que a variedade amarela.

As carambolas, da variedade amarela, de cor intensa, apresentam maior conteúdo de ácido ascórbico e oxálico, de acidez e sólidos solúveis, do que as carambolas da variedade branca, WAGNER et alii (1975) mencionado por WILSON et alii (1985).

De acordo com ROTMAN (1984), existem diversas variedades hortícolas de carambolas, de frutos maiores ou menores, de cor mais escura ou mais clara, desde o verde-claro até o amarelo-ouro.

Nas pesquisas elaboradas por NORDBY & HAU (1979), sobre determinações de lipídios em frutos tropicais, foram utilizadas 5 variedades diferentes denominadas "cultivar" 37, 44, 42, 17 e Tean Ma.

2.4 - Sinonímia nacional e estrangeira

Segundo ROTMAN (1984), a carambola é uma fruta presente nas diversas regiões tropicais e, portanto, conhecida

por diversas designações. Dentre as muitas, a seguir temos algumas:

BRASIL	- Carambola
ANGOLA	- Cameranga
INGLATERRA	- Caramba
ESTADOS UNIDOS	- Carambo
ESPAÑHA	- Carambolero
FRANÇA	- Carambolier
ÍNDIA	- Karamanga
CAMBODJA	- Spu
SRI LANKA	- Taniaria

2.5 - Aspectos culturais

Conforme CAVALCANTE (1974), a caramboleira tem crescimento rápido, mesmo em solos pobres, frutificando com 3-4 anos, dando frutos quase o ano inteiro, ocasionalmente aparecem nas feiras.

A caramboleira pode ser cultivada em solos que vão do arenoso ao argiloso, em climas quentes e úmidos, GUIA RURAL ABRIL (1986).

A caramboleira pode ser multiplicada por sementes, por mergulhia, por alporquia e por enxertia. Quando se utilizam sementes na propagação, estas devem ser plantadas em covas grandes e bem adubadas, SANTOS (1985).

Conforme o GUIA RURAL ABRIL (1986), as plantas oriundas de sementes começam a frutificar no terceiro ano.

De acordo com SANTOS (1985), a caramboleira se desenvolve lentamente, começando a frutificar no terceiro ou quarto ano de plantio. Quando já adulta, frutifica fartamente. Procedendo-se à colheita no fim do verão.

A propagação da caramboleira é feita geralmente por sementes, com a utilização de sacos de plástico de 18x30cm.

Segundo o GUIA RURAL ABRIL (1986), o plantio ideal

deve ser feito durante a estação chuvosa, eliminando-se os sacos plásticos para não prejudicar as raízes.

Para o plantio, pode-se adotar espaçamento de 4x4 a 6x6cm dependendo da fertilidade do solo, em covas antecipadamente preparadas, SANTOS (1985).

Com relação ao espaçamento e coveamento, a distância entre as plantas varia de 3x4 a 6 metros. As covas devem medir 0,40x0,40x0,40m, GUIA RURAL ABRIL (1986).

Quanto aos tratos culturais, o GUIA RURAL ABRIL(1986), recomenda a utilização de capinas naturais ou mecânicas, bem como a poda dos ramos em excesso para arejar internamente a copa.

A adubação deve ser feita segundo a análise do solo, a qual precisa ser repetida pelo menos a cada quatro anos. De maneira geral, recomenda-se a adubação que se encontra na TABELA 1.

TABELA 1 - Adubação para o plantio e desenvolvimento da caramboleira, segundo o GUIA RURAL ABRIL (1986).

Fertilizantes	ESTERCO l (l)	SUPERFOSFATO SIMPLES (g)	CLORETO DE POTÁSSIO (g)	POTÁSSIO (g)	UREIA (g)
Adubação					
- Na cova (60 dias antes do plantio)	15 a 20l	300g	100g	-	-
- No 1º ano, depois do pegamento das mudas e no final da estação chuvosa	-	-	35g	-	55g
- No 2º ano, no início e final do período das chuvas	-	220g	-	70g	65g
- Em pomares safreiros	-	300g	70g	-	120g

Segundo BALDINI et alii (1982), a maturação dos frutos está freqüentemente associada à mudança de textura ou amolecimento do fruto, resultante da ação enzimática da pectinase, poligalacturonase e celulase sobre a celulose presente na parede celular e, particularmente, sobre as substâncias

cias pécticas presentes na lamela média.

A carambola colhida no estado menos frágil, imatura, tende a deteriorar-se antes do desenvolvimento de uma coloração amarelo-ouro, OSLUND & DAVENPORT (1983).

Como todos os frutos, as carambolas chegam à maturidade fisiológica enquanto estão unidos à árvore. A maturação ou a continuação do desenvolvimento do fruto, transformando-o em fruto comestível, pode ocorrer depois que o mesmo é colhido da árvore, BALDINI et alii (1982).

VINES & GRIERSON (1966) citado por OSLUND & DAVENPORT (1983), reportaram brevemente em suas pesquisas sobre o manuseio e estudo fisiológico com carambolas, que estas possuem um tipo de respiração tipicamente climatérica.

O decréscimo na habilidade de amadurecimento da carambola depois de colhida, não segue o modelo padrão da auto-estimulação no aumento respiratório associado com frutos classificados como climatéricos, BIALE (1950), BIALE et alii (1954), COOMBE (1976), McGLOSSON (1970) e RHODES (1970).

Reforçando o que foi dito anteriormente, em pesquisa feita com relação à produção de estileno e de dióxido de carbono, no amadurecimento da carambola, OSLUND & DAVENPORT (1983), chegaram a conclusão de que a fruta é não climatérica.

De acordo com OSLUND & DAVENPORT (1983), a estrutura protuberante da carambola é frágil quando madura e, facilmente injuriada no manuseamento, assim reduzindo seu potencial comercial.

GRIERSON & VINES (1965) e VINES & GRIERSON (1966) citados por WILSON et alii (1982), estão de acordo com o que foi dito no parágrafo anterior e, ainda afirmam, que a estocagem da carambola requer temperaturas inferiores a 70°F, para manter ótimas suas qualidades durante seu transporte.

2.6 - Aspectos fisiológicos

Segundo PANTASTICO (1975), a taxa de respiração é um

bom índice de longevidade do fruto depois de colhido. A intensidade respiratória é considerada uma medida da taxa da qual o metabolismo está procedendo e como tal, muitas vezes, é considerado um potencial indicador do tempo de estocagem do fruto. Uma elevada taxa de respiração é geralmente associada com uma curta vida de estocagem.

Uma forma de distinguir um fruto climatérico de um não climatérico, se dá através da resposta do mesmo à aplicação de etileno, um gás naturalmente emanado pelos frutos, o qual tem um efeito intensificador sobre a respiração dos mesmos. BIALE (1954) mostrou que um fruto não climatérico reagirá ao tratamento com etileno em qualquer estágio de sua vida, quer seja antes ou depois da colheita, enquanto que um fruto climatérico exibirá uma resposta respiratória, somente se o etileno for aplicado durante o estágio pré-climatérico e, se tornará insensível ao tratamento com o gás, depois do início da elevação climatérica, PANTASTICO (1975).

Conforme OSLUND & DAVENPORT (1983), a exposição da carambola a vapores de etileno, parece ter pouco ou nenhum efeito indutivo no seu processo de amadurecimento. A curva de produção de etileno da carambola durante seu amadurecimento assemelha-se a da cereja e da uva, ambas descritas como frutos não climatéricos.

De acordo com PANTASTICO (1975), para os frutos climatéricos, a taxa de respiração é mínima na maturidade e permanece algum tempo constante, sendo inalterada depois da colheita. Somente quando o amadurecimento toma lugar, a taxa de respiração aumentará até um pico climatérico. Depois, a mesma declinará lentamente. Os frutos não climatéricos amadurecem na árvore. Se eles forem removidos da mesma antes de tornarem-se maduros, a taxa de respiração diminuirá lentamente.

A carambola é suscetível a injúrias quando transportadas e sensível a temperaturas diversas de estocagem. Comercialmente é um fruto limitado, WAGNER et alii (1975).

2.7 - Aspectos parasitológicos

Pouco tem sido feito em relação ao estudo parasitológico inerente a caramboleiras. No entanto, a literatura encontrada discerne sobre algumas doenças e pragas que atacam o fruto e sua planta. É o que veremos a seguir.

2.7.1 - Doenças

Segundo PONTE (1988), a antracnose também ataca a caramboleira, tendo como agente causal, o fungo *Glomerella cingulata* (*Colletotrichum gloeosporioides*, PENZ.). Em relação a esta árvore, a doença é de pouca expansão, pois sua ocorrência tem sido esparsa e leve. A sintomatologia da citada doença é traduzida através de uma infecção, que é mais comum e mais importante nos frutos, onde determina uma síndrome mais ou menos típica, induzindo apodrecimento e exteriorizando-se na forma de lesão escura, com tonalidades diversas, de vermelho-púrpura a negra, de tamanho pronunciado e contornos difusos e variados. A polpa da fruta, além de escurecida, torna-se flácida. A junção de duas ou mais lesões pode redundar no apodrecimento de todo ou quase todo o fruto. A superfície da lesão, percebe-se, em tempo úmido, uma mucilagem rosada, na qual estão embebidos os esporos do patógeno. Nas folhas aparecem manchas irregulares ou crestamentos, de aspecto seco e cor avermelhada. Nos ramos, as raras lesões são alongadas, envolventes e quase negras.

Com relação ao controle desta doença na caramboleira, aconselha-se atentar para colher os frutos quando "de vez", pois a infecção, no campo, só os atinge quando maduros. Depois de colhidos, os mesmos necessitam ser estocados em local limpo e arejado. Os ramos e folhas mais atacados devem ser periodicamente removidos, PONTE (1988).

Outra doença detectada é a cercosporiose, a qual é de

pouca importância sob o enfoque econômico, conquanto seja a mais comum dentre as escassas enfermidades já constatadas em carambola. Seu agente causal é o fungo *Cercospora oxalidiphila*, Speg. A sintomatologia da doença é observada nas folhas da caramboleira as quais são os únicos órgãos que podem ser infectados pelo patógeno, resultando de tal incidência a formação de manchas necróticas de contornos arredondados e tamanho pouco pronunciado (em média de 1 a 3mm de diâmetro). Têm coloração pardo-avermelhada ou vermelho púrpura, embora tal tonalidade sofra, depois, um leve esmaecimento, restrito apenas à parte central das lesões mais velhas. Um distinto halo clorótico aparece em torno da mancha. A queima de faixas extensas do limbo fica condicionada à associação de várias lesões, o que sucede quando elas são numerosas. Em tais casos, as folhas secam e caem prematuramente, PONTE (1988).

Para o controle da cercosporiose, PONTE (1988) repõe que o uso de fungicida é de todo desnecessário, dada a pouca expressividade da doença, em termos de reflexos sobre a produção. Recomenda-se sim, o arejamento da copa, mediante a poda de alguns ramos, a par da remoção das folhas mais atacadas, incluindo aquelas já tombadas ao solo, por força da infecção.

De conformidade com PONTE (1988), o feltro, uma doença provocada pelo fungo *Septobasidium pseudopedicellatum* Burt., ataca a caramboleira, estando o referido fungo presente na base das folhas, nos frutos e, com maior freqüência nos ramos, formando um revestimento denso e branco, constituído pelo entrelaçamento das hifas vegetativas. Posteriormente, o mofo ganha tonalidade acinzentada. O fungo mesmo não sendo parasita, poderá prejudicar a planta, dependendo da extensão da área por ele recoberta. Na verdade, o agente do feltro vive às expansas dos coceídeos que parasitam a planta, os quais são abundantemente encontrados sob o mofo.

Sendo o respectivo fungo subsidiário dos coceídeos que infestam a planta, PONTE (1988) reporta que o controle do feltro fundamenta-se no combate a tais insetos, o que se consegue mediante duas a quatro pulverizações com óleo mine-

ral ou outro defensivo adequado, em intervalos de 15 a 25 dias. A par disto, uma raspagem nos órgãos mais afetados, a fim de remover o mofo ali estabelecido.

Uma outra infecção que assola a caramboleira é a mancha de ficosticta, causada pelo fungo *Phyllosticta oxalidis* Sacc., cuja sintomatologia é privativa das folhas, onde a doença exprime-se através de manchas necróticas de cor marrom-clara ou palha, com forma predominantemente ovalada ou elíptica. Tais lesões são ordinariamente pequenas, de 1 a 3mm em regra, e no geral, pouco numerosas, razão pela qual os seus reflexos sobre a fotossíntese e a produção costumam ser irrelevantes. A rigor, são perfeitamente desnecessárias as medidas de controle, dado o caráter secundário da enfermidade. Quando muito, poder-se-ia recomendar uma poda de limpeza nas arvoretas enfermas, PONTE (1988).

Conforme MONTEIRO et alii (1978), os nematóides *Meloidogyne* sp e *Xiphinema elongatum* foram detectados em caramboleiras situadas na Ilha Solteira, localizada na divisa entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul.

2.7.2 - Pragas

A literatura também é escassa quando se refere às pragas observadas na caramboleira, entretanto SILVA et alii (1968) reportam a presença de vários insetos na mesma, os quais podem provocar vários danos na respectiva planta e em seus frutos, cujas espécies são alinhadas a seguir:

- *Selenothrips rubrocinctus* Giard, 1901, *Heliothrips rubrocinctus* Giard, 1901 - Trips do cacaueiro.
- *Hypselonotus interruptus* Hahn, 1821.
- *Theognis stigma* Herbst, 1784; *Leptoglossus stigma* Herbst 1784 - Percevejo das frutas.
- *Membracis foliata* L., 1767; *Membracis lunata* Fabr. 1787.

- *Duplasspidiotus marquesi* Lima, 1924; *Pseudaonidia mar* Lima, 1924.
- *Morganella Lengispina* Morgan, 1889; *Morganella maskelli* Cockerell, 1897.
- *Stenoma ocellea* Forbes, 1930 - Lagarta em caramboleira.
- *Chasmodia emarginata* Gyllenhal, 1817.
- *Lonchaea* spp. (S.L.).
- *Anastrepha* spp - bicho das frutas e mosca das frutas.
- *Anastrepha membrinpraecoptans* Sein, 1933; *Anastrepha fraterculus* var. *membrinpraecoptans* Sein, 1933; *Anastrepha* var *ligata* Lima, 1934 - Mosca do cajá.
- *Ceratitidis capitata* Wiedemann, 1824 - Mosca do Mediterrâneo.

O GUIA RURAL (1986) também reporta a ocorrência das moscas das frutas em caramboleiras, ressaltando que esta praga é a mais comum entre as mesmas, e que o seu controle é feito através de armadilhas luminosas e iscas.

2.8 - Utilização da carambola

2.8.1 - Emprego alimentício

A polpa aquosa da fruta tem um sabor agradável, sendo refrigerante, quando degustada no estado madura ou quando utilizada em "drinks" gelados. Entretanto, um desagradável e amargo "flavor" é desenvolvido quando a fruta ou o suco é cozido ou enlatado, MILLER et alii (1957).

O fruto é tido como matéria-prima predileta de refresco apreciado, devido seu sabor agri-doce, podendo ainda consumido na forma de geléia ou ao natural, LIMA et alii (1965).

De acordo com MILLER e outros (1957), embora a carambola contenha uma pequena quantidade de pectina, ela não é recomendada para se fazer geléia.

No entanto, CAMPBELL (1965) citado por OSLUND & DAVENPORT (1983), reporta que apesar da carambola ser considerada como um adorno para saladas e "drinks", a mesma também pode ser utilizada no feitio de geléias.

Segundo BALDINI et alii (1982), o fruto da caramboleira é comestível ao natural ou usado na fabricação de compotas ou geléias, mas ainda em estágio artesanal.

Desta forma, a carambola pode ser consumida "in natura" ("De vez"), a mesma é empregada no preparo de "pickles", CAVALCANTE (1974).

O que muitos desconhecem é que as flores da caramboleira são também comestíveis e, na culinária, são aproveitadas para preparar saladas, ROTMAN (1984).

A carambola madura, de coloração acentuada, bastante adocicada, sem deformações ou danos, bem lavadas e manuseadas convenientemente em utensílios de vidro, louça cerâmica ou ágata, produz um licor exótico e delicioso, BIBLIOTECA VIDA (1986).

A um só tempo, o suco da carambola é ácido e doce, de sabor agradável, sendo usado no preparo de refrigerantes. O mais extraordinário neste suco, entretanto, é a presença de uma substância aquosa, que serve para tirar das roupas as manchas causadas pela tinta de escrever. Outras manchas, de natureza diferente, são igualmente removidas com aplicação do suco de carambola, ROTMAN (1984).

2.8.2 - Emprego medicinal

Segundo SANTOS (1985), quando a carambola é consumida ao natural pela parte da manhã, apresenta efeito benéfico sobre doenças dos rins.

Conforme ALMEIDA & VALSECHIC (1966), BAILY (1961),

BENTON (1965), BRAGA (1976) e ÖCKERMAN (1978) citados por BALDINI et alii (1982), as carambolas possuem quantidades apreciáveis de carboidratos, proteínas, vitaminas, fósforo e ácido oxálico, além de suas propriedades terapêuticas como antitérmica, antiescorbútica, antidisentérica e diuréticas nas afecções dos rins e bexiga.

Como medicamento, a carambola é empregada para debelar a febre, além de se constituir num excelente diurético. A ingestão diária de carambola tem sido usada para minorar também as lesões do eczema da pele. Porém o seu valor medicinal está baseado na sua composição rica em fósforo, ROTMAN (1984).

2.9 - Características físicas do fruto

A carambola é uma fruta cuja cor varia do amarelo ao amarelo-esverdeado, mede de 4 a 5 polegadas de comprimento e cerca de 2 polegadas de diâmetro. Possui cinco saliências proeminentes, as quais fazem distintamente uma seção transversal em formato de estrela, quando do corte da fruta. Uma pele fina envolve a polpa e um número variável de sementes, lisas e de cor marron, MILLER et alii (1957).

Segundo WAGNER et alii (1975), tanto o número de sementes, como o peso e o comprimento de vários cultivares de carambola são bastante variáveis, conforme TABELA 2.

Em estudo feito por NARAIN et alii (1987) em carambolas no estado de maturação verde, meio madura e madura, constatou-se um comprimento médio de 6,80cm e diâmetro de 4,70cm. Os frutos meio maduros e maduros apresentaram comprimento significativamente maiores, em torno de 7,01cm de comprimento, que os frutos de maturação verde (5,90cm). A forma alongada do fruto (ovóide ou elipsóide) foi comprovada pela razão comprimento/diâmetro, em média de 1,44. A massa dos frutos nos três estados de maturação não apresentou variação significativa, com exceção da carambola no estado verde, que apresentou mas

sa bastante menor (28,88g), do que a dos frutos meio maduros e maduros (51,89g).

TABELA 2 - Medidas físicas e conteúdo de sementes de carambolas selecionadas e cultivares estudados.

Cultivares	MÉDIA		
	Peso (g)	nº de sementes	comprimento (cm)
06	58	06	7,9
10	66	06	8,2
11	72	05	8,0
14	88	07	8,8
17	63	09	7,0
20	72	08	7,5
21	61	07	7,2
22	60	08	7,6
32	70	08	7,5
33	72	02	8,9
37	72	08	8,5
40	54	05	6,1
42	62	08	7,8
M-8921	83	03	7,8
M-18260	60	04	-
M-23007	69	06	8,6
DAH PON	99	03	8,5
TEAN Ma	11	04	10,0

Fonte: WAGNER et alii (1975).

2.10 - Composição

A duração, a intensidade e a qualidade da luz afeta a qualidade dos frutos e vegetais. Os frutos expostos ao sol são menos pesados, possuem casca muito fina, têm alto teor

em sólidos e baixo em ácidos, ao contrário dos frutos que crescem à sombra, PANTASTICO (1975).

Não só os fatores anteriormente mencionados, mas muitos outros, contribuem nas discrepâncias dos valores determinados dos vários nutrientes na composição dos frutos. Em estudos feitos por diversos pesquisadores com a carambola, podemos verificar na TABELA 3 as diferenças inerentes aos vários nutrientes.

TABELA 3 - Composição da carambola conforme alguns autores em g/100g de produto fresco.

Determinações	Autores	HALEK (1952)	LIMA et alii (1965)	OLIVEIRA (1963)	ENDEF (1981)	FRANCO (1986)
Umidade (%)		91,00	90,35	89,90	91,70	(*)
Sólidos totais (%)		9,00	9,65	10,01	8,30	(*)
Cinza (%)		0,40	0,27	(*)	0,40	(*)
Extrato etéreo (%)		(*)	1,00	0,50	0,10	0,1
Proteína (%)		0,60	0,36	0,70	0,50	0,5
Glicídios redutores (%)		5,03	2,48			
Sacarose (%)		(*)	-			
Glicídios totais (%)		-		8,0	7,3	
Fibra (%)		1,40	1,14	0,9	0,5	
Vit. C (mg/100g)		(*)	29,50	35,00	(*)	23,6
Ca (mg/100g)		(*)	40,00	4,00	30,00	30,0
P (mg/100g)		(*)	15,00	17,00	30,00	11,0
Fe (mg/100g)		(*)	0,35	1,50	2,90	2,9

(*) Não determinado.

Podemos ver através de pesquisas feitas, que a carambola é um fruto com ótimas qualidades nutricionais. Isto foi verificado por LIMA et alii (1965), em seu estudo sobre alguns frutos do nordeste, entre os quais está a carambola, o cajá (*Spondias lutea*, L.), a ciriguela (*Spondias purpurea*, L.), a grumixama (*Eugenia involucrata*, D.C.) e o jambo (*Jambos*

vulgaris, D.C.). Ver TABELA 4.

TABELA 4 - Composição centesimal e vitamina C. Resultados centuais em relação ao produto fresco.

Fruto	Cajá		Ciriguela	Grumixama	Jambo	Carambola
	Polpa	Polpa + casca				
Voláteis a 105°C	92,80	89,30	72,26	92,60	82,25	90,35
Fração mineral	0,47	0,48	0,34	0,35	0,04	0,27
Extrato etéreo	0,90	0,90	1,06	0,37	0,08	1,00
Nitrogênio total	0,62	0,70	1,00	0,46	0,87	0,36
Amido	-	0,79	-	0,55	1,75	0,69
Sacarose	-	-	-	-	4,0	-
Glicose	2,27	2,95	10,35	1,84	8,02	2,48
Total	2,27	3,74	10,35	2,39	13,37	3,17
Fibra	0,06	0,40	0,36	1,43	2,41	1,14
Vitamina C mg/100g	21,00	19,70	25,43	(*)	21,32	29,50
Indeterminados	2,20	4,48	9,62	2,40	0,58	3,90
Sólidos totais	7,20	10,70	22,70	7,40	17,75	9,65

Fonte: LIMA et alii (1965).

NORDBY & HALL (1979), em suas pesquisas sobre lipídios em carambola e nêspera, chegaram à conclusão de que os lipídios extraídos da primeira fruta (como percentagem de fruta fresca) variava muito pouco entre cinco cultivares, cerca de $0,12 \pm 0,01$. Na nêspera, os lipídios representavam o dobro do da carambola, na faixa de $0,24 \pm 0,01$. Entretanto, ambas as espécies tinham taxas similares de material insaponificável, ácido graxo e resíduo (TABELA 5).

De acordo com MITCHELL et alii (1978), os ácidos graxos, principalmente o linoléico, são importantes porque parecem ter papel predominante na regulação do metabolismo do colesterol, seu transporte, transformação e excreção de seus metabólitos do organismo humano.

TABELA 5 - Percentagens relativas aos principais ácidos graxos na carambola (*Averrhoa carambola*, L.) e nêspera japonesa (*Eriobotrya japonica*, L.).

Cultivar	Ácidos graxos						
	14	16	16:1 ^Z	18	18:1 ^Z	18:2 ^Z	18:3 ^Z
<u>Carambola</u>							
37	4,1	17,2	2,1	2,1	51,3	9,0 ^Y	14,2
44	6,1	16,7	2,1	1,8	51,8	9,2 ^Y	12,3
42	4,9	15,7	2,4	2,0	54,7	8,0 ^Y	12,3
TEAN M	2,3	15,5	2,1	1,9	56,0	8,5 ^Y	13,7
17	7,1	15,4	2,1	1,6	50,9	10,4 ^Y	12,5
<u>Nêspera</u>							
M-18553	0,9	22,5	0,8	7,0	20,0	36,9	11,9
20	0,9	24,4	0,5	8,7	13,7	38,5	13,3

Fonte: NORDBY & HALL (1979)

Z = Número de carbonos da cadeia: Número de duplas ligações.

Y = Mistura de linoleato e outro ácido graxo 18:2 de estrutura desconhecida.

Os esteróis desmetilados na maioria das plantas superiores consistem principalmente de esteróis de C₂₈ e C₂₉, e de traços de esterol C₂₇. A carambola e a nêspera japonesa seguem esta regra geral, com o colesterol (esterol C₂₇) perfazendo menos do que 2% do total de esteróis (TABELA 6), NORDBY & HALL (1979).

As proteínas são elementos estruturais indispensáveis de cada célula do organismo. Na falta do açúcar e da gordura, as mesmas são queimadas para fornecer energia. Segundo MITCHELL et alii (1978), recentemente as proteínas específicas e as derivadas foram identificadas como elementos funcionais em certas células especializadas, secreções glandulares, enzimas e hormônios.

TABELA 6 - Percentagens relativas aos esteróis desmetilados na carambola e nêspera

Cultivar	Esterol ^K			
	Colesterol	Campesterol	β-sitosterol	isofucosterol
<u>Carambola</u>				
37	0,5	18,3	75,8	5,4
44	0,5	14,8	80,1	4,6
42	0,5	21,6	73,1	4,8
TEAN M	0,5	16,2	79,0	4,3
17	0,4	13,1	80,4	6,1
<u>Nêspera</u>				
M-18553	1,5	3,1	90,4	5,0
20	1,0	1,9	93,5	3,6

Fonte: NORDBY & HALL (1979)

K = Valores dados em percentagem (%)

A determinação exata do conteúdo de proteína e aminoácidos na composição dos alimentos é importante na pesquisa nutricional, para fornecer um fundamento inerente à avaliação do suprimento proteíco e desenvolvimento das recomendações dietéticas, HALL et alii (1980).

Em pesquisa feita por HALL et alii (1980), foram determinados os conteúdos de proteína e de aminoácidos de alguns frutos tropicais, entre os quais está a carambola (TABELA 7).

Os frutos comerciais têm em torno de 0,8g de proteína por 100g de polpa do fruto fresco (FAO, 1970). Quando nos frutos são encontrados valores superiores, diz-se que esses frutos são fontes potenciais de proteína. Isto é particularmente verdade para frutos de áreas tropicais, onde a disponibilidade de proteína não é suficiente para o crescimento e/ou para a manutenção da saúde, HALL et alii (1980).

TABELA 7 - Peso, sólidos, proteína e composição de aminoácidos de alguns frutos tropicais.

Fruto	Peso do fruto (g)	% Comestível	Porção comestível				
			% de sólidos	Proteína (g/100g) N x 6,25	Aa Totais (mg/100g)	Aa Totais requeridos (mg/100g)	% de Aa requeridos
Abacate	85	57	21	1,61	1.418	666	47,0
Caqui	20	60	24	0,62	512	234	45,8
Manga	550	69	15	0,42	428	182	42,6
Nêspera	14	75	15	0,43	387	146	37,7
Goiaba "Cattley"	15	34	17	0,58	382	154	40,3
Sapotí	200	82	22	0,44	371	150	40,4
Carambola	85	70	10	0,38	362	149	41,4

Fonte: HALL et alii, 1980.

Aa = aminoácidos

a = 100% - % umidade

b = aminoácidos requeridos é uma combinação de isoleucina, leucina, lisina, metionina, cistina, fenilalanina, tirosina, treonina, valina e histidina.

A contribuição que 100g de um fruto pode fazer com relação aos aminoácidos na dieta é significante segundo HALL e outros (1980). Certos frutos tropicais possuem de 10 a 26% do requerimento diário mínimo, da maioria dos aminoácidos essenciais, em 100g da fruta fresca e natural. Ver TABELA 8.

TABELA 8 - Aminoácidos^a contidos em alguns frutos tropicais (g/100g do total de aminoácidos recomendados).

Fruto	Isol. ^b	Leu	Lis	Met.	Cis ^b	Fen.	Tir.	Tre.	Val.	His.
Abacate	5,1	8,9	7,5	2,0	0,3	5,2	3,5	5,3	7,7	1,5
Caqui	5,1	9,9	7,5	1,0	0,8	5,4 ^c	3,9	5,1	7,1	2,3
Manga	4,6	7,5	6,6	1,7	0,9	4,4	2,5	4,6	6,8	3,0
Goiaba "Cattley"	5,5 ^c	10,2 ^c	5,8	0,8	0,2 ^d	3,7	1,8 ^d	5,7 ^c	5,3	1,2
Sapotí	4,1	6,6	9,7 ^c	0,3 ^d	0,4	3,5	3,9	3,3	4,4	4,2
Carambola	4,3	7,8	7,7	2,1 ^c	0,4	3,7	4,3	4,5	5,1	0,9 ^d
Nêspora	4,4	7,1	6,2	1,2	0,3	3,8	2,9	4,0	6,4	1,3

Fonte: HALL e outros (1980).

a = Triptofano não foi determinado.

Isol. = isoleucina; Leu = Leucina; Lis = Lisina, Met = Metionina; Cis^b = cisteína e cistina; Fen. = Fenilalanina; Tir. = Tiroxina; Tre. = Treonina; Val. = Valina e His = Histidina.

c = Valor extremamente alto;

d = valor extremamente baixo.

Segundo NORDBY & HALL (1979), geralmente os hidrocarbonetos são derivados da camada cerosa dos frutos, enquanto os esteróis são de uma membrana estrutural e os ácidos graxos são estocados nos tecidos como um componente dos triglicerídos.

Os glicídios são a forma principal na qual as plantas estocam sua energia potencial, a qual pode ser utilizada para a biossíntese de lipídios, de certos aminoácidos e outras substâncias essenciais na planta. No homem, os glicídios suprem as necessidades energéticas e pouparam as proteínas, MITCHELL et alii (1978).

NORDBAY & HALL (1979) detectaram alguns dos muitos hidrocarbonetos, saturados e insaturados, presentes em vários cultivares de carambolas, os quais estão listados na TABELA 9.

TABELA 9 - Percentagens relativas de carboidratos saturados e insaturados presentes na carambola.

Cultivar	Alcanos ^Z								
	21	22	23	24	25	27	29	31	Outros
37	3,5	3,5	29,9	4,6	28,2	6,8	18,6	2,7	2,2
44	3,8	4,6	31,8	5,3	30,4	7,1	13,5	1,2	2,3
42	2,0	4,0	34,3	6,1	33,5	7,9	9,1	1,2	1,9
TEAN Ma	1,4	6,1	38,0	5,0	29,2	6,6	8,9	3,2	1,6
17	2,1	3,4	33,0	7,7	31,9	6,3	10,9	3,3	1,4
Alcenos ^a									
	22	23	24	25	27	29			
37	0,6	51,6	2,8	34,9	6,6	3,5			
44	2,0	48,8	3,6	35,1	7,5	3,0			
42	1,0	49,6	2,4	35,0	8,6	3,4			
TEAN Ma	0,6	46,2	0,8	38,9	10,2	3,3			
17	1,2	48,4	3,6	33,4	9,2	4,1			

Fonte: NORDBY & HALL (1979).

Z = Incluindo menos do que % de cada um dos C₂₆, C₂₈ e C₃₀.

a = Números de carbonos da cadeia.

De acordo com MITCHELL et alii (1978), as frutas e as verduras constituem uma fonte de glicídios menos concentrada do que os cereais, em virtude do seu alto teor de água. Nas frutas, os mesmos estão sob forma de glicose e frutose. Assim, os açúcares solúveis juntamente com os ácidos das frutas e os traços de óleos voláteis, dão às mesmas, o seu odor e aparência apetitosa enfatizada por sua cor e textura.

Em trabalho feito por WILSON et alii (1985), sobre os constituintes voláteis da carambola, quarenta e um (41) componentes voláteis presentes no extrato dos frutos foram identificados, utilizando uma combinação de cromatografia de gás e espectofotometria de massa. Ver TABELA 10.

TABELA 10 - Constituintes voláteis identificados no extrato de carambola.

Componentes	G L C	
	T.R. (min)	A.R. % ^{a,b}
Acetaldeído	1,48	1,60
Acetato de etil	2,22	1,20
2-metil-1-propanol	2,39	0,20
1-pentanol	3,04	0,05
1-penten-3-ol	3,34	0,04
3-metil-2-butanona	3,87	0,20
3-metil-1-butanol	3,97	0,20
Etil butirato + hexanal	5,12	6,41
Cis-3-hexen-1-ol	6,56	0,80
Trans-3-hexen-1-ol	6,83	1,20
Hexanol	7,01	0,60
α-pineno	9,22	0,20
Benzaldeído	10,25	0,41
6-metil-5-hepten-2-one	10,47	5,28
6-metil-5-hepten-2-ol	10,59	5,00
β-bineno	10,78	1,40
Etil hexanoato	11,12	1,01
1,8-cineole	12,47	0,80
Limoneno	12,66	5,40
Benzil álcool	13,14	0,60
Octanol+acetofenona	14,03	4,10
Metil benzoato	14,06	0,60
Etil sorbato	15,16	14,51

continua...

TABELA 10 - (continuação)

Componentes	G L C	
	T.R. (min)	A.R. % ^{a,b}
Feniletil álcool	15,85	3,41
Veratrole	17,04	1,40
Borneol	18,08	3,20
Dietil succinato	18,23	1,20
O-metilacetofenona	18,65	2,55
4-terpineol	18,88	0,07
Etil benzoato	18,91	0,60
Metil salicilato	19,08	0,80
Etil nicotinato	19,93	0,80
Benzotiazole	20,30	0,80
Metil antranilato	20,83	21,20
Carvone	20,94	0,80
Feniletil acetato	21,46	4,61
Dietil glutarato	22,00	0,05
Ciamil aldeído	22,41	0,80
Quinolino	24,55	0,50
Cinanil acetato	28,29	0,41
β-ionona	29,53	1,01

Fonte: WILSON et alii (1985).

a = o solvente cloreto de metileno representando 92,5% da área total máxima foi excluído dos cálculos de integração.

b = os componentes não identificados computaram 3,98%.

* = Muitos desses componentes voláteis estão presentes em outros frutos tropicais.

T.R. (min) = tempo de retenção.

A.R. (%) = área relativa em percentual.

As fibras promovem movimentos intestinais mais freqüentes, o que reduz a diverticulose. As pessoas que conso-

mem dieta com alto teor de fibras excretam mais lipídios, esteróis e ácidos biliares nas fezes e, possuem níveis de colesterol sanguíneo mais baixo, MITCHELL et alii (1978).

Os grãos têm relativamente, altas concentrações de hemicelulose, os vegetais possuem baixas quantidades de lignina e a composição dos frutos está habitualmente entre os dois. Os frutos e vegetais tropicais podem conter componentes de fibra incomuns, alguns dos quais podem ter propriedades fisiológicas únicas, tais, como uma específica capacidade de aglutinar-se a lipídios, LUND & SMOOT (1982).

Desta forma, segundo LUND & SMOOT (1982), a lignina é relativamente alta na carambola, sapoti e na pele da batata doce; a hemicelulose é elevada no abacaxi, sapoti e na pele da batata doce tropical de Porto Rico e, a celulose é relativamente alta no sapoti e pele da batata doce. Desde que estes componentes de fibra podem apresentar usuais propriedades fisiológicas, alguns dos muitos frutos tropicais e vegetais são potenciais fontes de fibra para a dieta.

Conforme WAGNER et alii (1975), SINGH (1973), ZAREMBSKI & HODGKINSON (1962), citados por WILSON et alii (1982), o conteúdo de ácido oxálico da carambola é comparável aos valores encontrados no espinafre, ruibardo e outros alimentos conhecidos por terem, relativamente, altos níveis desse ácido. Ver TABELA 11.

Ao lado do conteúdo de ácido ascórbico presente na carambola temos o ácido oxálico, o qual é geralmente considerado indesejável, porque quando em altas concentrações torna-se tóxico. Apesar da carambola conter elevado teor do referido ácido, o mesmo é comparável aos teores existentes no espinafre e ruibarbo, que são vegetais comumente aceitos, WILSON et alii (1962).

Conforme LIMA (1986), o ácido oxálico na sua melhor forma combinar-se satisfatoriamente com o cálcio para beneficiar o corpo. Se ambos forem orgânicos, a combinação será construtiva, visto como o ácido oxálico ajuda a assimilação digestiva do cálcio e, ao mesmo tempo, estimula as funções peristálticas do organismo. Entretanto, quando o ácido oxáli-

TABELA 11 - Conteúdo de ácido oxálico de alguns cultivares de carambola e espinafre.

	Ácido oxálico* (g/100g)		
	HPLC	Trocador de ion/HPLC	Titulação
<u>Carambola</u>			
DAH PON (M-17734)	0,13	-	-
TEAN Ma (M-17737)	0,20	-	-
M-18960	0,26	0,26	0,26
FWANG TUNG	0,80	-	-
GOLDEN STAR (M-21024)	0,43	-	-
ROBERT NEWCOMB (M-27767)	0,57	-	-
WA3-24-37)	0,73	0,70	0,66
<u>Espinafre</u>			
Extraído com H ₂ O	0,09	-	-
Extraído com ácido ^a	1,37	-	1,18

Fonte: WILSON et alii (1982)

^a = Extração feita com HCl 3N

* = Conteúdo de ácido oxálico de vários cultivares de carambola e uma amostra de espinafre, determinado pelo método HPLC e titulométrico com KMnO₄.

co é destituído de sua forma natural por cozimento ou processamento industrial, então ele produz um composto com o cálcio, destruindo o valor de ambos. Isto pode causar séria deficiência de cálcio, enfraquecimento dos ossos e a formação de cristais de ácido oxálico nos rins, resultando em cálculos renais.

De acordo com WAGNER et alii (1975), o teor de vitamina C na carambola varia de variedade para variedade, numa faixa, cujos valores estão entre 14 a 50mg/100g do fruto, o que pode ser observado na TABELA 12.

TABELA 12 - Valores de ácido ascórbico (vitamina C) na carambola.

Contendo menos do que 0,30g/ 100g de ácido oxálico		Contendo mais do que 0,30g/ 100g de ácido oxálico	
Cultivar	Vit. C (mg/100g)	Cultivar	Vit. C (mg/100g)
10	17	M-23007	14
06	20	22	20
17	30	32	26
33	30	20	27
M-8921	30	14	28
DAN PON	30	21	28
M-18960	34	37	37
42	37	40	43
TEAN Ma	41		
11	50		

Fonte: WAGNER et alii (1975).

Dentre os papéis mais significativos da vitamina C, temos sua participação na formação do colágeno, uma substância protéica que une as células. Atua ainda contra o escorbuto, participa do metabolismo da fenilalanina e tirosina; na regularização do ciclo respiratório na mitocôndria e nos microsomos, permite a absorção do ferro, pela redução da forma férrica para a ferrosa, MITCHELL et alii (197).

Os carotenóides da carambola ou fruta estrela (*Averrhoa carambola*, L.) são os principais responsáveis por sua coloração. Segundo GROSS, IKAN e ECKHARDT (1982), esses carotenóides são similares até certa extensão aos carotenóides do suco do maracujá (*Passiflora edulis*). Este suco contém aproximadamente os mesmos pigmentos da carambola, exceto os epóxidos da criptoxantina. A TABELA 13 mostra a distribuição quantitativa dos carotenóides da carambola, variedade "Golden Star", em dois estágios de maturação, onde os pigmentos estão listados em ordem de aumento de polaridade.

TABELA 13 - Caracterização e distribuição quantitativa dos carotenóides da carambola, cultivar "Golden Star".

Carotenóides	λ_{EtOH} (nm) máx.	% do total de carotenóides	
		Carambola verde	Carambola madura
Fitoflueno	331,348,367	8,0	16,7
β -Caroteno	425,450,478	0,8	0,6
ξ -Caroteno	380,400,424	14,9	25,3
Neurosporeno	413,438,465	-	0,2
β -Apo-8-carotenal	454	traços	1,0
β -Apo-8-'-carotenol	402,425,450	-	-
β -Criproxantina	425,450,479	1,5	1,3
β -Criptoflavina	404,427,453	37,0	34,2
β -Criptocromo	380,402,428	2,7	2,8
Mistura (não identificada)*	-	5,3	-
Luteína	420,445,473	2,4	1,3
Mutatoxantina	404,427,453	21,1	13,9
Mistura (não identificada)*	-	6,3	2,7
Total de carotenóides ($\mu\text{g/g}$ peso fresco)	-	15,0	22,0

Fonte: GROSS, IKAN e ECKHARDT (1982).

* Mistura de 10 a 51 pigmentos em quantidades de traços caracterizados somente por espectro eletrônico.

Geralmente, nos frutos maduros, como as taxas nas modificações fisiológicas ("Turnover") são baixas e lentas, o precursor do carotenóide mais saturado acumula-se. Desta forma, na carambola madura, o fitoflueno e ξ -caroteno, ambos carotenóides dos primeiros passos biossintéticos, foram encontrados em mais altos níveis do que no fruto verde, GROSS, IKAN e ECKHARDT (1982).

Segundo LUH & PHITHAKPOL (1972) citados por BALDINI et alii (1982), além das enzimas geralmente encontradas nos

frutos e responsáveis pela decomposição da pectina, estão as oxidases que provocam transformações na cor, sabor e valor nutritivo, deprecizando enormemente a qualidade do produto.

As atividades médias da pectinesterase, poligalacturônase e peroxidase presentes na carambola possuem uma boa taxa de variação, indo de 0,18, 52,20 e 28,5 unidades por mililitro, respectivamente. Além dessas enzimas, outras também são encontradas na carambola e estão listados na TABELA 14, BALDINI et alii (1982).

TABELA 14 - Enzimas presentes na carambola determinadas por análises qualitativas.

Enzimas	Testes
Pectinestérase	+
Poligalacturônase	+
Amilase	+
Invertase	+
Catalase	+
Polifenoloxidase*	-
Peroxidase	+++

Fonte: BALDINI et alii (1982).

* A polifenoloxidase não foi detectada, fato raro em vegetais ou frutas ricos em compostos fenólicos e substâncias adstringentes, como acontece com a carambola.

Os carotenóides são responsáveis pelas cores amarela e alaranjada das plantas e acompanham-se, sempre, com a clorofila. Alguns dos carotenóides (β -caroteno principalmente) podem ser convertidos pelo organismo em vitamina A, GRISWOLD (1972).

Os minerais constituem somente uma pequena proporção de 4% do tecido do corpo, eles são indispensáveis como componentes estruturais e em muitos processos vitais. O cálcio está presente nos ossos, dentes e sangue, neste último é necesa-

sário para a formação do coágulo sanguíneo. O fósforo é constituinte dos ácidos nucléicos DNA (ácido desoxirribonucleico) e do RNA (ácido ribonucléico), os quais determinam o código; integra o ATP e ADP, sistemas transportadores de energia nas células; é componente dos fosfolipídios envolvidos no transporte de gorduras e ácidos graxos. O ferro tem importante papel na respiração dos tecidos como parte de várias enzimas, citocromo-oxidase, peroxidases e catalase, as quais catalizam os processos de óxido-redução na célula. Pequenas, mas essenciais, quantidades de ferro são encontradas na mioglobina do músculo e, no sangue ligado à proteína transferrina, uma forma de transporte, MITCHELL et alii (1978).

Conforme ROTMAN (1984), o fósforo é um mineral distribuído por todo o corpo, achando-se ligado às gorduras, carboidratos, proteínas, a substâncias orgânicas (Adenosina trifosfato) e outros minerais. Sua deficiência causa dor óssea, mal estar geral e inapetência.

Há menos do que 5g de ferro no corpo de um adulto saudável, sendo 60 a 70% do ferro encontrado na hemoglobina. Aproximadamente 2% do corpo humano é cálcio e 1% é fósforo, onde 99% do cálcio e 75% do fósforo no corpo são encontrados como constituintes dos ossos e dentes, dando-lhes força e rigidez, MITHCELL et alii (1978).

Estudos nutricionais têm indicado que as necessidades dietéticas de cálcio, fósforo e ferro são, respectivamente, 780, 335 e 10mg diárias, MITCHELL et alii (1976). A deficiência de ferro causa anemia na mulher e na criança, mas no homem adulto, a anemia somente é encontrada em relação a perdas de sangue, parasitas e hémorragia intestinais, etc., HEGSTED in BLANCK (1955).

ROTMAN (1984) cita alguns alimentos ricos em fósforo, como a carambola, o queijo parmesão e o mineiro, feijão maultinho, ervilha seca verde, aveia, chocolate, lentilha, massas sem ovos, leite de vaca, pão branco, arroz-agulha, couve-flor, batatinha, cenoura, vargem, alface repolhada, banana.

De acordo com MILLER, BAZORE e BARTOW (1957), a carambola contém uma pequena quantidade de pectina, e por isso não é recomendada para a manufatura de geléia.

BALDINI et alii (1982) encontraram em carambola valores de pectina com alto conteúdo de metoxílicos e elevado grau de esterificação capaz de formar, géis consistentes em presença de açúcar e ácido. Ver TABELA 15.

TABELA 15 - Análise de pectina extraída de carambola.

Determinações	Pectina Extraída	Pectina Comercial
Peso equivalente	173,20	761,50
Grupos carboxílicos livres (meq/g)	0,58	0,84
Grupos carboxílicos esterificados (meq/g)	2,56	3,18
Carboxílicos totais (meq/g)	3,14	4,02
Grau de esterificação (%)	81,53	79,10
Conteúdo de metoxílicos (%)	7,92	9,86
Ácido galacturônico (%)	37,40	33,20

Fonte: BALDINI et alii (1982).

2.11 - Aspectos tecnológicos

Quanto aos aspectos tecnológicos, durante algumas operações de processamento de sucos existe uma certa perda, em componentes voláteis e nutrientes, para qualquer que seja o método utilizado nos tratamentos térmicos, como a esterilização ou mesmo a pasteurização. A perda dos nutrientes lábeis ao calor, como as vitaminas, é uma constante, modificando também as qualidades nutricionais das proteínas pela reação de MAILLERD, MEFFERT (1964) citado por GUIMARÃES (1981).

O uso de baixas temperaturas por si só não destrói o nutriente. De fato, as temperaturas mais baixas garantem melhor retenção dos mesmos. Perdas de vitaminas e minerais po-

dem ocorrer durante as várias operações de preparo dos alimentos, como no branqueamento, lavagem, espremedura do fruto, etc., DESROSIER (1963).

A matéria-prima, na maioria dos casos, precisa ser transformada em novos produtos por meio de processos químicos ou mecânicos. A conservação do sabor, do aroma, da cor e do teor de vitamina dos sucos depende, principalmente, da destruição de certas enzimas ou da inibição de sua atividade, CRUESS (1973).

Em todo processo tecnológico usado na indústria de alimentos temos o refugo, parte não utilizada na manufatura de determinado produto. WENKAN & MILLER (1965) citado por GUIMARÃES (1981) mostra na TABELA 16, o tipo de refugo e seu percentual provenientes de alguns frutos tropicais, entre eles, a carambola.

TABELA 16 - Partes consideradas refugos e seus percentuais em alguns frutos tropicais.

Fruto	Porção considerada refugo	Percentual (%)
Abacate	Casca e semente	35
Banana	Casca	32
Sapoti	Casca e sementes	29
Limão	Casca e sementes	55
Manga	Casca e semente	33
Laranja	Casca, sementes e membranas	49
Mamão	Casca e sementes	44
Pitanga	Semente, talo e flor terminal	22
Tamarindo	Semente e casca	69
Tangerina	Casca, sementes e membranas	32
Graviola	Casca, sementes e fibras	34
Carambola	Sementes	5
Maçã	Sementes e talo terminal	13

Fonte: WENKAN & MILLER (1965).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

Foram utilizados como matéria-prima frutos de carambola (*Averrhoa carambola*, L.), provenientes da Estação de Fruticultura da Empresa de Pesquisa Agropecuária no Ceará (EPACE), situada na localidade de Santo Antônio do Pitaguary, no município de Maracanaú, Estado do Ceará.

Os frutos selecionados eram maduros, apresentavam bom aspecto geral e boa conservação.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Determinações Físicas

3.2.1.1 - Dimensões

As medidas de comprimento e diâmetro dos frutos foram realizadas com o auxílio de um paquímetro da marca MAUB.

3.2.1.2 - Pesos

Os pesos dos frutos foram determinados em balança analítica METTLER P1000, com capacidade para 1000g.

3.2.1.3 - Volume

Determinou-se o volume dos frutos utilizando um recipiente graduado de capacidade para 1000ml, contendo água destilada à temperatura de 28°C. A medição do volume foi obtida através da diferença de volume indicada pelo menisco da água, antes e após a imersão do fruto na mesma.

3.2.1.4 - Densidade

Obtida através da razão entre o peso e o volume do fruto.

3.2.1.5 - Rendimento

O rendimento do fruto foi determinado pela diferença entre o peso dos frutos e o somatório dos pesos da casca e semente.

3.2.2 - Determinações físico-químicas e químicas da polpa

Dois quilos de carambola foram liquidificados, depois de terem retiradas suas sementes com o auxílio de uma faca de aço inoxidável. Este material foi passado através de um tamizador granuteste - ABNT 20, abertura 0,84mm, Tyler 20. A polpa obtida foi acondicionada em recipientes de vidro e destinado às análises subsequentes.

3.2.2.1 - Potencial hidrogeniônico (pH)

Nesta determinação utilizou-se o potenciômetro PROCYON modelo pH N-4, aferido a temperatura ambiente de 28°C e calibrados com as soluções de pH 4,0 e 7,0.

Transferiu-se cerca de 50ml da amostra previamente homogeneizada para um becker de 100ml, mergulhou-se o eletrodo na amostra e procedeu-se a leitura no instrumento.

3.2.2.2 - Sólidos solúveis (^oBrix)

Sobre o prisma do refratômetro AUS JENA Modell I, foi posto uma pequena quantidade da amostra anteriormente homogeneizada e efetuou-se a leitura à temperatura de 28°C.

3.2.2.3 - Acidez titulável total

Determinação feita segundo as Normas analíticas da A.O.A.C. (1975).

Pesou-se lg da amostra, a qual foi diluída em 100ml de água destilada, previamente fervida e resfriada. Ao Erlenmeyer de 125ml contendo a amostra diluída foi adicionada algumas gotas do indicador fenolftaleína. Para a titulação, usou-se hidróxido de sódio 0,1N, até a obtenção da coloração rósea.

3.2.2.4 - Relação Brix/Acidez

Obtida pela relação entre os resultados determinados nos itens 3.2.2.2 e 3.2.2.3.

No cálculo da acidez titulável aplicou-se a fórmula abaixo, onde o resultado foi dado em percentagem de ácido cítrico anidro:

$$\text{ácido cítrico anidro \%} = \frac{100 \times 0,006404 \times f \times v}{P}$$

onde:

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1N

v = nº de ml da solução de hidróxido de sódio 0,1N gasto na titulação.

P = peso da amostra

3.2.2.5 - Glicídios redutores, em glicose %

Utilizou-se a metodologia recomendada pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ.

Pesou-se 10g da amostra, anteriormente homogeneizada, em béquer de 200ml. A esta, foram adicionados 50ml de água destilada aos poucos, a fim de transferir a amostra para um balão volumétrico de 100ml. Adicionou-se 1ml da solução saturada de acetato neutro de chumbo. Completando-se o volume com água destilada, filtrando-se, em seguida, com papel de filtro seco. O filtrado foi recebido em Erlenmeyer de 400ml, onde posteriormente foi colocado sulfato de sódio anidro para a precipitação do excesso de chumbo. Filtrou-se novamente, sendo o filtrado transferido para uma bureta de 25ml.

Em Erlenmeyer de 250ml, foi posto 10ml de cada uma das soluções de Fehling, usando-se pipetas volumétricas, e 40ml de água destilada. Aqueceu-se até a ebulição. Gotejou-se a solução contida na bureta até descoramento total e formação de um precipitado vermelho-tijolo, adicionando-se algumas gotas do indicador azul de metíleno a 0,2%, próximo ao final da titulação, para melhor visualizar o ponto final da

titulação.

De posse do volume gasto na titulação, calculou-se o percentual de glicídios redutores em glicose, através da seguinte fórmula:

$$\text{Glicídios redutores, em glicose \%} = \frac{100 \times A \times a}{P \times V}$$

onde:

A = nº de ml da solução de peso grama da amostra

a = nº de gramas de glicose correspondente a 10ml das soluções de Fehling

P = peso da amostra

V = nº de ml da solução da amostra gasto na titulação

3.2.2.6 - Glicídios não redutores, em sacarose %

Para esta determinação utilizou-se as Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ.

Uma alíquota de 25ml foi retirada da solução da amostra preparada para a determinação de glicídios redutores e transferida para um balão volumétrico de 100ml. A esta, adicionou-se 0,5ml de ácido clorídrico concentrado e aqueceu-se em banho-maria à temperatura de 70°-80°C durante 30 minutos. Depois de esfriado, neutralizou-se com carbonato de sódio anidro e completou-se o volume com água destilada. Esta solução foi transferida para uma bureta de 25ml, e procedeu-se como o descrito para glicídios redutores.

Para obtenção dos resultados, calculou-se os glicídios não redutores, expressos em sacarose %, usando a seguinte fórmula:

$$\text{Glicídios não redutores, em sacarose \%} = [\frac{100 \times A \times a}{P \times V} - B] \times 0,95$$

onde:

- A = nº de ml da solução de sacarose g da amostra
 a = nº de gramas de glicose correspondente a 10ml das soluções de Fehling
 B = nº de gramas de glicose % obtido em glicídios redutores
 P = nº de gramas da amostra usado na inversão
 V = nº de ml da solução da amostra gasto na titulação

3.2.2.7 - Glicídios totais (%)

Os glicídios totais são obtidos pelo somatório dos glicídios redutores (em glicose %) e os glicídios não redutores (em sacarose %).

3.2.2.8 - Amido

Seguiu-se o método recomendado pela A.O.A.C. (1975). Cerca de 5g da amostra foram pesadas e transferidas com o auxílio de 50ml de água destilada para um béquer de 250ml. Deixou-se em repouso por 1h, homogeneizando ocasionalmente com bastão de vidro.

Através de lavagens sucessivas em centrífuga a 350 rpm extraiu-se o resíduo, ao qual foi adicionado 200ml de água destilada, 20ml de ácido clorídrico concentrado e aqueceu-se esta solução em refluxo durante 2h e 30min. Esfriou-se e neutralizou-se com solução de hidróxido de sódio a 40%. Transferiu-se para um balão volumétrico de 250ml, completando-se o volume com água destilada e filtrou-se. Utilizando-se o filtrado, determinou-se o teor de glicídios não redutores em amido, como descrito para os glicídios redutores em glicose,

e para os cálculos usou-se a fórmula a seguir:

$$\text{Glicídios não redutores, em amido \%} = \frac{100 \times A \times a \times 0,9}{P \times V}$$

onde:

A = nº de ml da solução de 5g da amostra

a = nº de gramas de glicose correspondente a 10ml das soluções de Fehling.

3.2.2.9 - Umidade

Técnica citada pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

Pesou-se, aproximadamente, 5g da amostra em capsula de porcelana anteriormente tarada, que em seguida foi levada à estufa a vácuo a 70°C, onde o material foi dessecado até peso constante. Relacionou-se a perda de peso para 100g da amostra.

3.2.2.10 - Proteína

Determinação feita por técnica analítica da A.O.A.C.(1975), através do processo macro Kjeldahl.

Pesou-se 1g da amostra homogeneizada e transferiu-se para um balão de Kjeldahl, ao qual foi adicionado 0,5g do catalisador sulfato de cobre, 25ml de ácido sulfúrico concentrado e 9,5g de sulfato de sódio. Logo após, procedeu-se à mineralização da matéria orgânica no digestor, onde a amostra foi dizerida até o aparecimento de uma coloração clara. Depois de esfriada, acrescentaram-se 200ml de água destilada, cerca de 1g de zinco em pó e 100ml de hidróxido de sódio a 40%. Destilararam-se aproximadamente 2/3 do volume inicial, utilizando como solução receptora 50ml de ácido sulfúrico

0,1N com algumas gotas do indicador vermelho de metila. Concluída a destilação, titulou-se o excesso de ácido sulfúrico com solução de hidróxido de sódio 0,1N de fator conhecido. Calculou-se o teor de nitrogênio total contido na amostra, considerando-se que 1ml de solução 0,1N de ácido sulfúrico equivale a 0,0014g de nitrogênio.

O percentual protéico da amostra foi determinado através da fórmula seguinte:

$$\text{Proteína \%} = \frac{V \times 0,14 \times 6,25}{P}$$

onde:

V = diferença entre o nº de ml de ácido sulfúrico 0,1N multiplicado por seu fator da solução receptora, menos o nº de ml da solução titulante de hidróxido de sódio 0,1N multiplicada por seu fator.

P = nº de gramas da amostra.

3.2.2.11 - Extrato etéreo

O teor de lipídios foi determinado através do método descrito pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

Aproximadamente, 10g da amostra dessecada foi posta em cartucho de celulose e coberta com algodão. Procedeu-se a extração da gordura em extrator de Soxhlet, usando hexano como solvente. Terminada a extração, verificada pelo teste da mancha em papel de filtro, retirou-se do extrator o balão previamente tarado, evaporou-se o solvente e, em seguida, colocou-se o balão em estufa a 105°C por 1h. Esfriou-se em dessecador e pesou-se. Repetiu-se a operação até peso constante. A fração lipídica foi obtida pela diferença entre as pesagens do balão antes e após a obtenção do extrato etéreo, sendo expresso em percentagem.

3.2.2.12 - Fibra

O método usado para esta determinação foi o de Henneberg, citado por WINTON & WINTON (1958).

Cerca de 2g da amostra dessecada e desengordurada foi colocada em Erlenmeyer de 500ml, juntamente com 200ml de ácido sulfúrico 1,25% previamente aquecido. O frasco foi aquecido sob refluxo durante 30 minutos. Filtrou-se e lavou-se o resíduo com água destilada quente.

Este resíduo foi transferido para o mesmo Erlenmeyer com auxílio de 200ml da solução de hidróxido de sódio a 1,25%, anteriormente aquecida. Novamente o frasco foi aquecido sob refluxo até a ebulação por 30 minutos. Em seguida, filtrou-se com papel de filtro de cinza conhecida, previamente dessecada em esfufa a 105°C e tarado.

O resíduo foi lavado sucessivas vezes com água destilada quente, até que o filtrado não apresentasse alcalinidade, logo após, foram feitas três lavagens com álcool etílico e três com éter etílico. Deixou-se o éter volatilizar, e o resíduo foi posto em estufa a 105°C por 1h. Esfriou-se em dessecador e pesou-se. Repetiu-se esta operação até a obtenção de peso constante.

Incinerou-se o resíduo em forno mufla a 550°C, utilizando um cadinho de porcelana antes tarado. Esfriou-se e pesou-se.

A quantidade de fibra foi determinada através da perda de peso.

3.2.2.13 - Cinza

Determinação feita segundo as Normas analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

Cerca de 10g da amostra foram pesadas em cadinho de porcelana previamente tarado, em seguida levada para ser eva

porada em banho maria e posteriormente carbonizada diretamente em bico de Bunsen. Feita a carbonização, a amostra foi conduzida ao forno mufla à temperatura de 550°C a fim de ser incinerada. O cadinho contendo o material foi esfriado em dessecador e pesado até peso constante.

O teor de cinzas foi obtido pela diferença de peso entre o peso do resíduo e o peso bruto do cadinho após a incineração. Relacionou-se o resultado para 100g da amostra.

3.2.2.14 - Minerais

Para esta determinação, preparou-se a solução clorídrica das cinzas de acordo com as Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

As cinzas obtidas, como descrito anteriormente (item 3.2.2.13), adicionou-se 3ml de ácido clorídrico 1:1 e aqueceu-se até a ebulação. colocou-se uma pequena quantidade de água destilada e filtrou-se em papel de filtro para um balão volumétrico de 100ml. Lavou-se sucessivas vezes o cadinho com água destilada, sendo esta recebida no balão. Completou-se o volume obtendo-se assim a solução clorídrica das cinzas.

3.2.2.14.1 - Cálcio

Método titulométrico com oxalato de amônio descrito pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

Em bequer de 250ml, colocou-se 20ml da solução clorídrica de cinzas, a qual foi neutralizada com hidróxido de amônio (1:1). Adicionou-se 10ml da solução de acetato de amônio a 1% e 1ml de ácido acético glacial. Aqueceu-se a uma temperatura de 80°C e foram adicionados 50ml da solução a quente de oxalato de amônia a 5%, lentamente. Deixou-se em repouso por 12 horas, em seguida filtrou-se e lavou-se repeti-

tidas vezes até o filtrado revelar ausência do íon oxalato.

Transferiu-se o papel de filtro com o precipitado para um bêquer de 250ml, onde dissolveu-se o mesmo com 20ml da solução de ácido sulfúrico (1:4) e adicionou-se 50ml de água destilada. Titulou-se a quente com solução de permanganato de potássio 0,05N até obtenção de uma coloração rósea persistindo por 15 segundos. Calculou-se a percentagem de cálcio na amostra através da fórmula abaixo:

$$\text{Cálcio \%} = \frac{V \times f \times 0,1002}{P}$$

onde:

V = nº de ml da solução de permanganato de potássio 0,05N gasto na titulação

f = fator da solução de permanganato de potássio 0,05N

P = nº de gramas da amostra usado na precipitação

3.2.2.14.2 - Ferro

Determinação feita conforme o método colorimétrico usando fenantrolina, segundo o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

Em um bêquer de 250ml, colocou-se 20ml da solução clorídrica das cinzas, 1ml de ácido clorídrico concentrado e 1ml de cloridrato de hidroxilamina a 10%. Aqueceu-se à ebullição até que o volume ficasse reduzido a cerca de 15ml. Deixou-se esfriar e transferiu-se esta solução para um balão volumétrico de 50ml, onde foram adicionados 5ml de solução tampão de acetato de amônio e 2ml da solução de fenantrolina. Completou-se o volume com água destilada, agitou-se e deixou-se em repouso durante 15 minutos. Decorrido este tempo, efetuou-se a leitura em transmitância no espectrofotômetro, em comprimento de onda de 510nm. Determinou-se o ferro correspondente (mg/100g), através de uma curva padrão previamente estabelecida.

3.2.2.14.3 - Fósforo

Seguiu-se o método colorimétrico vanadato-molibdato, descrito por PEARSON (1976).

Transferiu-se 10ml da solução clorídrica das cinzas para um balão volumétrico de 50ml, neutralizou-se com solução de hidróxido de amônio (1:1) e acidificou-se com ácido nítrico (1:2). Adicionou-se 20ml do reagente vanadato-molibdato de amônio e completou-se o volume com água destilada. Após homogeneização deixou-se em repouso por 10 minutos e, em seguida, procedeu-se a leitura da transmitância a um comprimento de onda de 470nm. Determinou-se o teor de P_2O_5 em mg/100g, usando uma curva padrão previamente elaborada.

3.2.2.15 - Ácido ascórbido

O ácido ascórbico foi determinado conforme o método descrito por TILLMANS, citado por LESS (1975).

3.2.2.15.1 - Reagentes

I - Solução de ácido oxálico a 1% - Pesou-se 12g de ácido oxálico monoidratado, o qual foi transferido para um balão volumétrico de 1000ml, completando-se o volume com água destilada.

II - Solução padrão de ácido ascórbico - Pesou-se 50mg de ácido ascórbico p.a. e transferiu-se para um balão volumétrico de 100ml. Adicionou-se a solução de ácido oxálico a 1% até quase a marca e completou-se com água destilada.

III - Solução de 2-6-diclorofenolindofenol sódico - Pesou-se 2g deste sal, que foi dissolvido em

1000ml de água destilada, filtrando-se em papel de filtro.

3.2.2.15.2 - Procedimento

- (i) Padrão - Em Erlenmeyer contendo 50ml de solução de ácido oxálico a 1%, juntou-se 10ml da solução padrão de ácido ascórbico e titulou-se com a solução de 2-6-diclorofenolindofenol (Volume P), até coloração rosada persistente por 15 minutos.
- (ii) Análise da amostra - Cerca de 2g da amostra foram pesadas e transferidas para um Erlenmeyer com auxílio de 50ml da solução de ácido oxálico a 1%. Titulou-se com solução de 2,6 diclorofenolindofenol sódico até o aparecimento da coloração rosada persistente por 15 segundos, assim foi obtido o volume A em mililitros.
- (iii) Cálculos - Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico para 100ml de amostra (podendo ainda ser expresso em 1mg/100g da amostra), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{mg de ácido ascórbico/100ml de amostra} = \frac{5 \times A \times 100}{P \times a}$$

onde:

A = Volume da solução de 2-6-diclorofenolindofenol sódico gasto na titulação

P = nº de ml da solução de 2-6-diclorofenolindofenol sódico gasto para tirar o fator.

a = Peso da amostra utilizada

3.2.2.16 - Taninos

Utilizou-se o método colorimétrico de Folin-Denis, recomendado pela A.O.A.C. (1975).

3.2.2.16.1 - Curva padrão

3.2.2.16.1.1 - Reagentes especiais

- (i) Solução de Folin Denis - Foram homogeneizados 750ml de água destilada, 100g de tungstato de sódio, 20g de ácido fosfomolibdico e 50ml de ácido fosfórico a 85%. Aqueceu-se sob refluxo durante 2h, esfriou-se e completou-se o volume com água destilada para 1000ml.
- (ii) Solução saturada de carbonato de sódio - Pesou-se 35g de carbonato de sódio anidro, que foi diluído em 100ml de água destilada à temperatura entre 70-80°C, resfriando e filtrando em seguida.
- (iii) Solução padrão de ácido tântico - Foi pesado 0,1g de ácido tântico e diluído para 100ml de água destilada.

3.2.2.16.1.2 - Preparo da curva padrão

Em balões volumétricos de 100ml foram pipetadas alíquotas de 1,2,3,4,5 e 6ml da solução padrão de ácido tântico. Em seguida, foram adicionados a cada balão, 70ml de água destilada e 5ml da solução de Folin-Denis. Feita uma agitação rápida, adicionou-se 10ml da solução saturada de carbonato de sódio anidro, completou-se o volume com água destilada

e, transcorridos 30 minutos de repouso, procedeu-se à leitura, em absorbância, em espectrofotômetro a 760nm.

Com os valores obtidos nas diferentes concentrações construiu-se uma curva padrão para taninos, em ácido tânico.

3.2.2.17 - Pectina

Utilizou-se o método de PEARSON, CARRÉ E HAYNESS.

Pesou-se 50g de polpa homogeneizada e adicionou-se 200ml de água destilada. A mistura foi fervida durante 5 minutos e filtrada. Do filtrado obtido, retirou-se uma alíquota de 25ml e completou-se o volume para 300ml, com água des-tilada.

Adicionou-se a esta mistura, 100ml de NaOH 0,1N e deixou-se em repouso por 12 horas. Terminado este tempo, adicionou-se 50ml de ácido acético 1N, deixando em repouso por 5 minutos. Logo após, colocou-se 50ml de cloreto de cálcio 2N, deixando novamente em repouso durante 1 hora. Ferveu-se a mistura por 2 minutos e filtrou-se em papel de filtro pre-viamente tarado.

Lavou-se o resíduo com água fervente até não se detectasse presença de cloretos. Secou-se o papel e pesou-se. O resultado foi expresso em pectato de cálcio.

3.2.3 - Processamento do néctar e geléia de carambola (*Averrhoa carambola*, L.)

3.2.3.1 - Obtenção do néctar

Os frutos foram recebidos, pesados e selecionados manualmente, usando como critério de seleção, as condições de amadurecimento adequado em frutos sem danos. Terminada esta

etapa, procedeu-se a lavagem dos mesmos, por imersão com agitação cuidadosa em tanque de aço inoxidável.

Os frutos foram cortados com facas de aço inox, a fim de facilitar a retirada das sementes. Os frutos foram liquificados e passados por tamis, com a finalidade de refinar o produto.

A polpa obtida foi diluída em água, adicionou-se açúcar e ácido, para a obtenção do néctar. foram feitas duas formulações (1 e 2), variando entre ambas, apenas a quantidade de açúcar e ácido ascórbico, como pode ser visto na TABELA 17. Homogeneizou-se a mistura, a qual posteriormente sofreu um pré-aquecimento a uma temperatura de 80°C durante 3 minutos. O néctar foi acondicionado em garrafas de 200ml, e em seguida procedeu-se o fechamento das mesmas em encapsuladora semiautomática.

TABELA 17 - Formulações 1 e 2 do néctar conservado por baixa e alta temperatura.

Componentes	Formulação 1	Formulação 2
Polpa (l)	2,40	2,40
Água (l)	3,60	3,60
Açúcar (g)	606,91	649,79
Ácido cítrico (g)	24,38	23,46

A conservação do néctar foi feita através de dois métodos distintos:

(A) Baixa temperatura - Terminado o pré-aquecimento e o engarrafamento do referido néctar, deu-se o resfriamento do referido produto em água clorada, até que o produto atingisse a temperatura de 28°C. Logo após, o mesmo foi armazenado em freezer à temperatura de -18°C.

(B) Alta temperatura - Concluído o pré-aquecimento e enchimento das garrafas com o néctar, fez-se um tratamento térmico (hot pack) à temperatura de 100°C por 15 minutos usando banho maria. O resfriamento foi feito como o anteriormente citado e o produto armazenado em prateleiras à temperatura de 28°C.

O fluxograma da obtenção do néctar e dos métodos preservativos usados para a conservação dos mesmos, estão expressos na FIGURA 2.

Para a formulação elaborada, 50% do produto foi conservado por baixa temperatura, enquanto que os outros 50% restante foi conservado através de alta temperatura.

3.2.3.2 - Obtenção da geléia

A polpa, obtida conforme descrito em 3.2.3.1, foi filtrada e sofreu adição de açúcar e ácido tartárico. Levou-se a mistura ao aquecimento, adicionou-se a pectina e deixou-se concentrar.

A geléia foi acondicionada em copos de vidro com capacidade para 250g. O fechamento foi feito em encapsuladeira semi-automática.

Logo após, procedeu-se ao resfriamento do referido produto em água corrente, até à temperatura de 28°C, na qual foi armazenado.

As proporções de polpa, açúcar e ácido utilizadas para a fabricação das duas formulações de geléia estão descritas na TABELA 18. Assim como o fluxograma de sua obtenção encontra-se na FIGURA 3.

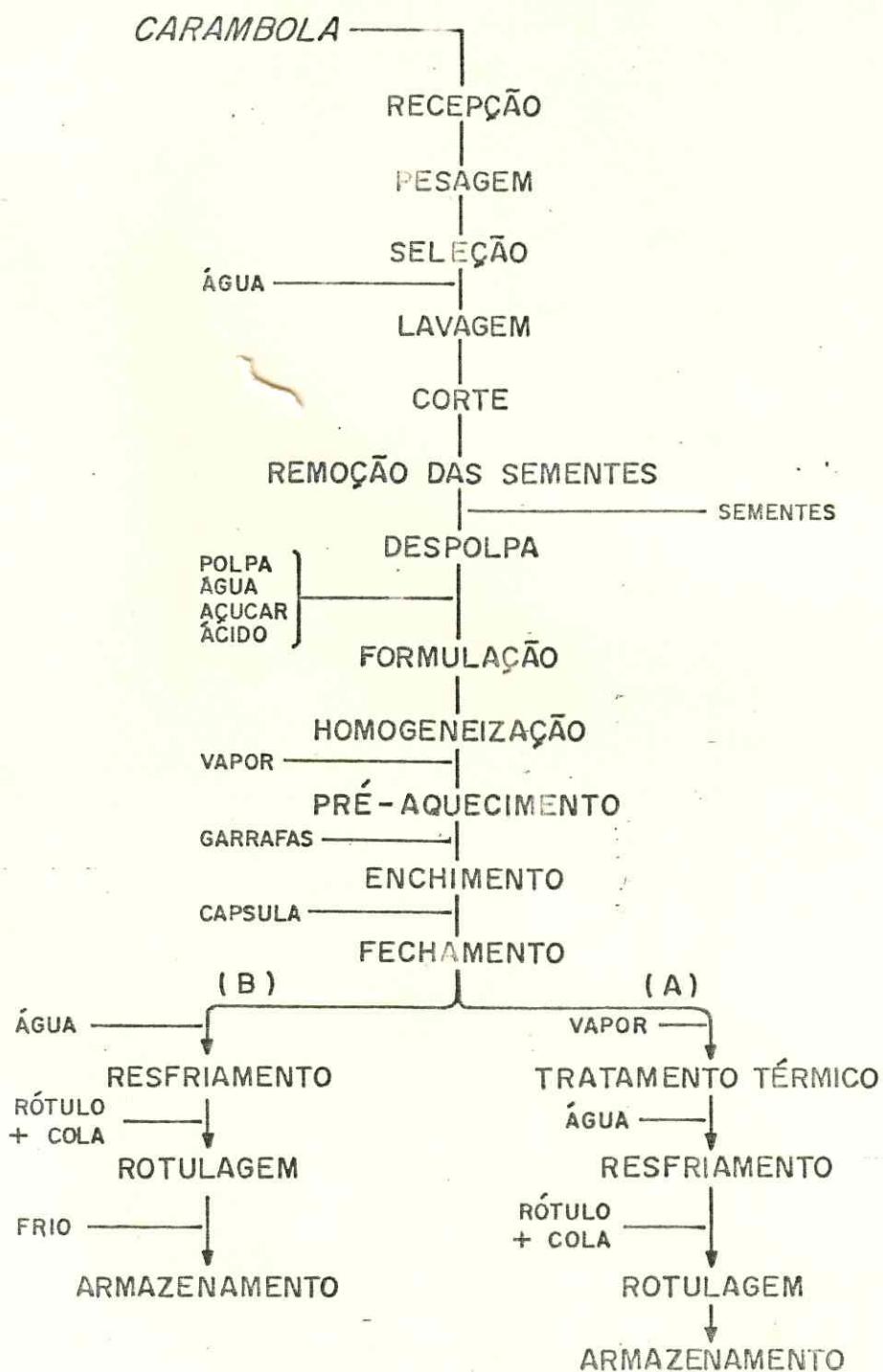


FIGURA 2 - Fluxograma de obtenção dos néctares de carambola (*Averrhoa carambola*, L.), preservados através de baixa (B) e alta (A) temperatura.

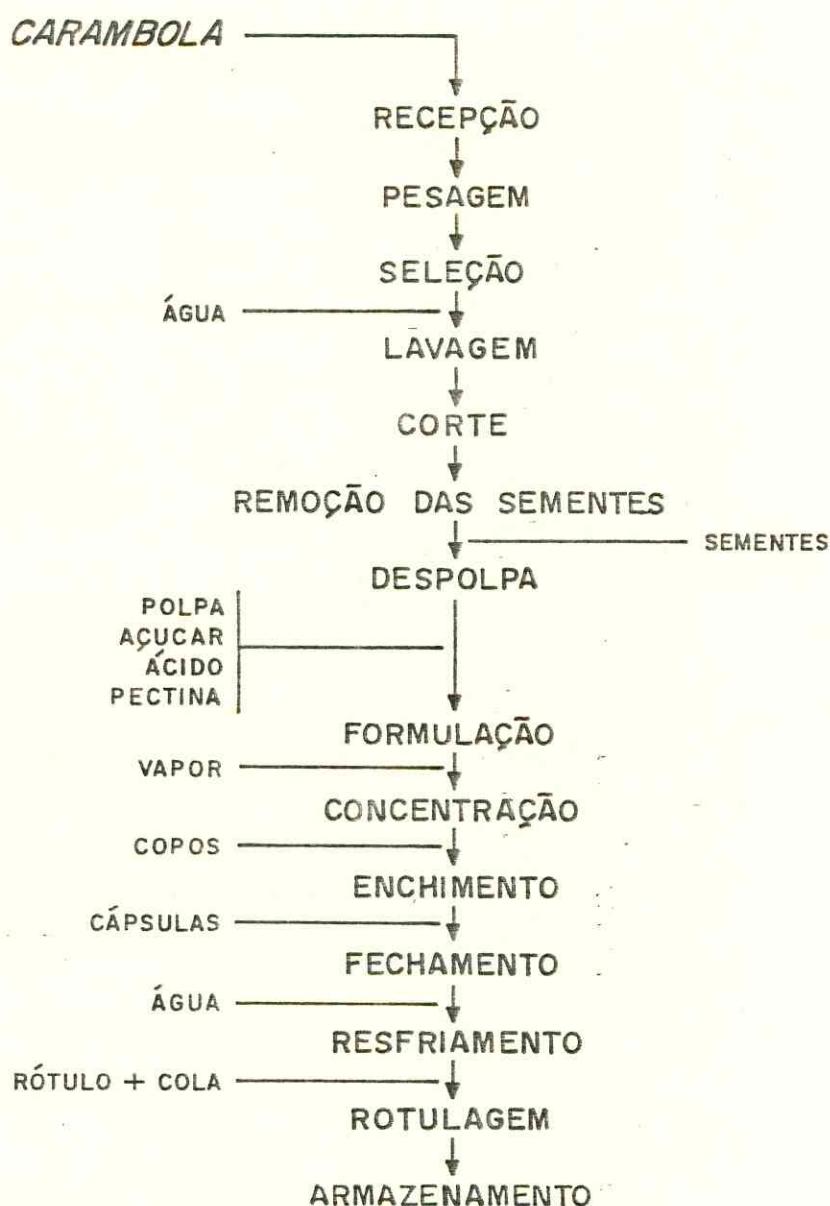


FIGURA 3 - Fluxograma de obtenção da geléia de carambola (*Averrhoa carambola*, L.).

TABELA 18 - Formulações da geléia de carambola.

Componentes	Formulação 1	Formulação 2
Polpa (kg)	5	5
Açúcar (kg)	4	4
Ácido tartárico (g)	20	30
Pectina (g)	20	30

3.2.4 - Análises físico-químicas e químicas dos néctares de geléias de carambola

Os néctares (duas formulações, ambas preservadas por baixa e alta temperatura) e as geléias (também duas formulações) foram analisados através de determinações físico-químicas e químicas, logo após o processamento e em intervalos de 30 dias, por um período de cinco meses, com a finalidade de se verificar a estabilidade dos referidos produtos.

As amostras utilizadas nas determinações foram escolhidas aleatoriamente. Para os néctares, utilizou-se como amostra, duas garrafas de cada formulação, sendo uma preservada por alta temperatura e outra por baixa temperatura. Para as geléias também foram usadas duas amostras de cada formulação.

3.2.4.1 - Potencial hidrogeniônico (pH)

Utilizou-se a metodologia descrita no item 3.2.2.1.

3.2.4.2 - Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix)

Utilizou-se a metodologia descrita no item 3.2.2.2.

3.2.4.3 - Acidez titulável total

Utilizou-se a metodologia descrita no item 3.2.2.4.

3.2.4.4 - Glicídios redutores, em glicose %

Utilizou-se a técnica descrita no item 3.2.2.5.

3.2.4.5 - Glicídios não redutores, em sacarose %

Utilizou-se a técnica descrita no item 3.2.2.6.

3.2.4.6 - Glicídios totais (%)

Utilizou-se a técnica descrita no item 3.2.2.7.

3.2.4.7 - Ácido ascórbico (Vitamina C)

Utilizou-se a técnica descrita no item 3.2.2.4.

3.2.4.8 - Pigmentos solúveis em água

Os pigmentos solúveis em água foram determinados através da metodologia descrita por MAIA et alii (1978).

Pesaram-se, aproximadamente, 5g da amostra homogeneizada, adicionou-se 95ml de ácido metafosfórico a 1%, homogeneizou-se em liquidificador durante 3 minutos. Transferiu-se para cápsulas de centrífuga, aplicando-se 1400 rpm por um período de 30min. Filtrou-se o sobrenadante em papel de filtro Whatman nº 1. Misturou-se 25ml do filtrado com igual volume de etanol a 95%, filtrando a mistura em papel Whatman nº 1. A transmitância do filtrado foi medida em um espectrofotômetro BAUSH & LOME, modelo Spectronic 20, em comprimento de onda de 420nm. Os resultados desta determinação foram expressos em percentagem de transmitância.

3.2.5 - Analise sensorial dos néctares e geléias

A análise sensorial realizou-se com a finalidade de se avaliar a preferência do consumidor, com relação ao parâmetro sabor dos néctares e geléias processados. Para o primeiro produto, a análise sensorial foi feita logo após seu processamento e com 120 dias de armazenamento. Para o segundo produto fez-se a referida análise somente após os 120 dias de armazenamento.

Uma equipe de 10 provadores treinados realizou a análise sensorial dos produtos, aplicando o método da escala hedônica estruturada de 7 pontos, de acordo com MORAIS (1978) citado por BAYMA (1986), onde os valores de 1 a 7 correspondiam, respectivamente, a "desgostei muito" e "gostei muito", conforme o modelo apresentado na FIGURA 4.

A avaliação sensorial deu-se em duas etapas. Na primeira avaliou-se os néctares A_{1a} , A_{1b} , A_{2a} e A_{2b} recém processados, diferenciados através da formulação feita e pelo

ESCALA HEDÔNICA ESTRUTURADA DE 7 PONTOS

NOME:

DATA: ____/____/____

INSTRUÇÕES: Marque com o círculo somente um número que indique o grau de gostar ou desgostar para a amostra.

SABOR

7	_____	Gostei muito
6	_____	Gostei moderadamente
5	_____	Gostei ligeiramente
4	_____	Indiferente
3	_____	Desgostei ligeiramente
2	_____	Desgostei moderadamente
1	_____	Desgostei muito

FIGURA 4 - Ficha utilizada na análise sensorial dos néctares e geléias de carambola (*Averrhoa carambola*, L.).

método de preservação utilizado. Na segunda etapa, usou-se outras amostras de néctares, também rotuladas A_{1a}, A_{1b}, A_{2a} e A_{2b}, e as amostras de geléia, denominadas X e Y, diferenciadas apenas pela formulação. Procedeu-se a segunda etapa da análise sensorial, depois de decorridos 120 dias de armazenamento dos referidos produtos.

A significância das amostras é relatada como se segue:

A_{1a} e A_{1b} - Formulação 1 com método de preservação a quente (100°C/15min) e a frio (-18°C), respectivamente (néctar).

A_{2a} e A_{2b} - Formulação 2 com métodos de preservação a quente (100°C/15min) e a frio (-18°C), respectivamente (néctar).

X e Y - Para a geléia, significando formulação 1 e 2, respectivamente.

3.2.6 - Análise estatística

Os dados, peso, comprimento, diâmetro e densidade obtidos da caracterização física de 100 frutos da carambola (*Averrhoa carambola*, L.) escolhidos ao acaso, foram utilizados para se determinar o padrão médio da carambola e também uma relação entre seu comprimento, diâmetro e peso.

A relação abaixo nos dá o valor do peso dos frutos em função do comprimento e do diâmetro:

$$\text{Peso} = -72,574 + 12,297 \text{ C} + 7,56 \text{ D}$$

onde, C = comprimento e D = diâmetro.

Esta equação foi obtida através do método dos míni-

mos quadrados com $R^2 = 76,37\%$, que indica um ajuste razoável.

Para a análise estatística dos resultados obtidos através do estudo físico-químico e químico dos produtos processados, realizou-se a análise de variância e o teste de DUNCAN de acordo com MONTGOMERY (1976) e CONOVER (1971).

No estudo de estabilidade do néctar foram analisadas as variáveis pH, sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), acidez titulável total, glicídios redutores, glicídios não redutores, glicídios totais, vitamina C e pigmentos solúveis em água.

Para o pH e sólidos solúveis foi utilizada a interação tripla (comportamento de cada fator: tempo, formulação e temperatura ao mesmo tempo), e para as demais variáveis a análise foi feita normalmente através da análise de variância, com aplicações do teste de DUNCAN sempre que ocorresse diferenças significativas entre as médias.

Assim, cada observação pode ser descrita como:

$$Y_{ijkl} = M + F_i + C_j + T_k + FC_{ij} + FT_{ik} + CT_{jk} + FCT_{ijk} + E_{ijkl}$$

onde:

$$i = 1, 2, \quad j = 1, 2 \quad e \quad k = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$l = 1 \text{ (para pH e } ^{\circ}\text{Brix)}$$

$$l = 2 \text{ (para as demais)}$$

M = representa o efeito da média geral

F_i = representa o efeito da formulação ($i = 1$ - formulação 1 e $i = 2$ - formulação 2).

C_j = representa o efeito da temperatura j ($j = 1$ - frio e $j = 2$ - calor)

T_k = representa o efeito do tempo k ($k = 1$ - 1º mês; $k = 2$ - 2º mês; $k = 3$ - 3º mês; $k = 4$ - 4º mês e $k = 5$ - 5º mês)

FC_{ij} = representa o efeito da interação, formulação e temperatura

FT_{ik} = representa o efeito da formulação j e do tempo k

CT_{jk} = representa o efeito da temperatura j e do tempo k

FCT_{ijk} = representa o efeito da formulação i com a temperatura j e com o tempo k

E_{ijkl} = representa o efeito do acaso

Então as seguintes hipóteses foram testadas:

$$1) H_0: F_1 = F_2 = 0$$

$$H_1: F_1 \neq F_2 \neq 0$$

$$2) H_0: C_1 = C_2 = 0$$

$$H_1: C_1 \neq C_2 \neq 0$$

$$3) H_0: T_i = 0, \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, 5$$

$$H_1: \text{Pelo menos um } T_i \neq 0$$

$$4) H_0: (FC)_{ij} = 0, \text{ para todo } i, j$$

$$H_1: \text{Pelo menos um } (FC)_{ij} \neq 0$$

$$5) H_0: (FT)_{ik} = 0, \text{ para todo } i, k$$

$$H_1: \text{Pelo menos um } (FT)_{ik} \neq 0$$

$$6) H_0: (CT)_{jk} = 0, \text{ para todo } j, k$$

$$H_1: \text{Pelo menos um } (CT)_{jk} \neq 0$$

$$7) H_0: (FCT)_{ijk} = 0, \text{ para todo } i, j, k \text{ (não foi testado no caso do pH e } ^\circ\text{Brix por falta de repetições)}$$

$$H_1: (FCT)_{ijk} \neq 0 \text{ para, pelo menos, um } i, j, k.$$

No estudo estatístico de estabilidade da geléia também foram analisadas as variáveis: pH, sólidos solúveis (${}^\circ\text{Brix}$), acidez titulável total, glicídios redutores, glicídios não redutores, glicídios totais, vitamina C e pigmentos

solúveis em água.

Para a análise do pH e °Brix foi usada interação dupla (comportamento em cada fator: tempo e formulação) e para as demais variáveis fez-se o estudo estatístico através da análise de variância, utilizando também o teste de DUNCAN para comparar as diferenças significativas entre as médias.

Assim, cada observação pode ser descrita como:

$$Y_{ijk} = M + F_i + T_j + FT_{ij} + E_{ijk}$$

onde:

$$i = 1, 2 \quad j = 1, 2, 3, 4, 5 \quad e \quad k = 1, 2$$

M = representa o efeito da média geral

F_1 = representa o efeito da formulação i ($i = 1$ - formulação 1 e $i = 2$ - formulação 2).

T_j = representa o efeito da formulação j ($j = 1$ - 1º mês; $j = 2$ - 2º mês; $j = 3$ - 3º mês; $j = 4$ - 4º mês; $j = 5$ - 5º mês)

FT_{ij} = representa o efeito da interação formulação i e o tempo j

E_{ijk} = representa o efeito do acaso

Então, as seguintes hipóteses foram testadas:

$$1) H_0: F_1 = F_2 = 0$$

$$H_1: F_1 \neq F_2 \neq 0$$

$$2) H_0: T_j = 0, \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, 5$$

$$H_1: \text{Pelo menos um } T_j \neq 0$$

$$3) H_0: (FT)_{ij} = 0, \text{ para todo } i, j$$

$$H_1: \text{Pelo menos um } (FT)_{ij} \neq 0$$

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Médidas físicas e rendimento

As medidas físicas, comprimento, diâmetro, peso, volume e densidade efetuadas em 10 frutos escolhidos aleatoriamente estão listadas na TABELA 19.

Na TABELA 20 estão os resultados inerentes ao estudo estatístico (padrão médio da carambola e relação entre o comprimento, diâmetro e peso) das medidas físicas dos 100 frutos.

Conforme WAGNER et alii (1975), o peso e o comprimento de vários cultivares de carambola são bastante variáveis (ver TABELA 2). Os pesos variando de 54g até 111g e o comprimento de 6,1cm até 10cm. Já em pesquisa feita por NARAIN et alii (1987), as carambolas verdes pesam cerca de 28,88g, enquanto as meio maduras e maduras têm como média o valor de 51,89g.

Comparando os pesos obtidos dos 100 frutos, vemos uma variação de 28,4g até 94,9g, portanto, o maior peso encontrado está dentro da faixa do maior peso determinado por WAGNER et alii (1975) e superior ao valor indicado por NARAIN et alii (1987), enquanto que o menor peso é inferior ao encontrado pelo primeiro autor e quase que similar ao exposto pelo segundo autor.

O comprimento obtido variou de 6,02cm até 9,40cm. Em confronto com os valores de 6,1cm até 10cm atribuídos por WAGNER et alii (1975), vemos que ambas as faixas possuem variações muito próximas.

NARAIN et alii (1987) determinou um comprimento médio de 7,01cm para frutos maduros, o qual se aproxima muito da média do comprimento obtido (7,74cm).

TABELA 19 - Medidas físicas obtidas de 100 frutos maduros da caramboleira (*Averrhoa carambola*, L.) escolhidos ao acaso.

Amostra	Peso (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Volume (cm³)	Densidade (g/cm³)
01	69,1	8,45	5,18	40,0	1,7275
02	53,7	8,45	4,79	30,0	1,7900
03	56,0	7,75	4,46	30,0	1,8667
04	56,1	7,86	4,13	20,0	2,8050
05	60,7	7,87	4,76	30,5	1,9902
06	58,7	7,93	5,05	30,2	1,9437
07	65,1	8,73	4,46	33,8	2,1136
08	61,3	8,28	5,32	30,5	2,0098
09	81,8	8,63	5,27	30,8	2,6558
10	63,5	8,38	4,46	30,5	2,0820
11	38,6	6,21	4,49	20,5	1,8829
12	62,4	7,44	5,59	30,8	2,0260
13	65,4	8,49	4,96	30,9	2,1165
14	60,5	7,82	5,50	30,5	1,9836
15	48,9	7,75	4,28	30,0	1,6300
16	59,8	8,10	4,83	30,5	1,9607
17	37,8	6,46	3,68	20,0	1,8900
18	63,5	7,85	4,32	30,8	2,0617
19	61,5	8,29	4,87	30,5	2,0164
20	55,6	7,50	4,24	30,1	1,8472
21	54,7	7,80	4,25	30,0	1,8233
22	51,2	8,54	4,52	30,0	1,7067
23	40,8	7,03	4,66	20,5	1,9902
24	58,5	7,78	3,54	30,2	1,9371
25	87,4	9,34	4,85	40,9	2,1369
26	61,1	7,87	4,83	30,5	2,0033
27	57,6	7,47	5,00	30,3	1,9010
28	51,3	7,52	4,73	30,0	1,7100
29	90,7	8,89	5,66	50,0	1,8140

TABELA 19 - (continuação)

Amostra	Peso (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Volume (cm³)	Densidade (g/cm³)
30	94,9	9,00	6,08	50,1	1,8942
31	36,7	6,84	3,77	20,0	1,8350
32	63,1	8,20	5,00	30,8	2,0487
33	56,7	8,25	4,88	30,1	1,8837
34	65,3	7,71	5,00	30,8	2,1201
35	69,5	7,83	5,15	40,0	1,7375
36	62,9	7,84	4,93	30,5	2,0623
37	54,7	7,69	4,46	30,0	1,8233
38	63,9	8,23	4,54	30,8	2,0747
39	69,9	8,28	4,62	30,9	2,2621
40	35,1	6,82	3,93	20,0	1,7550
41	52,0	7,61	4,64	30,0	1,7333
42	59,4	7,82	5,12	30,2	1,9669
43	50,8	8,18	4,69	20,9	2,4306
44	43,1	7,54	4,85	20,5	2,1024
45	70,3	7,84	4,81	40,0	1,7575
46	77,8	9,02	5,12	40,1	1,9401
47	84,7	9,40	3,71	40,5	2,0914
48	56,7	8,24	3,72	30,0	1,8900
49	73,9	8,18	4,70	40,0	1,8475
50	74,5	8,10	5,10	30,9	2,4110
51	71,8	8,78	4,64	30,8	2,3312
52	56,8	8,44	4,24	30,0	1,8933
53	62,1	7,63	4,59	30,2	2,0563
54	45,4	7,32	4,00	20,5	2,2146
55	63,8	8,25	4,81	30,5	2,0918
56	58,7	7,67	4,65	30,1	1,9502
57	53,2	8,15	3,87	30,0	1,7733
58	33,8	6,78	3,46	10,9	3,1009
59	37,6	6,54	4,07	20,0	1,8800
60	67,2	7,81	5,0	30,8	2,1818

TABELA 19 - (continuação)

Amostra	Peso (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Volume (cm³)	Densidade (g/cm³)
61	67,9	7,82	5,16	20,8	3,2644
62	60,8	7,46	4,53	30,5	1,9934
63	74,6	8,25	4,80	30,0	2,4867
64	40,9	7,26	4,08	20,0	2,0450
65	39,6	7,91	3,88	20,0	1,9800
66	59,2	7,98	4,52	30,5	1,9410
67	46,5	7,54	4,20	20,8	2,2356
68	49,5	6,70	4,10	20,8	2,3798
69	37,8	6,13	3,84	20,0	1,8900
70	54,2	7,07	4,12	30,0	1,8067
71	51,4	7,42	3,80	20,5	2,5073
72	49,8	6,95	4,14	20,8	2,3942
73	37,1	6,57	3,52	20,0	1,8550
74	54,0	7,31	5,08	30,0	1,8000
75	58,2	7,60	4,96	30,0	1,9400
76	58,1	7,62	4,82	30,0	1,9367
77	77,3	8,54	5,21	40,0	1,9325
78	55,0	7,89	4,86	30,0	1,8333
80	68,4	8,73	4,69	30,8	2,2208
81	46,5	7,45	4,00	20,5	2,2682
82	61,0	7,97	4,96	30,0	2,0333
83	50,8	7,78	4,39	20,8	2,4423
84	37,1	6,32	3,77	20,0	1,8550
85	28,4	6,02	3,77	10,5	2,7048
86	42,0	7,69	4,81	20,5	2,0488
87	46,6	7,54	4,24	20,8	2,2404
88	33,3	6,20	3,65	10,8	3,0833
89	54,0	7,47	3,56	30,0	1,8000
90	47,4	7,38	3,90	20,5	2,3122
91	41,8	7,39	4,09	20,1	2,0796
92	36,4	6,33	3,89	20,0	1,8200

TABELA 19 - (continuação)

Amostra	Peso (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Volume (cm³)	Densidade (cm³)
93	50,7	6,74	4,10	20,8	2,4375
94	70,3	8,48	4,51	40,0	1,7575
95	60,0	8,12	4,78	30,5	1,9672
96	66,1	7,82	3,91	30,5	2,1672
97	65,7	9,08	4,44	30,8	2,1331
98	40,1	7,17	3,90	20,0	2,0050
99	64,2	8,50	4,48	30,5	2,1049
100	40,0	6,72	4,05	20,2	1,9802

TABELA 20 - Resultados estatísticos descritivos das medidas físicas realizadas em 100 frutos da caramboleira (*Averrhoa carambola*, L.)

Variáveis	(Peso (g))	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)	Volume (cm³)	Densidade (g/cm³)
Média	56,75	7,74	4,51	28,05	23,06
Desvio Padrão	13,28	0,73	0,54	7,30	0,30
Coeficiente de Variação	23,41%	9,39%	11,93%	26,02%	14,56%
Intervalo*	54,15;59,35	7,74;7,76	4,50;4,52	27,91;28,91	2,05;2,07

* Intervalos com 95% de confiança para os pesos médios de cada variável.

O baixo coeficiente de variação do comprimento, inferior a 10, afera uma certa homogeneidade entre os dados obtidos sendo o oposto o que se observa em relação ao coeficiente de variação do peso, diâmetro, volume e densidade.

Nas TABELAS 21 e 22 estão expressos os valores dos rendimentos e perdas obtidos em laboratório e em escala piloto (industrial), respectivamente, para a obtenção da polpa utilizada para fabricar os produtos néctar e geléia.

Segundo WENKAN & MILLER (1965), citado por GUIMARÃES (1981), a parte da carambola considerada como refugo é apenas a semente, constituindo em um percentual de 5%, o que nos aponta um rendimento de 95%, bastante superior a muitos frutos tropicais, os quais apresentam como refugo percentuais bem maiores do que o da carambola, a saber: abacate (35%), sapoti (25%), manga (33%), pitanga (22%), tamarindo (69%) e outros.

Os refugos obtidos em laboratório (21,31%) em escala piloto (21,82%) são elevados quando comparados com os valores indicados por WENKAN & MILLER (1965), citado por GUIMARÃES (1981). Os altos valores de refugo são atribuídos às técnicas utilizadas para a manufatura da polpa muito provavelmente à operação de despolpa e tamizamento.

4.2 - Determinações físico-químicas e químicas da polpa

Os resultados das determinações físico-químicas e químicas da polpa estão expressos na TABELA 23.

Conforme POTTER (1968), a composição dos frutos varia não somente com a variedade botânica, as práticas de cultivos, condições climáticas, mas, também, com o grau de maturação e os modos de amadurecimento depois da colheita.

TABELA 21 - Rendimento em laboratório das partes constituintes do fruto da caramboleira.

Partes constituintes	Peso (kg)	Percentual (%)
Fruto	13,00	100
Suco	10,00	76,92
Resíduo (fibra + sementes)	2,77	21,31
Perda	0,23	1,77

TABELA 22 - Rendimento em escala piloto das partes constituintes do fruto da caramboleira.

Partes constituintes	Peso (kg)	Percentual (%)
Fruto	3,30	100
Suco	2,30	69,70
Resíduos (fibra + sementes)	0,72	21,82
Fibra	0,70	21,15
Sementes	0,22	0,67
Perdas	0,28	8,48

TABELA 23 - Resultados das análises físico-químicas e químicas da polpa de carambola (*Averrhoa carambola*, L.)

Determinações*	Resultados
Umidade (%)	90,21
Proteína (%)	0,43
Lipídios (%)	0,16
Fibra (%)	0,56
Cinza (%)	0,40
Amido (%)	1,86
Glicídios redutores (glicose %)	4,07
Glicídios não redutores (sacarose %)	-
Glicídios totais (%)	5,93
pH	3,33
Sólidos solúveis (°Brix)	5,10
Acidez titulável total (ácido cítrico %)	0,37
°Brix/aridez	13,78
Ácido ascórbico (mg/100g)	17,16
Fósforo (mg P ₂ O ₅ /100g)	15,20
Cálcio (mg/100g)	22,60
Ferro (mg/100g)	0,44
Taninos (mg/100g)	156,60
Pectina (%)	0,50

* Média de 3 determinações.

A grande maioria dos vegetais e frutos possuem elevado teor de umidade, baixo de proteína e gordura. A umidade com valores, geralmente, superiores a 70%, o conteúdo proteíco inferior a 3,5% e o de lipídio menor do que 0,5%, POTTER (1968). Os valores da umidade (90,21%), proteína (0,43%) e lipídios (0,16%) obtidos nas análises são compatíveis aos anteriormente citados pelo referido autor. Da mesma forma, o teor de lipídios obtido está dentro da faixa reportada por

MITCHELL e colaboradores (1978), na qual a maioria dos vegetais e frutas contém menos do que 1% de gordura, com exceção de abacates e azeitonas.

O teor de umidade obtido (90,21%) é comparável com os determinados por LIMA et alii (1965)(90,35%) e ENDEF (1981) (91,70%), e superior ao apontado por OLIVEIRA (1982) (89,90%).

Quanto ao teor de proteína (0,43%), é superior ao encontrado por LIMA et alii (1965)(0,36%) e HALL et alii (1980)(0,38%), aproximando-se dos teores de ENDEF (1981) (0,5%), FRANCO (1986)(0,5%), sendo menor do que o de OLIVEIRA (1982)(0,7%), RODRIGUES (1947)(1,31%) e HALEX (1952)(0,60%) citado por LIMA e colaboradores (1965).

A taxa de lipídios determinada (0,16%) é bem próxima aos valores reportados por NORBDY & HALL (1979) (0,12-0,01%), ENDEF (1981)(0,1%) e FRANCO (1986)(0,1%); e inferior aos citados por RODRIGUES (1947)(0,23%), LIMA et alii (1965)(1,0%) e OLIVEIRA (1982)(0,5%).

LUND & SMOOT (1982) relataram que a carambola possui concentrações bastante elevadas de lignina e cutina. Também afirmaram, que a cutina é, aparentemente, proveniente da pele do referido fruto, visto que partículas de cutina não foram detectadas na polpa da carambola. A TABELA 24 mostra que a variedade nº 44 é a mais rica em cutina, celulose, hemicelulose, lignina e minerais insolúveis.

A fibra detectada (0,56%) é superior aos teores encontrados por ENDEF (1981)(0,50%) e inferior aos citados por OLIVEIRA (1982)(0,9%) e HALEK (1952)(1,40%) mencionado por LIMA et alii (1965)(1,14%).

Em relação à cinza, temos (0,40%), cujo valor é igual ao de HALEK (1952)(0,40%) relatado por LIMA et alii (1965) e ENDEF (1981)(0,40%), e superior ao de LIMA et alii (1965)(0,27%).

Segundo SHAW & WILSON (1983), conforme a variedade de carambola há pouca variação nos valores de glicídios totais. Assim, para a variedade "M-18960" temos 6,8%, para a "Robert Newcomb" 6,6% e para a "Arkin" 6,9%. Estas taxas estão um pouco acima da determinada nas análises (5,93%), a

TABELA 24 - Conteúdo da fração fibra presente em alguns frutos tropicais.

	Percentagem de peso fresco (g/100g)							
	Método Seqüencial				Fibra Enzimática			
	Celulose	Hemicelulose	Lignina	Cinza	NDR ^c	Insolúvel	Sólivel	Peso seco
Carambola^a								
TEAN Ma	0,46±0,01	0,32±0,01	0,31±0,01	0,014±0,002	1,10±0,003	1,30±0,02	0,44±0,01	9,9±0,0
Nº 44 ^b	0,44±0,02	0,35±0,01	0,33±0,01	0,012±0,003	1,20±0,02	-	-	9,8±0,2
Sapoti	2,4±0,1	0,63±0,02	2,28±0,09	0,038±0,029	5,30±0,18	4,16±0,02	0,93±0,01	22,1±0,3
Mamão	0,72±0,05	0,103±0,028	0,086±0,022	0,16±0,002	0,91±0,01	1,11±0,04	0,79±0,04	13,3±0,1

Fonte: LUND & SMOOT (1982).

a - valores de cutina: para a carambola, TEAN Ma = 0,011±0,05 e nº 44 = 0,085±0,013.

b - numeral de designação da variedade.

c - resíduo detergente neutro compreendendo celulosa, hemicelulose, lignina, cutina e minerais insolúveis.

qual é maior que as citadas por LIMA et alii (1965) (3,17%) e inferior às de FRANCO (1986)(7,5%), OLIVEIRA (1982)(8,0%), ENDEF (1981)(7,3%), CAMPOS et alii (1951)(2,2%) e RODRIGUES (1947)(6,2%).

WAGNER e colaboradores (1975) relataram uma faixa de pH e sólidos solúveis (°Brix) para várias variedades de carambolas, a saber, de 2,3 até 4,9 e de 5,0 até 9,9, respectivamente. Os valores encontrados para pH e Brix (3,33 e 5,1, respectivamente) situam-se dentro desta faixa.

De acordo com LODH & PANTASTICO in PANTASTICO (1975), grandes quantidades de reservas nutricionais são estocadas nos tecidos de vegetais e frutos. Assim, a batata estoca amido; o abacate - gordura; a maçã - ácido málico; a acerola - ácido ascórbico e a carambola - ácido oxálico. WAGNER e colaboradores (1975) demonstraram valores de ácido oxálico na carambola na faixa de 0,039 até 0,679 meq/100g, em vários cultivares da referida fruta. O valor obtido na acidez titulável total, representado em percentagem de ácido cítrico foi de 0,37%.

Obteve-se 17,6mg/100g de ácido ascórbico, cujo valor é bastante inferior ao relatado por LIMA et alii (1965) (29,50mg/100g), OLIVEIRA (1982)(35mg/100g), FRANCO (1986) (23,6mg/100g para a variedade amarela e 31,8mg/100g para a branca) e dentro da faixa reportada por WAGNER e colaboradores (1975)(de 14 a 50mg/100g dependendo da variedade).

Conforme FRANCO (1986), a carambola possui também dosagens razoáveis de outras vitaminas, além da vitamina C (TABELA 25).

TABELA 25 - Vitaminas presentes na carambola, variedades amarela e branca.

Carambola	Retinol (mcg)	Tiamina (mcg)	Riboflavina (mcg)	Niacina (mg)	Vitamina C (mg)
Amarela	0,5	45	45	0,34	23,60
Branca	0,4	40	45	0,50	31,80

Fonte: FRANCO (1986).

Quanto ao teor de fósforo (P_2O_5) determinado (15,2 mg/100g) é maior do que o de FRANCO (1986)(11mg/100g), similar ao de LIMA e colaboradores (1965)(15mg/100g) e, menor do que OLIVEIRA (1982)(17mg/100g), ENDEF (1981)(30mg/100g) e RODRIGUES (1947)(17mg/100g).

A taxa de cálcio encontrada (22,6mg/100g) é bem menor que as determinadas por FRANCO (1986)(30mg/100g), ENDEF (1981)(30mg/100g), LIMA et alii (1965)(40mg/100g) e RODRIGUES (1947)(41mg/100g).

O teor de ferro obtido (0,44mg/100g) é superior ao determinado por LIMA et alii (1965)(0,35mg/100g), inferior ao indicado por OLIVEIRA (1982)(1,5mg/100g) e muito menor aos valores mencionados por ENDEF (1981)(2,9mg/100g) e FRANCO (1986)(2,9mg/100g).

De acordo com BASURI (1936), citado por GUIMARÃES (1981), os frutos, de forma geral, são pobres quanto aos sais de cálcio, fósforo e ferro, como podemos verificar na TABELA 26, um estudo comparativo feito pelo referido autor.

TABELA 26 - Classificação dos frutos de acordo com seus percentuais em cálcio, fósforo e ferro.

Mineral	Bom	Regular	Fraco
Cálcio (mg/100g)	30	15 a 30	15
Fósforo (mg/100g)	40	25 a 40	25
Ferro (mg/100g)	1	0,5 a 1	0,5

Fonte: BASURI (1936).

Assim, comparando os valores obtidos de cálcio (22,6 mg/100g), fósforo (15,2mg/100g) e ferro (0,44mg/100g) com os da TABELA 26, conclui-se que, com relação ao cálcio, a carambola é uma fruta regular e com respeito ao fósforo e ferro à mesma é fraca.

A análise de tanino apresentou 156,60mg/100g, valor inferior aos de alguns frutos tropicais encontrados por FIGUEIREDO (1984) para genipapo maduro (254,55mg/100g) e SILVA (1978) para murici (430mg/100g) e, superior, quando comparados aos determinados por BAYMA (1986) para mamão (19,10mg/100g), CARVALHO (1981) para banana (55mg/100g) e GUIMARÃES (1981) para pitanga (122mg/100g).

De acordo com PILNIK & VORAGEM (1978), citados por FIGUEIREDO (1984), durante o processo de amadurecimento dos frutos, ocorre uma gradual diminuição das substâncias pecticas, tendendo a desaparecer completamente com o total amadurecimento destes.

Segundo CZYHRINCIW (1969), os frutos cítricos são os mais ricos em pectina, BRAVERMAN (1949) reportou que a pele de tais frutos é constituída de 1,5 a 3% de pectina, como o limão branco que possui de 2,5 a 5,5% de pectina.

Em pesquisa realizada por BALDINI et alii (1982), na extração de pectina da carambola, foi obtido um rendimento de 0,63%. Sendo este valor superior aos encontrados para tomates, semelhantes aos detectados para morangos, uvas e peras, porém inferiores aos teores encontrados para maracujá, framboesas, pêssegos, bananas, maçãs e limões.

O valor de pectina obtida foi de 0,5%, portanto, um pouco abaixo do citado por BALDINI et alii (1982) (0,63%).

4.3 - Análise da estabilidade dos produtos processados

4.3.1 - Néctar

Estão inseridos na TABELAS 27, 28, 29 e 30, os resultados da análise de estabilidade inerentes às determinações físico-químicas e químicas feitas nos néctares preservados por baixa e alta temperaturas, respectivamente.

TABELA 27 - Resultados das determinações físico-químicas e químicas do néctar de carabola (Formulação 1), preservado por baixa temperatura.

Determinações*	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
pH	2,56	2,54	2,54	2,54	2,55
Sólidos solúveis (°Brix)	13,00	13,00	13,40	13,40	13,40
Acidez titulável total (ácido cítrico %)	0,65	0,62	0,66	0,65	0,68
Glicídios redutores (%)	3,92	3,92	3,81	3,81	3,83
Glicídios não redutores (%)	9,22	8,13	9,17	8,68	8,87
Glicídios totais (%)	13,14	12,15	12,98	12,49	12,69
Vitamina C (mg/100g)	7,08	5,10	4,95	5,90	5,72
PSA**	96,50	96,25	96,50	96,50	96,25

* Média de 3 determinações

** Pigmentos solúveis em água (transmitância %)

TABELA 28 - Resultados das determinações físico-químicas e químicas do néctar de carambola (Formulação 2), preservado por baixa temperatura.

Determinações*	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
pH	2,58	2,54	2,54	2,54	2,55
Sólidos solúveis (°Brix)	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Acidez titulável (ácido cítrico %)	0,60	0,62	0,64	0,63	0,66
Glicídios redutores (%)	4,01	3,98	4,15	4,01	4,30
Glicídios não redutores (%)	9,89	8,47	9,56	9,19	9,37
Glicídios totais (%)	13,90	12,45	13,71	13,06	13,67
Vitamina C (mg/100g)	5,31	5,10	4,93	5,86	5,96
PSA**	96,50	95,50	96,00	96,00	96,00

* Média de 3 determinações

** Pigmentos solúveis em água (transmitância %)

TABELA 29 - Resultados das determinações físico-químicas e químicas do néctar de carambola (Formulação 1), preservado por alta temperatura.

Determinações*	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
pH	2,57	2,55	2,55	2,55	2,57
Sólidos solúveis (°Brix)	13,00	13,00	13,80	13,60	13,60
Acidez titulável total (ácido cítrico %)	0,63	0,64	0,65	0,67	0,67
Glicídios redutores (%)	11,38	12,99	13,67	13,88	13,25
Glicídios não redutores (%)	2,39	0,20	**	**	**
Glicídios totais (%)	13,76	13,19	13,67	13,88	13,25
Vitamina C (mg/100g)	2,65	1,00	0,73	0,68	0,59
PSA***	96,50	96,00	96,00	96,25	95,00

* Médias de 3 determinações

** Traços

*** Pigmentos solúveis em água (transmitância %)

TABELA 30 - Resultados das determinações físico-químicas e químicas do néctar de carambola
 (Formulação 2), preservado por alta temperatura.

Determinações*	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
pH	2,57	2,55	2,55	2,55	2,57
Sólidos solúveis (^o Brix)	14,00	14,00	14,40	14,40	14,40
Acidez titulável total (ácido cítrico %)	0,61	0,61	0,65	0,65	0,63
Glicídios redutores (%)	11,36	14,07	14,57	14,57	14,57
Glicídios não redutores (%)	2,35	**	**	**	**
Glicídios totais (%)	13,72	14,07	14,57	14,57	14,57
Vitamina C (mg/100g)	2,65	1,00	0,73	0,45	0,49
PSA***	96,75	96,75	96,50	96,50	95,25

* Média de 3 determinações

** Traços

*** Pigmentos solúveis em água (transmitância %)

Observou-se uma alta significância estatística em todas as análises que poderiam ser atribuídas à pequena variabilidade verificada (ver coeficiente de variação - CV) para cada variável consultada.

Através do teste de DUNCAN compara-se as médias, obtendo-se resultados mais detalhados e se discrimina com maior facilidade os tratamentos, permitindo um maior nível de significância. Este teste exige, para ser exato, que todos os tratamentos tenham igual número de repetições. No entanto, o teste de TUKEY, baseia-se na amplitude total estudantizada ("Studentized Range"), o qual pode ser utilizado para comparar todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos, sendo também um teste exato e de uso muito simples, quando o número de repetições é o mesmo para todos os tratamentos, GOMES (1960).

O pH correspondente às duas formulações em ambos os tratamentos preservativos, mantiveram-se quase constantes no transcorrer do período de estabilidade, apresentando uma pequena flutuação do mês zero para o 1º mês e do 03 para o 4º. Provavelmente, este resultado, deve-se a uma homogeneização incompleta. Através da FIGURA 5, observa-se que as diferenças entre as médias de pH foram muito diminutas e consideradas significantes apenas pela pequena variabilidade dos dados.

Na TABELA 31 estão os resultados da análise de variância, mostrando que existe diferença no pH em cada tempo e temperatura, desta forma, as médias foram comparadas individualmente pelo teste de DUNCAN, verificando-se que houve diferenças a níveis de 1% a 5% de significância, sendo que o pH do néctar preservado por baixa temperatura é inferior ao do preservado por alta temperatura, conforme TABELA 32.

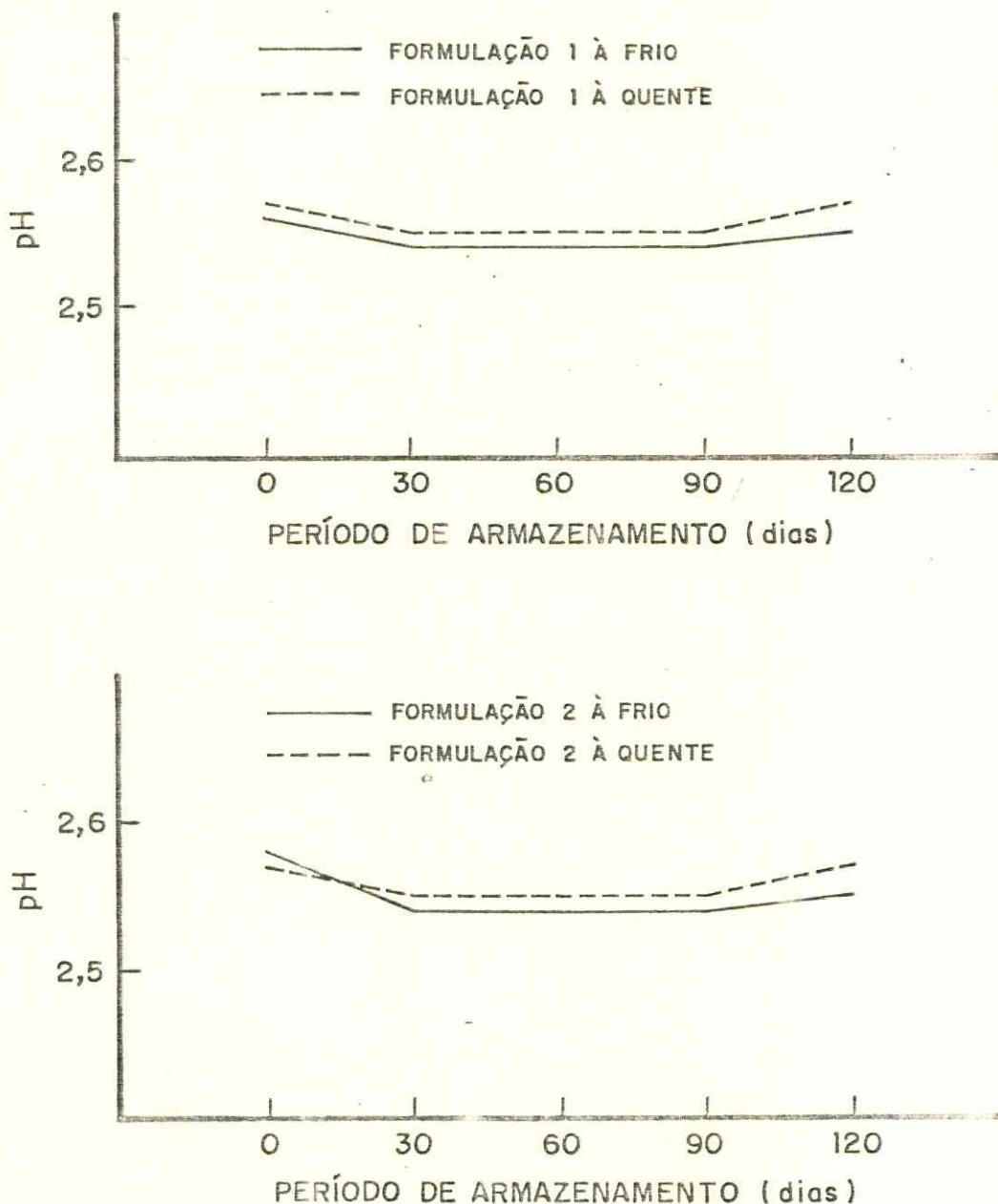


FIGURA 5 - Variações no pH dos néctares de carambola, preservados por baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

TABELA 31 - Quadro da análise de variância dos valores de pH, referentes aos néctares de carambola, preservados por tratamento térmico (frio e calor) e armazenados por 120 dias.

FV	GL	SQ	MSQ	F
Tempo (t)	4	0,00212	0,00053	26,5**
Formulação (F)	1	0,00002	0,00002	1,0
Temperatura (C)	1	0,0005	0,0005	25,0**
F x T	4	0,00008	0,00002	1,0
T x C	4	0,00020	0,00005	2,5
F x C	1	0,00002	0,00002	1,0
Resíduo	4	0,00008	0,00002	
TOTAL	19	0,00302		CV = 0,55%

** A nível de 1% de significância

TABELA 32 - Resultado do teste de DUNCAN a nível de 5% e 1% de significância, referente ao pH dos néctares.

Índice	5%	1%
R ₅	0,00899	0,0157
R ₄	0,00899	0,0154
R ₃	0,00897	0,0154
R ₂	0,00880	0,0146

Com relação aos sólidos solúveis, a única formulação que não apresentou modificação em seus valores, foi a formulação 2, conservada por baixa temperatura. Os demais néctares demonstraram oscilações no Brix durante a armazenagem (FIGURA 6).

A análise estatística através da análise de variância indicou a existência de um comportamento diferente do Brix para cada tempo e em cada formulação e de cada tempo em cada temperatura (TABELA 33). O teste de DUNCAN foi utilizado, mostrando que a diferença máxima aceitável pelo mesmo para 5% e 1% de significância, é de 0,1522 e 0,252, respectivamente, onde a média do Brix para a formulação 1; foi sempre menor que para a formulação 2, em todos os meses. Para ambas as formulações, o Brix foi maior no 3º, 4º e 5º meses. Nos néctares tratados por "hot pack", os sólidos solúveis apresentaram-se maiores no 3º e 5º meses.

Os resultados correspondentes à acidez titulável total (em ácido cítrico %) mostraram uma relativa estabilidade, apontando que a acidez para a formulação 1 foi superior à da formulação 2 a nível de 5% de significância (FIGURA 7).

TARR (1923), mencionado por CRUESS (1973), reportou que o ácido tartárico é, provavelmente, o mais ativo dos ácidos comumente presentes nos sucos de frutos e o ácido cítrico é o menos ativo.

Em suco de fruta é comum encontrar-se uma acidez titulável total alta e um pH também alto. Este fato decorre da presença de sistemas tampões na fruta, que mantêm o pH estável mesmo na presença de grandes quantidades de ácido. Os sais minerais e a pectina possuem um efeito tampão nos sucos de frutas, CETEC (1985).

Conforme a NATIONAL CANNERS ASSOCIATION RESEARCH LABORATORIES (1980), a acidez de diferentes variedades de frutos e vegetais varia, do mesmo modo que a acidez de diferentes porções individuais de um fruto ou vegetal. As condições de crescimento, tais como, clima, solo, umidade, etc... podem, também, afetar a acidez a qual pode variar de ano para ano e em diferentes períodos num mesmo ano. A acidez de

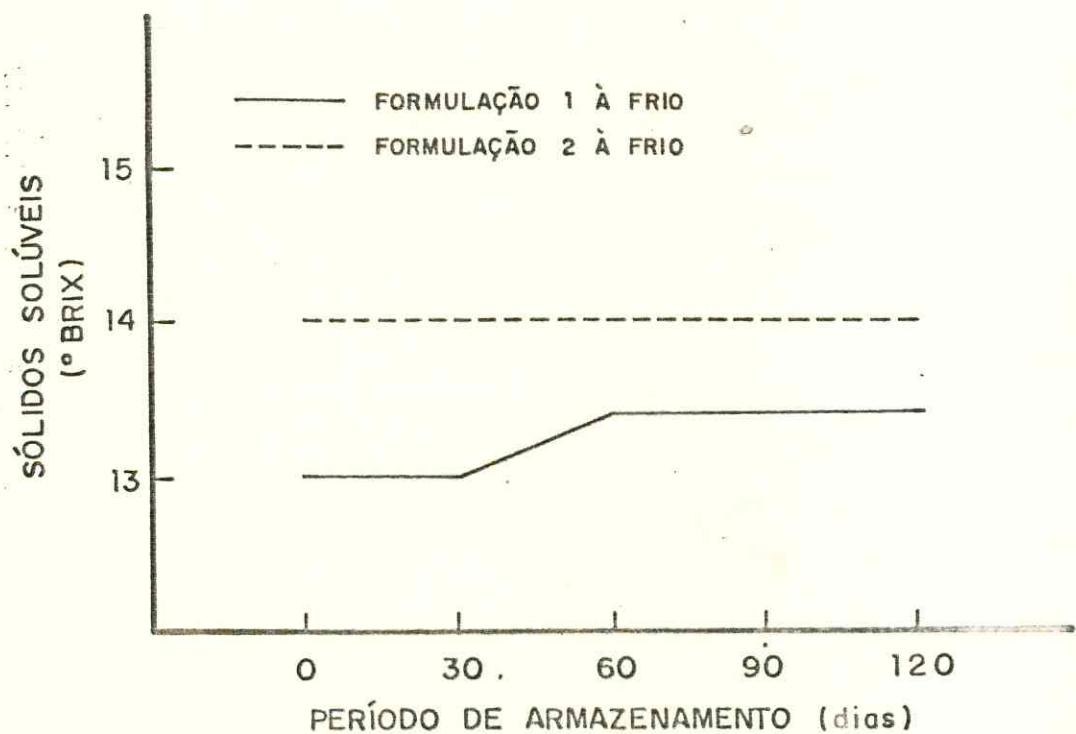
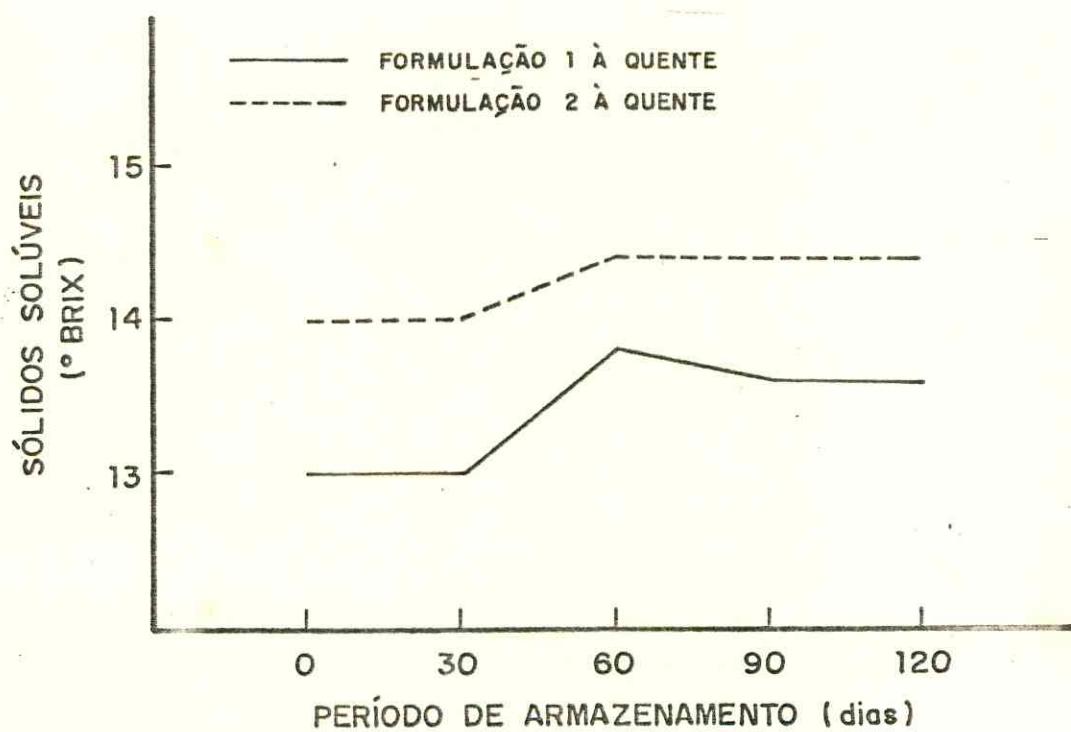


FIGURA 6 - Variações dos sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) nos néctares de carambola, preservados por baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

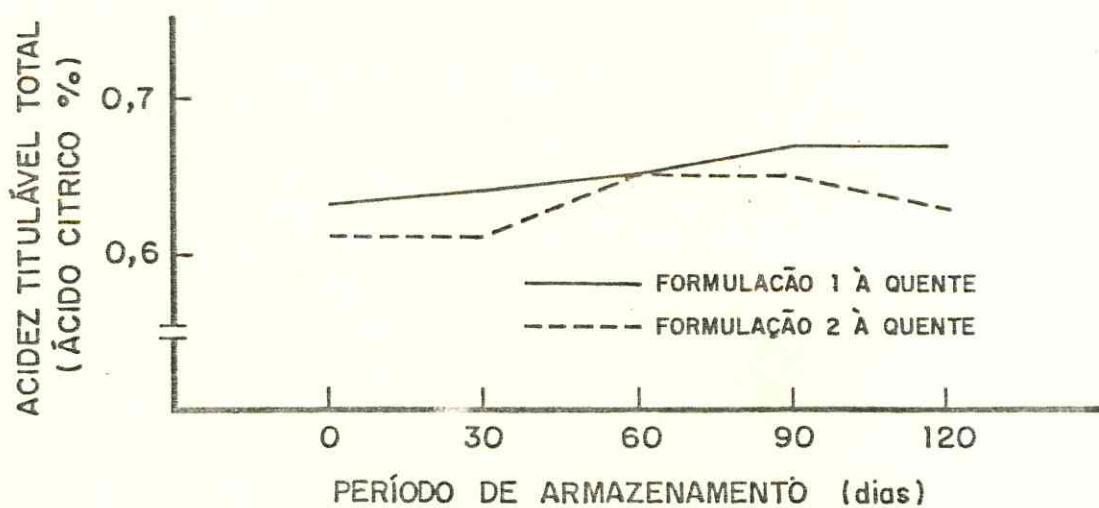
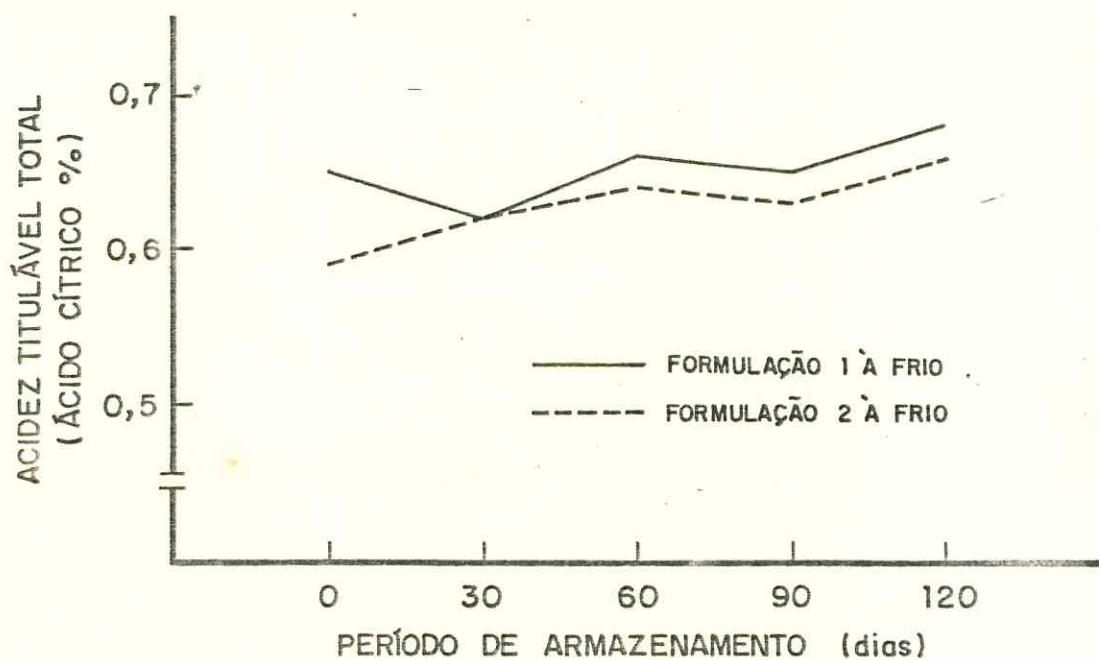


FIGURA 7 - Variações na acidez titulável total (ácido cítrico %) nos néctares de carambola, preservados por baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

de porções líquidas e sólidas de alimentos enlatados não é, geralmente, a mesma depois do processamento e durante a estocagem. O processamento pode causar um considerável aumento na acidez, a qual é evidenciada pela redução do pH, e o armazenamento ou incubação pode causar um posterior aumento na acidez, especialmente em produtos de baixa acidez. A deterioração microbiana pode causar uma marcante redução no pH, especialmente com alimentos pouco ácidos.

A análise estatística indicou que existe diferença no percentual de ácido cítrico no tempo e nas formulações (TABELA 33). Através do teste de DUNCAN, ao nível de 5% de significância, as médias dos 4 primeiros e dos 3 últimos meses são consideradas iguais.

Como pode ser observado na FIGURA 8, houve uma diminuição nos teores de vitamina C (mg/100g) nas duas formulações de néctares e em ambos os tratamentos térmicos utilizados. Segundo HOLANDA et alii (1980), o decréscimo gradativo verificado no conteúdo de ácido ascórbico dos néctares durante seu período de armazenamento, é considerado normal, e por isto, este nutriente é bastante utilizado como indicador do grau de estabilidade de diversos alimentos vegetais processados.

De acordo com a análise de variância, verificou-se uma interdependência quanto ao tratamento térmico usado e as formulações a nível de 1% de significância (TABELA 34). Conforme o teste de DUNCAN, ressaltando as médias em cada temperatura por mês e por formulação, a nível de significância de 5% e 1%, concluiu-se que o teor médio de vitamina C nos néctares preservados por baixa temperatura sempre foi maior do que nos conservados por alta temperatura, ao mesmo tempo que a média de ácido ascórbico para a formulação 1 foi igual ou maior à da formulação 2 (FIGURA 9).

As FIGURAS 10 e 11 mostram os valores para os pigmentos solúveis em água (PSA) determinados nos néctares de carambola. Verificou-se que os teores de PSA inerentes aos néctares tratados a baixa temperatura permaneceram estáveis no transcorrer do tempo de armazenagem, enquanto que, nos

TABELA 33 - Quadro da análise de variância** dos valores referentes à acidez titulável total (em ácido cítrico %) dos néctares de carambola preservados por tratamento térmico (frio e calor) e armazenados por 120 dias.

FV	G1	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	0,1280	0,0320	3,28*
Temperatura (C)	1	0,0010	0,0010	0,08
Formulação (F)	1	0,0580	0,0580	5,90*
T x C	4	0,0170	0,0040	0,44
T x F	4	0,0140	0,0040	0,37
C x F	1	0,0003	0,0003	0,03
T x C x F	4	0,0180	0,0040	0,46
Resíduo	20	0,1960	0,0100	
TOTAL	39	0,4323		CV = 2,18%

* A nível de 5% de significância

** Dados analisados com a variável transformada para arc sen $\sqrt{\%}$.

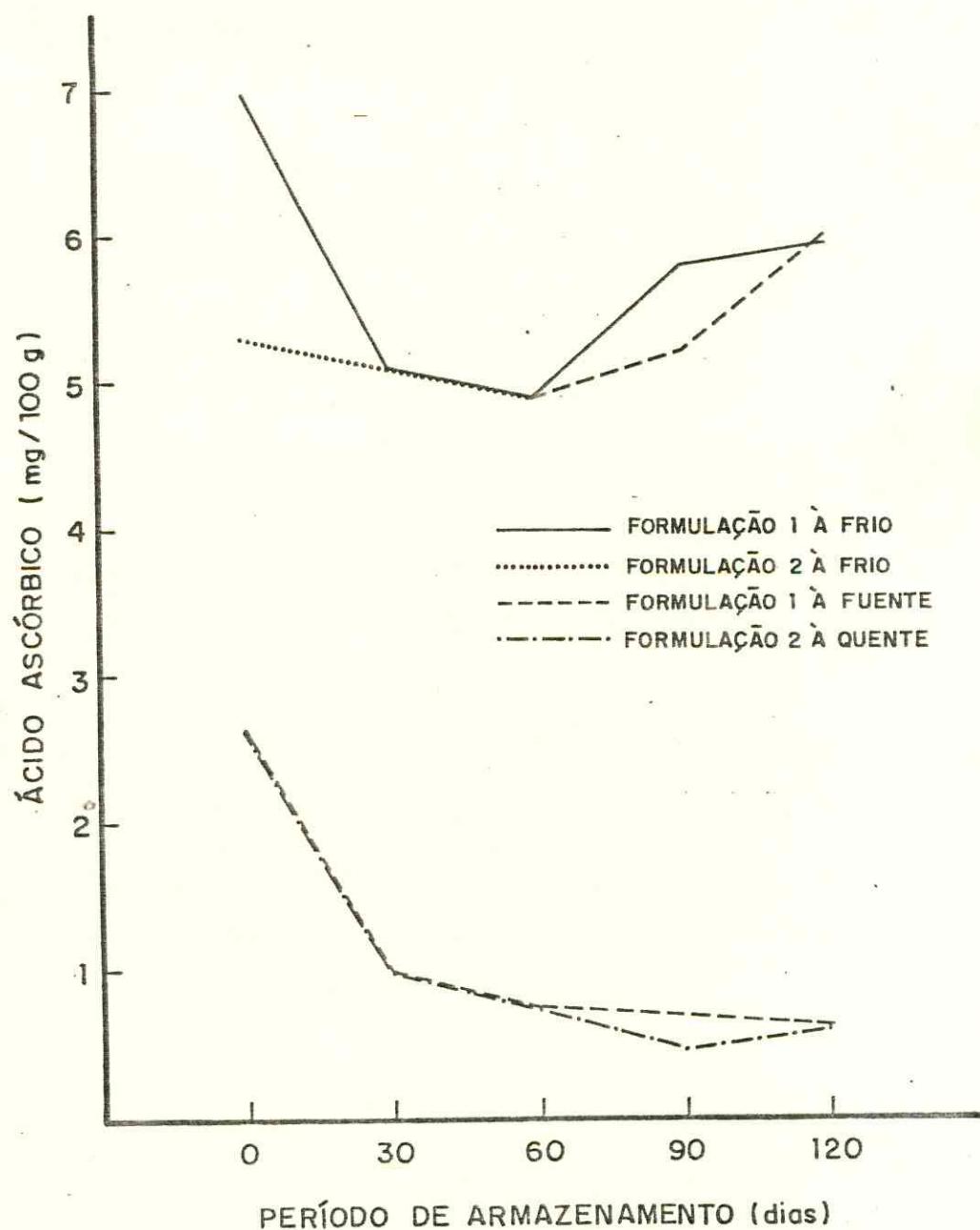


FIGURA 8 - Variações nos conteúdos de ácido arcórbico (mg/100g) nos néctares de carambola, preservados por baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

TABELA 34 - Quadro da análise de variância dos teores de ácido ascórbico (mg/100g) contidos nos néctares de carâmbola, submetidos a tratamento térmico (frio e calor) e estocados por 120 dias.

FV	G1	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	13,040	3,260	388,55**
Temperatura (C)	1	119,273	119,273	24909,13**
Formulação (F)	1	0,681	0,681	81,19**
T x C	4	4,521	1,130	134,71**
T x F	4	1,307	0,327	38,94**
C x F	1	0,467	0,467	55,61**
T x C x F	4	1,229	0,307	36,63**
Resíduo	20	0,168	0,008	
TOTAL	39	220,686		CV = 6,7%

** A nível de 1% de significância

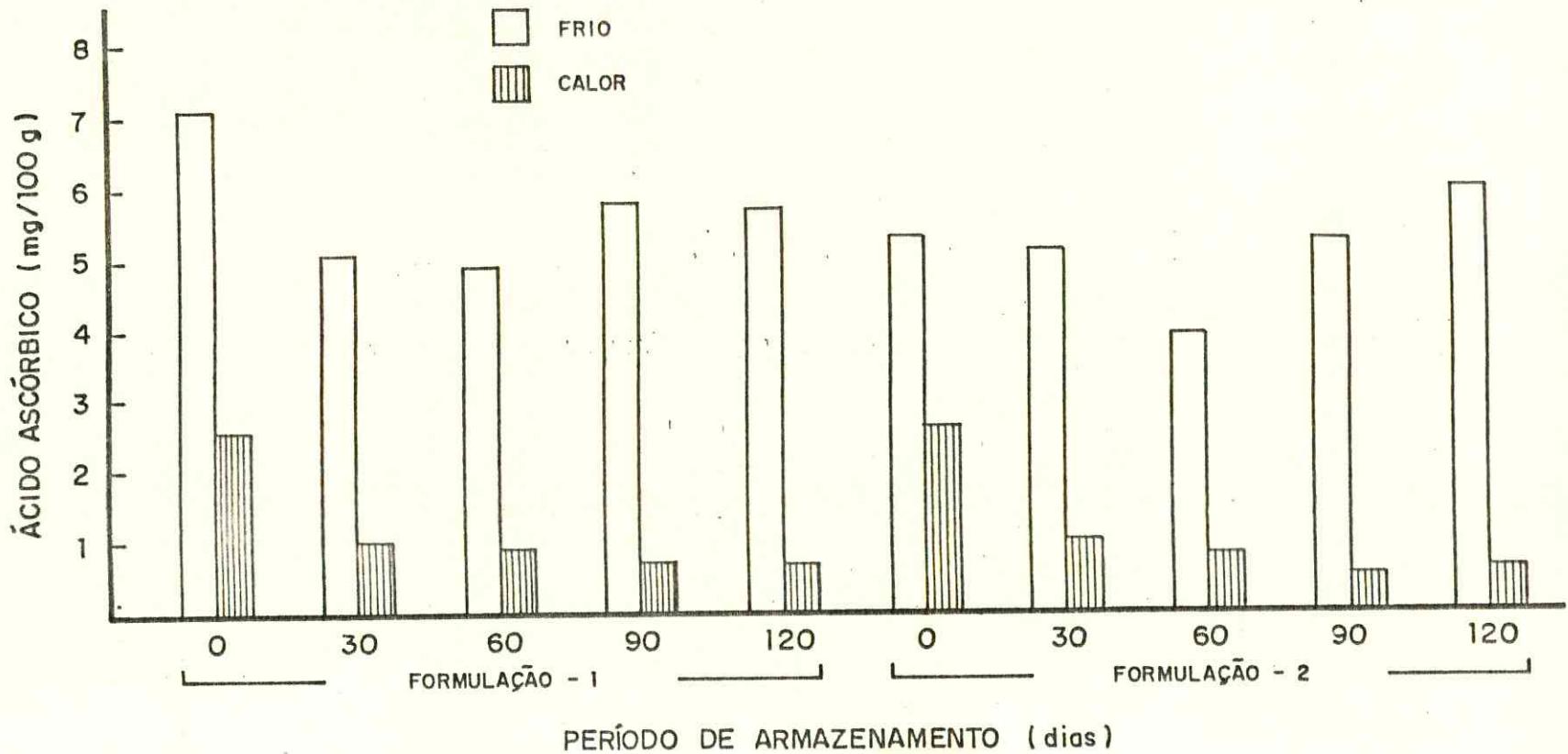


FIGURA 9 - Variações nos conteúdos de ácido ascórbico (mg/100g) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

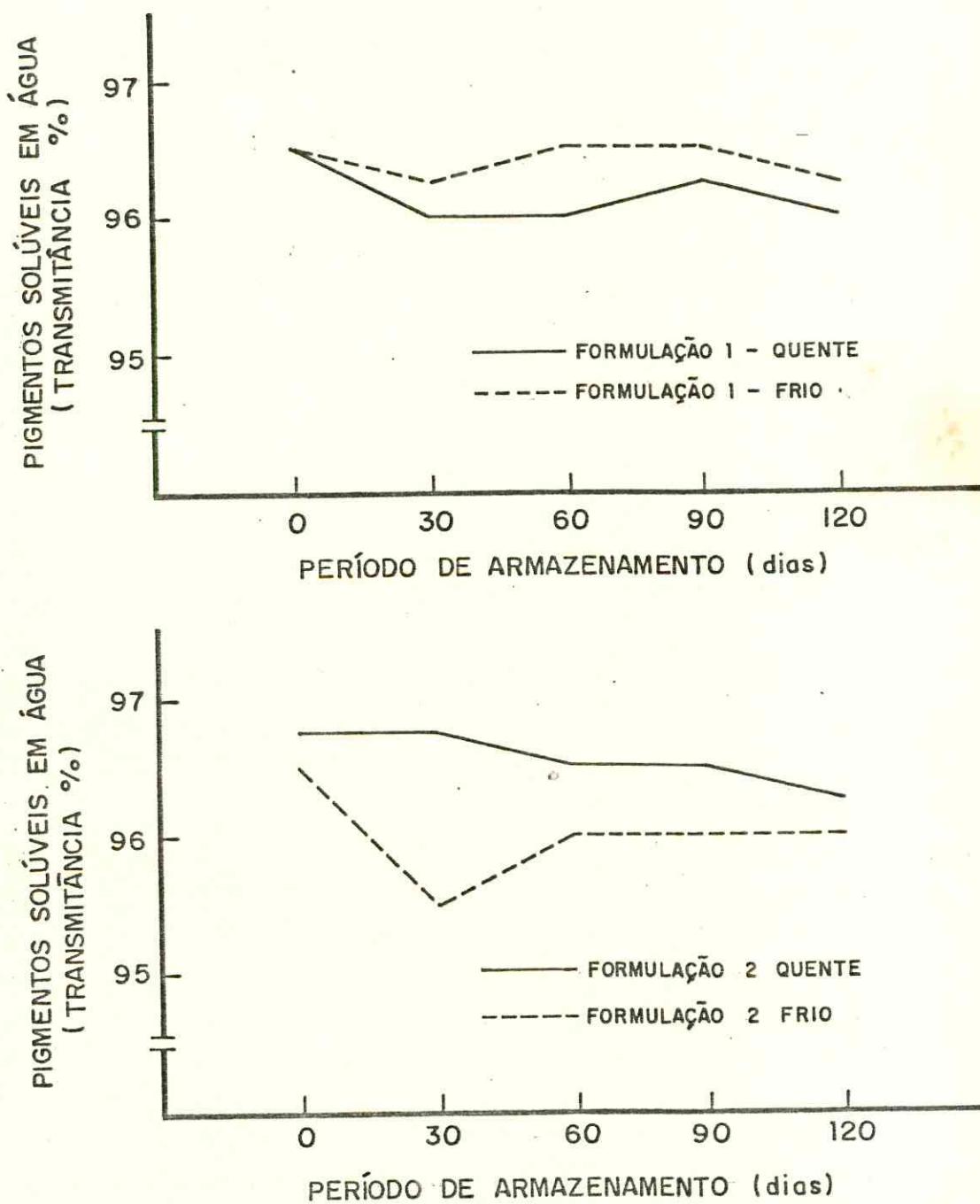


FIGURA 10 - Variações nos conteúdos de pigmentos solúveis em água (transmitância %) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

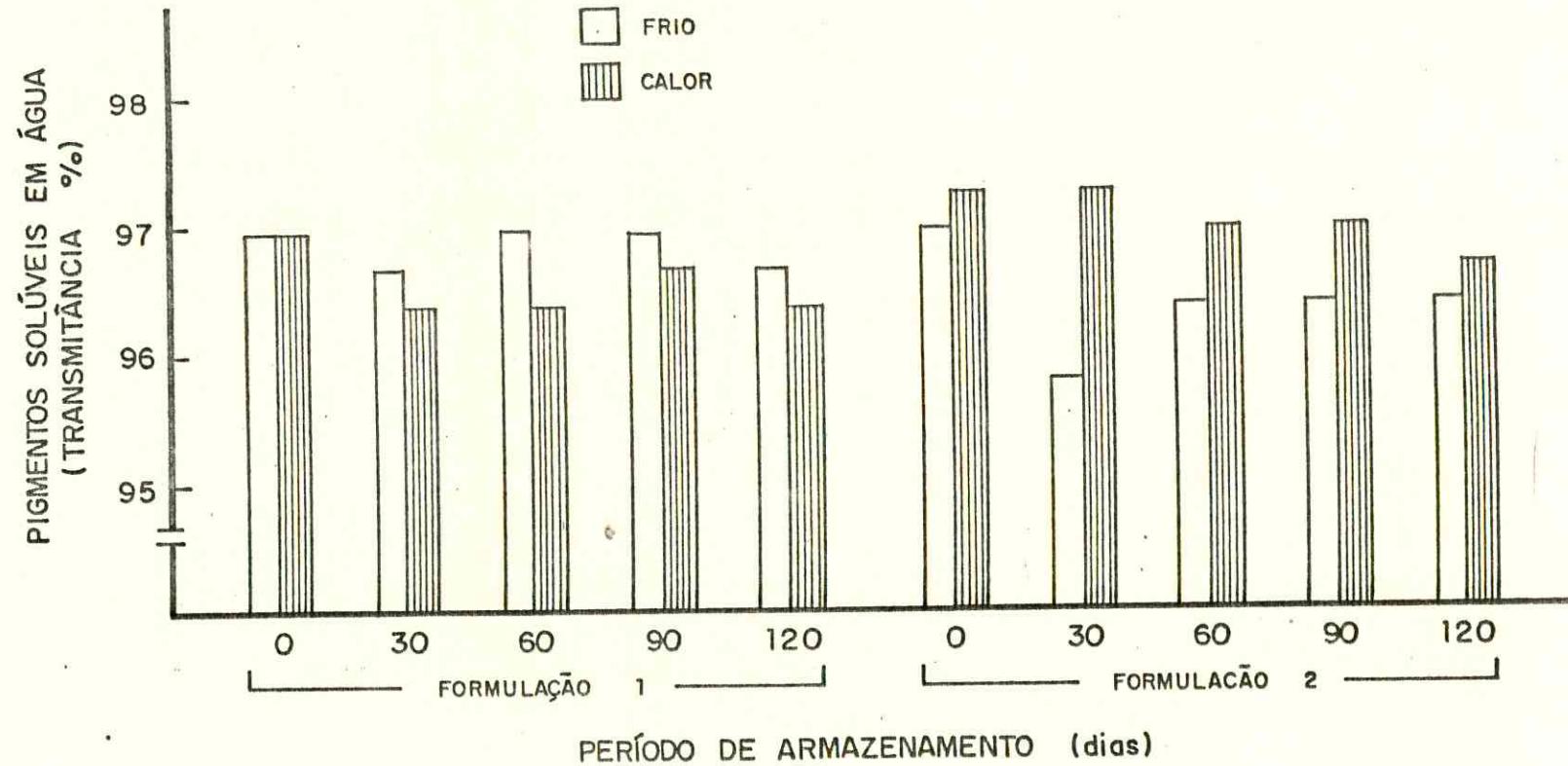


FIGURA 11 - Variações nos conteúdos de pigmentos solúveis em água (transmitância %) nos nectares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

néctares preservados por alta temperatura, observou-se uma pequena diferença entre os valores encontrados, no início e no final do período de armazenamento, justificando o leve escurcimento observado nestes néctares.

Assim, a análise de variância para os valores encontrados de pigmentos solúveis em água, indica que existe diferença entre o tempo de estocagem, método de preservação utilizado e formulação (TABELA 35). No contexto geral, estatisticamente, a transmitância apresentada pela formulação 1 foi sempre igual ou menor à apresentada pela formulação 2, com exceção dos três últimos valores referentes à formulação 1, preservada por baixa temperatura.

Quanto aos glicídios redutores (em glicose %), verificou-se um comportamento relativamente quase estável para ambas as formulações dos néctares armazenados a frio, enquanto que os preservados a quente sofreram maiores variações (FIGURAS 12 e 13). Nos néctares mantidos à baixa temperatura, os quais sofreram apenas um pré-aquecimento, os valores obtidos para glicídios permaneceram quase inalterados, pois devendo o método de preservação utilizado a atividade hidrolítica é mínima ou inexiste, não havendo, portanto, inversão da sacarose. Por outro lado, nos néctares preservados pelo calor, observou-se um aumento no teor de açúcares redutores, oriundos da conversão da sacarose em glicose, resultante da aplicação da alta temperatura.

Os dados obtidos da análise de variância estão listados na TABELA 36, a qual indica a existência de um comportamento diferente de cada tempo em cada formulação ou mês e vice-versa. O teste de DUNCAN foi aplicado e mostrou que à nível de 5% e 1% de significância, o percentual dos açúcares redutores a baixa temperatura foi sempre menor do que a alta temperatura e que o percentual médio de glicídios redutores na formulação 1 foi menor ou igual ao da formulação 2.

Verificando os valores concernentes aos glicídios não redutores (sacarose %), observou-se que os néctares tratados por alta temperatura sofrerem uma diminuição gradativa em seus teores, resultando da inversão da sacarose em glico-

TABELA 35 - Quadro da análise de variância dos valores obtidos em pigmentos solúveis em água (transmitância %) nos néctares de carambola, preservados pelo frio e calor, e estocados por 120 dias.

FV	GL	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	23,250	5,813	34,44**
Formulação (F)	1	0,056	0,056	0,33
Temperatura (C)	1	0,006	0,006	0,04
T x F	4	1,225	0,306	1,82
T x C	4	0,400	0,100	0,59
F x C	1	1,056	1,056	6,26*
T x F x C	4	4,475	1,119	6,63**
Resíduo	20	3,375	0,169	
TOTAL	39	33,843		CV = 0,43%

* A nível de 5% de significância

** A nível de 1% de significância

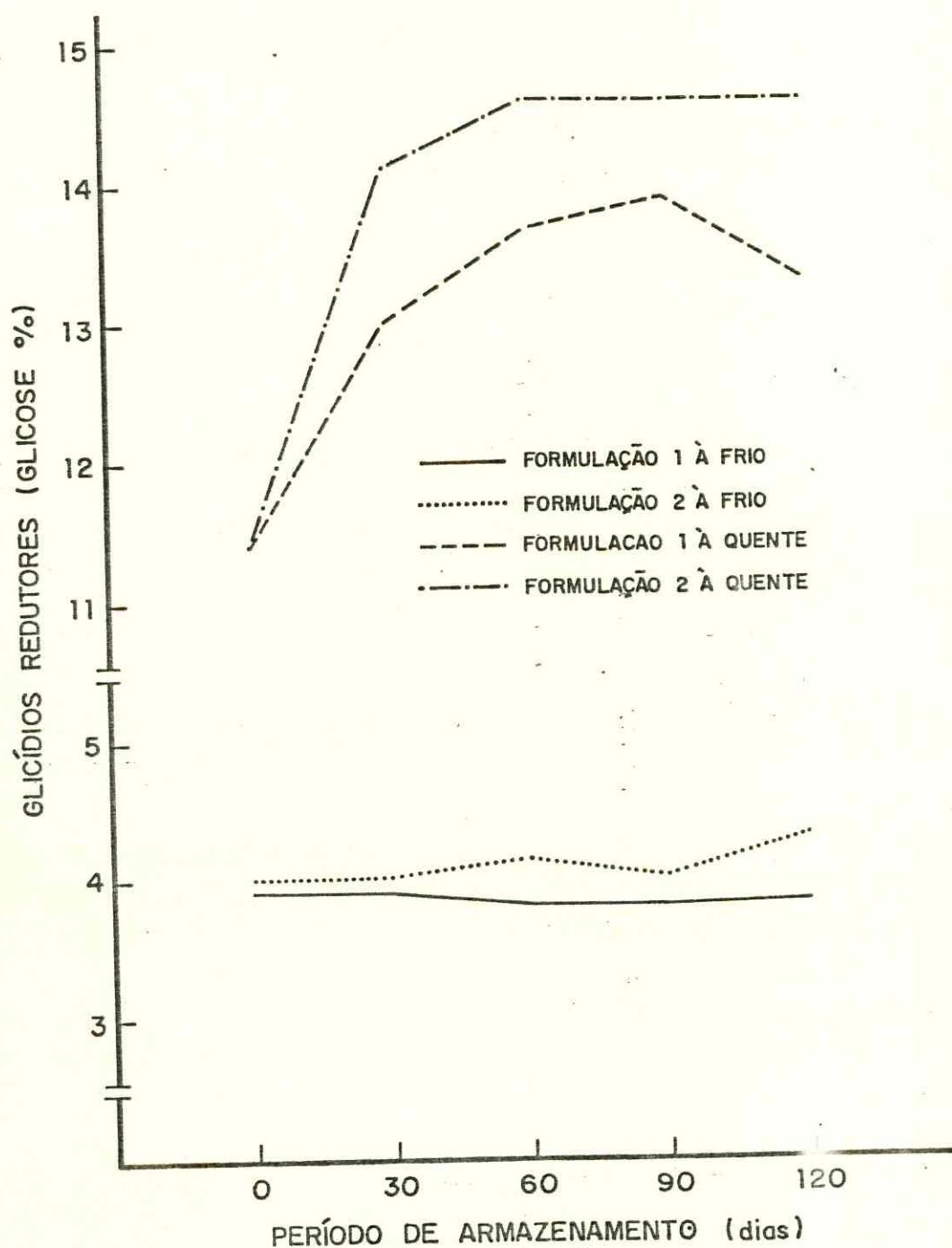


FIGURA 12 - Variações nos conteúdos de glicídios redutores (glicose %) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

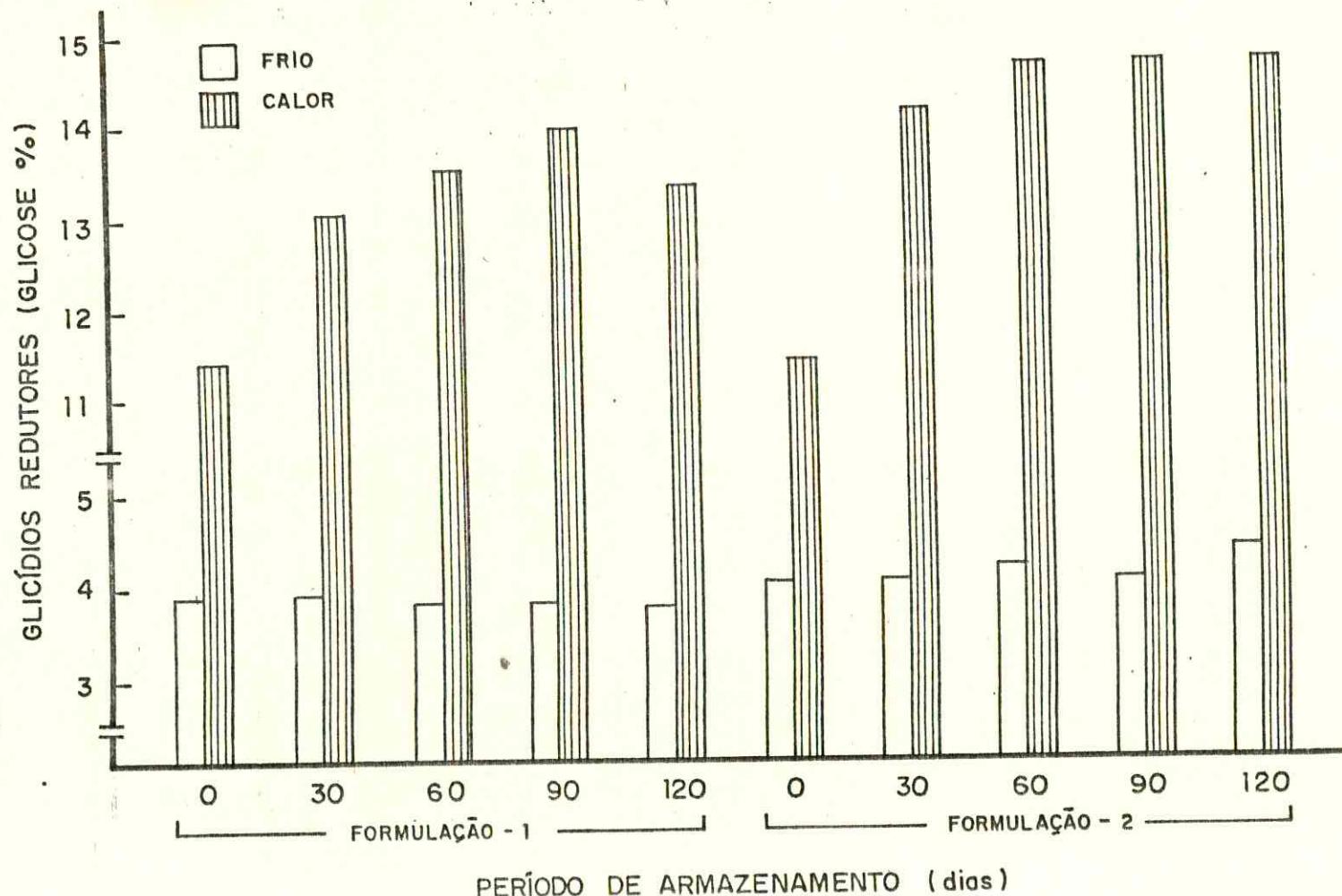


FIGURA 13 - Variações nos conteúdos de glicídios redutores (glicose %) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

TABELA 36 - Quadro da análise de variância para os glicídios redutores (glicose %) nos néctares de carambola, preservados pelo frio e calor, e armazenados durante 120 dias.

FV	GL	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	9,014	2,254	97,13**
Formulação (F)	1	2,153	2,153	92,79**
Temperatura (C)	1	1004,405	1004,405	43669,78**
T x F	4	0,709	0,177	7,64**
T x C	4	8,736	2,184	94,12**
F x C	1	0,125	0,125	5,41*
T x F x C	4	0,326	0,082	3,52*
Resíduo	20	0,464	0,023	
TOTAL	39	1025,932		CV = 0,92%

* A nível de 5% de significância

** A nível de 1% de significância

K - Análise feita com os dados transformados para $\text{arc sen } \sqrt{\%}$.

se, provocada pelo tratamento térmico recebido, ou — ainda, através das reações de hidrólise, acidez do néctar e .. pelo tempo de estocagem. (ver FIGURAS 14 e 15).

Segundo HOLANDA et alii (1974), citado por OLIVEIRA (1984), a maior quantidade de açúcar redutor em néctar de cupuaçu preservado através da alta temperatura é devido a inversão da sacarose adicionada. Este fato é, provavelmente, explicado pela reativação de enzimas hidrolíticas durante o processo de armazenamento do produto, o que implica em um crescimento nos açúcares não redutores.

GUIMARÃES et alii (1982) mencionaram que a elevada acidez do fruto (pitanga - *Eugenia uniflora*, L.) é responsável pelo decréscimo gradual dos açúcares não redutores nos néctares elaborados com o referido fruto.

De conformidade com os dados estatísticos expostos na TABELA 37, existe um comportamento diferente em cada tempo e temperatura, e em cada formulação e temperatura para os néctares elaborados. Reforçando o que anteriormente foi dito, o percentual de açúcares não redutores nos néctares preservados pelo frio, independentemente da formulação, foi sempre maior do que nos preservados por "hot pack". Através do teste de DUNCAN, a nível de 1% e 5% de significância, verificou-se que para a baixa temperatura, o percentual dos referidos glicídios do 1º mês foi maior do que no 2º mês, sendo, os demais resultados, aproximados. Enquanto que na temperatura alta, o maior percentual foi no 1º mês, sendo que os restantes foram diminuindo, gradativamente, no decorrer do período de armazenamento.

Através das FIGURAS 16 e 17, verificamos que para as duas formulações e ambos os tratamentos (frio e quente), o comportamento quanto aos glicídios totais foram similares, sendo o resultado, o somatório dos comportamentos dos açúcares redutores e não redutores antes discutidos.

O estudo estatístico (TABELA 38) nos conduziu à conclusão da existência de um comportamento diferente em cada tempo, formulação ou temperatura. O teste de DUNCAN indicou que sempre as formulações 1 e 2 apresentaram o mesmo percentual

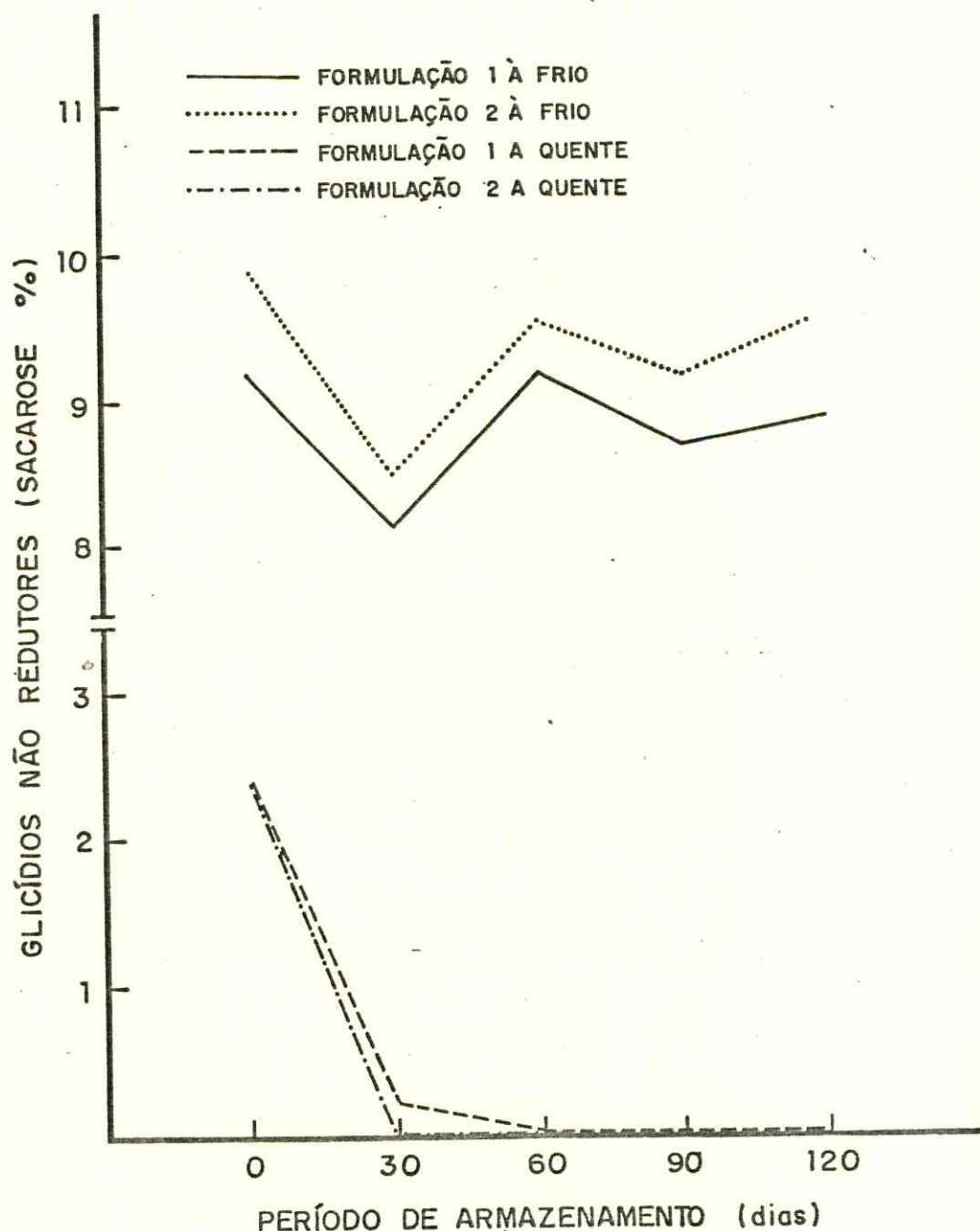


FIGURA 14 - Variações nos conteúdos de glicídios não redutores (sacarose %) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

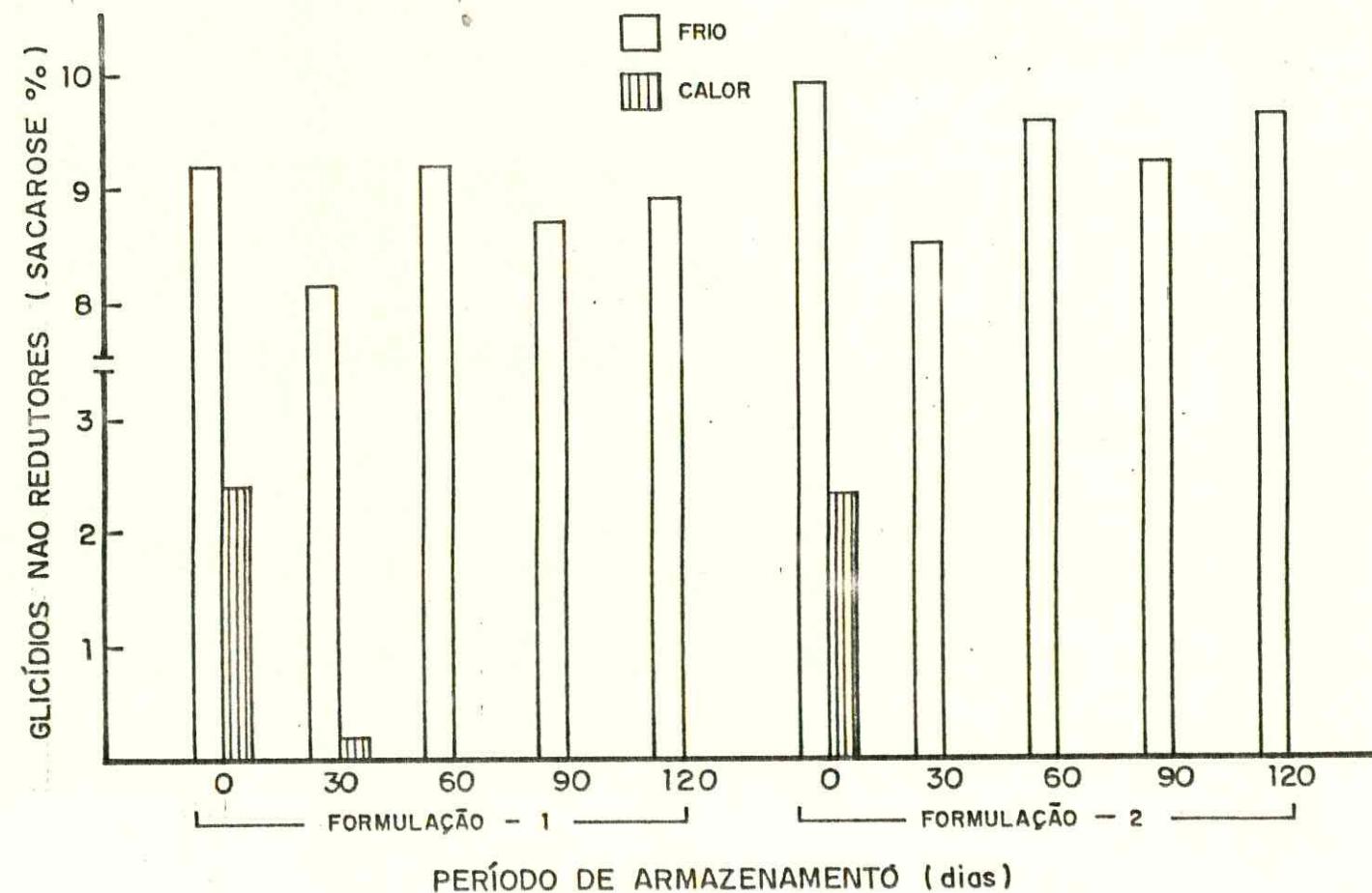


FIGURA 15 - Variações nos conteúdos de glicídios não redutores (sucrose %) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

TABELA 37 - Quadro da análise de variância referente ao teor de glicídios não redutores (sacarose %) nos néctares de carambola, preservados a quente ("hot pack") e a frio, e estocados durante 120 dias.

FV	GL	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	139,234	34,808	82,83**
Formulação (F)	1	0,062	0,062	0,15
Temperatura (C)	1	2402,345	2402,345	5716,88**
T x F	4	1,660	0,415	0,98
T x C	4	105,088	26,272	65,52**
F x C	1	2,012	2,012	4,78*
T x F x C	4	1,062	0,265	0,63
Resíduo	20	8,404	0,420	
TOTAL	39	2659,866	68,202	CV = 6,68%

* A nível de 5% de significância

** A nível de 1% de significância

K = Dados transformados para arc sen $\sqrt{\%}$.

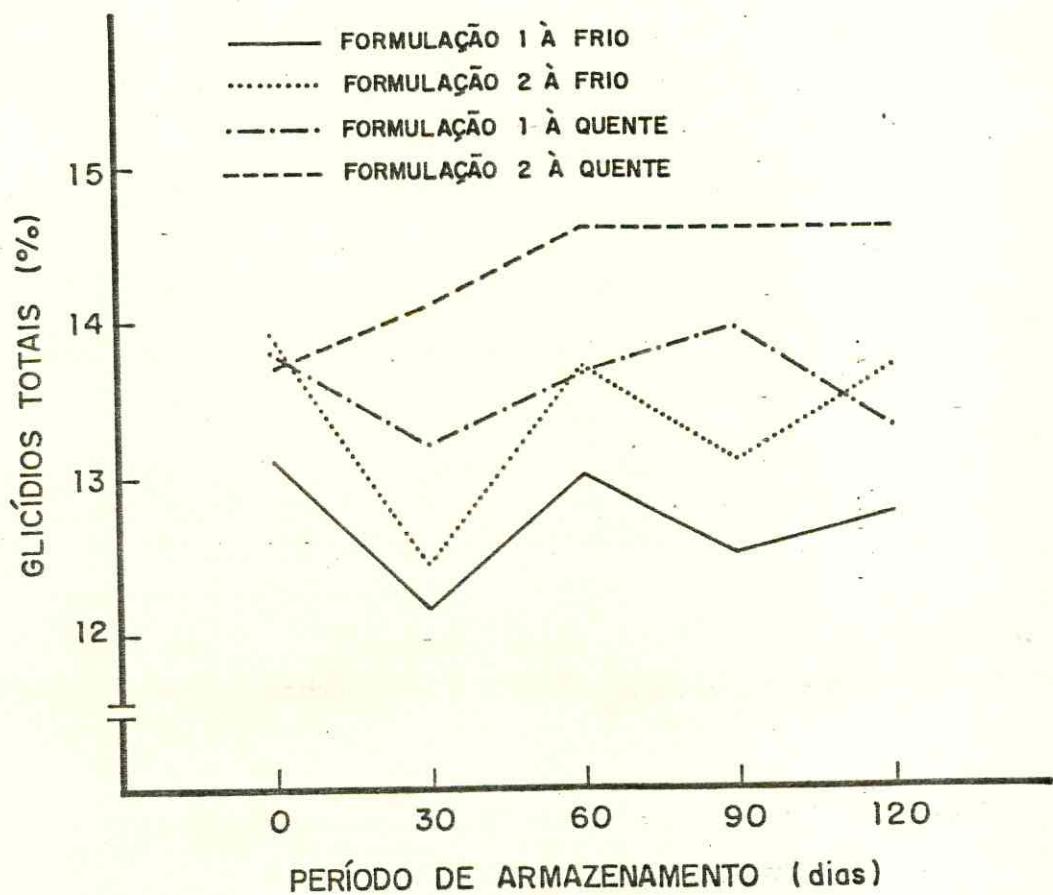


FIGURA 16 - Variações nos conteúdos de glicídios totais (%) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

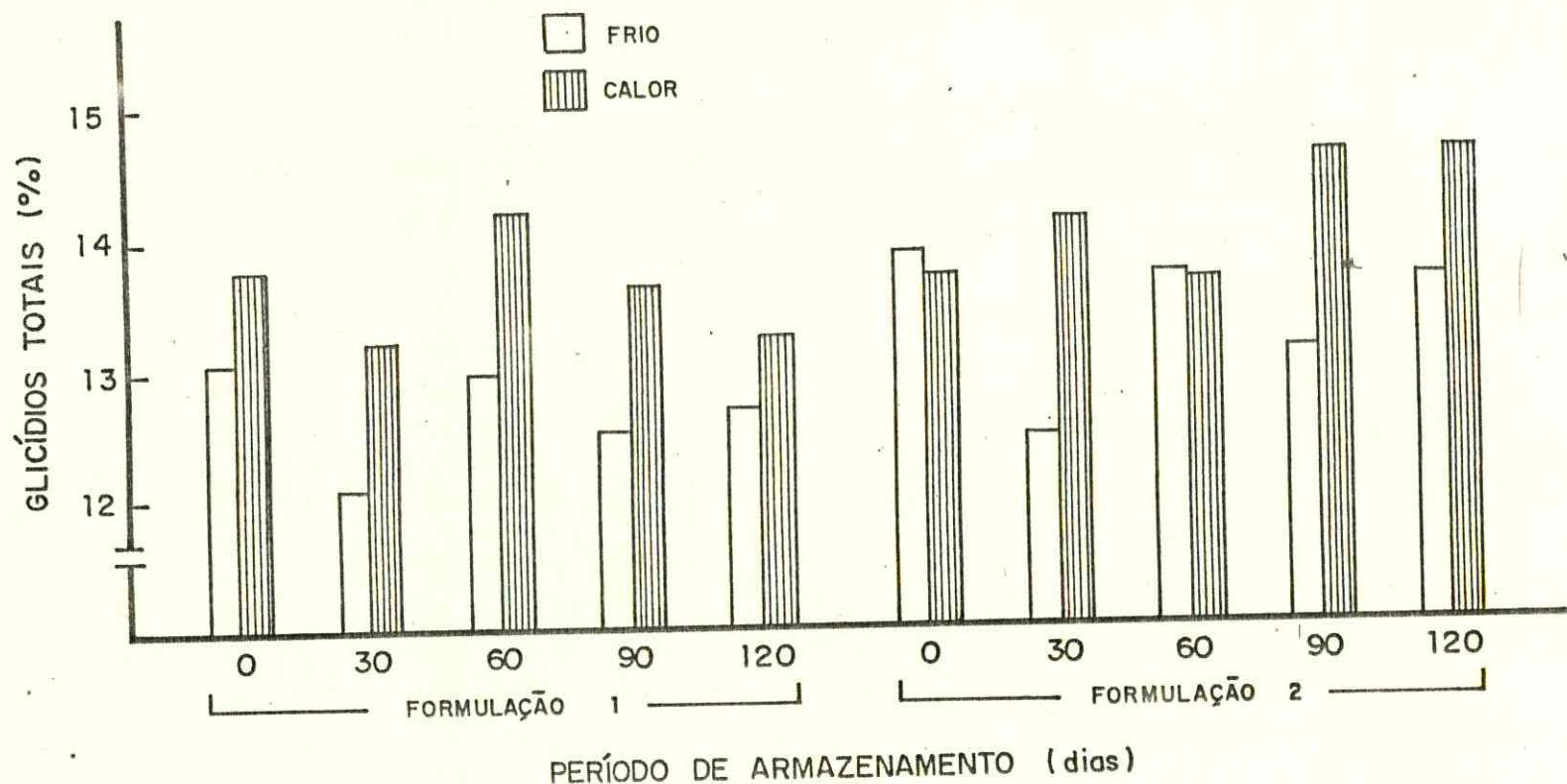


FIGURA 17 - Variações nos conteúdos de glicídios totais (%) nos néctares de carambola, preservados através de baixa e alta temperatura, e armazenados por 120 dias.

TABELA 38 - Quadro da análise de variância referente aos teores de glicídios totais (%) presentes nos néctares de carambola, preservados a frio e a quente ("hot pack") e armazenados durante 120 dias.

FV	G1	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	2,670	0,668	20,668**
Formulação (F)	1	3,147	3,147	97,436**
Temperatura (C)	1	6,512	6,512	201,623**
T x F	4	0,484	0,121	3,744*
T x C	4	1,484	0,371	11,483**
F x C	1	0,006	0,006	0,178
T x F x C	4	0,364	0,091	2,820
Resíduo	20	0,646	0,032	
TOTAL	39	15,314		CV = 1,4%

* A nível de 5% de significância

** A nível de 1% de significância

K = Dados transformados para arc sen $\sqrt{\%}$.

de açúcares totais, não havendo diferença estatística entre las a nível de 5% e 1% de significância. No geral, o percentual de açúcar total nos néctares preservados pelo frio foram inferiores aos tratados pelo calor. Quanto às formulações, as médias de glicídios totais nos meses 1, 3, 4 e 5 foram consideradas iguais a nível de 5% e 1% de significância, apenas diferindo, o percentual no 2º mês, o qual fgoi o menor de todos.

Várias são as teorias difundidas por muitos pesquisadores no sentido de definir, o porque das mudanças de coloração ocorridas em frutos e néctares preservados e estocados.

STADTMAN (1948), REYNOLDS (1963), mencionados por CZYHRINCIW (1969), reportaram que as trocas de cor ocorridas nos frutos frescos durante a estocagem e seu processamento, pode ser proveniente da ação enzimática ou de outros processos, que incluem auto-oxidação de fenóis durante a cocção prolongada, caramelização parcial, reação de Maillard e reações com o ferro dos utensílios usados no seu processamento ou de impurezas minerais advindas da água.

Açúcares e amido são degradados pelo calor prolongando em altas temperaturas. Reações do tipo "browning" (de ácidos orgânicos, aminoácidos e açúcares redutores) são produzidos pelo calor sob condições de umidade. A caramelização é um exemplo de possível degradação dos açúcares pelo o calor, DESROSIER (1963).

Segundo BALDINI et alii (1982), as oxidases, especialmente as polifenoloxidases e peroxidases, estão fartamente distribuídas na maioria dos frutos (inclusive na carambola) e vegetais, sendo os principais responsáveis pela reação de escurecimento enzimático. No entanto, as mesmas são facilmente degradadas pelo calor, onde a peroxidase é uma das mais termoestáveis, por isso é considerada como índice de branqueamento ou de outros tratamentos térmicos durante o processamento de frutos e vegetais. De acordo com GRACES (1963), citado por CZYHRINCIW (1969), a peroxidase é destruída a 80°C/3 min, 65°C/7,5min e 70°C/3min nas polpas diluídas de manga, goiaba e mamão respectivamente.

Conforme CZYHRINCIW (1969), os frutos tropicais são bastante ricos em carotenóides, os quais são lipossolúveis e resistentes ao calor mas, em produtos processados, são facilmente destruídos pela ação do oxigênio na presença de luz, causando o escurecimento dos referidos produtos.

CRUESS (1973) menciona que a conservação do sabor, aroma, cor e teor de vitaminas dos sucos, depende, principalmente, da destruição de certas enzimas ou da inibição de sua atividade.

As formulações dos néctares (1 e 2) preservados por alta temperatura ("hot pack") desenvolveram um escurecimento (pigmentação marrom), gradualmente, durante seu armazenamento à temperatura ambiente (28°C).

Supondo que o tratamento térmico ($100^{\circ}\text{C}/15\text{ min}$) aplicado tenha inativado o sistema enzimático, e como os néctares tratados com alta temperatura não apresentaram modificações acentuadas no sabor e seus constituintes nutricionais mantiveram-se quase sem alteração, pode-se deduzir, que o escurecimento ocorrido no produto, foi realmente de origem química, provavelmente, devido às reações de Maillard e/ou do mecanismo do ácido ascórbico, já que houve um decréscimo em seu teor no transcorrer dos 120 dias de armazenamento (Ver TABELAS 26 e 27). Segundo GRACES (1963), citado por CZYHRINCIW (1969), a oxidação do ácido ascórbico se dá a $75^{\circ}\text{C}/3\text{min}$, $95^{\circ}\text{C}/3\text{min}$ nas polpas diluídas de manga, goiaba e mamão, respectivamente.

JOSLYN (1954), mencionado por BRAVERMAN (1978), demonstrou que o escurecimento não enzimático proveniente do mecanismo do ácido ascórbico, somente é produzido quando todo o ácido ascórbico desaparece de um produto, pois quando esta vitamina é aquecida em meio ácido, transforma-se em furfural, com formação de CO_2 . Em sucos cítricos armazenados, o escurecimento ocorre depois que toda a vitamina C tem sido irreversivelmente oxidada.

O ácido ascórbico é facilmente oxidado, particularmente por alta temperatura e mostra perdas consideráveis durante a cocção. A estocagem dos alimentos é, geralmente, as-

sociada com perdas de vitamina C, exceto sob métodos modernos de congelamento, BLANCK (1955). Entretanto, conforme DESROSIER (1963), durante a estocagem em baixas temperaturas a vitamina C é continuamente perdida. E em temperaturas mais altas de armazenamento, ocorre maior destruição dos nutrientes.

Considerando que no final do experimento ainda existia vitamina C nos néctares elaborados, concluímos que o escurecimento verificado nos néctares preservados por alta temperatura, não foi devido ao mecanismo do ácido ascórbico, e sim às reações de caramelização e de Maillard.

Segundo TRESSLER & EVERS (1957), as qualidades originais em sucos de frutas estocados em baixas temperaturas são mantidas muito bem, sem alterações no "flavor", aparência ou no conteúdo de vitaminas. Contudo, à temperatura de 10°F (-12,22°C) ou acima, são observadas, lentas modificações no "FLAVOR" e uma gradual perda de vitamina C.

Os néctares de carambola preservados por baixa temperatura foram armazenados em freezer a (-18°C) durante 120 dias. Através do estudo de estabilidade dos mesmos, feito a cada 30 dias, verificou-se que as modificações ocorridas foram poucas, principalmente no tocante à transformação dos açúcares não redutores a redutores e um pequeno decréscimo quanto a vitamina C, resultando da ação enzimática (ácido ascórbico oxidase). Vale ressaltar ainda que os néctares não sofreram escurecimento, permanecendo com suas colorações originais do início ao fim do experimento.

4.3.2 - Geléia

Nas TABELAS 39 e 40 estão expressos os resultados correspondentes às determinações físico-químicas e químicas realizadas na geléia de carambola.

Através da FIGURA 18, observa-se que o pH da geléia referente à formulação 1 apresentou pequeno aumento com 30

TABELA 39 - Resultados das determinações físico-químicas e químicas da geléia de carambola (Formulação 1).

Determinações*	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
pH	2,65	2,66	2,63	2,60	2,59
Sólidos solúveis (°Brix)	64,00	64,00	63,70	64,00	64,35
Acidez titulável total (ácido tartárico %)	0,56	0,55	0,56	0,54	0,54
Glicídios redutores (%)	62,80	62,30	63,30	63,20	62,30
Glicídios não redutores (%)	**	**	**	**	**
Glicídios totais (%)	62,80	62,30	63,30	63,20	62,30
Vitamina C (mg/100g)	6,40	5,40	5,50	4,20	4,20
PSA***	89,50	88,50	89,00	87,75	86,25

* Média de 3 determinações

** Traços

*** Pigmentos solúveis em água (transmitância %)

TABELA 40 - Resultados das determinações físico-químicas e químicas da geléia de carambola
 (Formulação 2).

Determinações*	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
pH	2,54	2,51	2,53	2,53	2,52
Sólidos solúveis (°Brix)	62,00	62,00	62,30	62,20	62,75
Acidez titulável total (ácido tartárico %)	0,66	0,64	0,66	0,63	0,63
Glicídios redutores (%)	60,40	61,20	62,1	62,00	61,40
Glicídios não redutores (%)	0,87	0,43	0,20	**	**
Glicídios totais (%)	61,30	61,63	62,30	62,00	61,40
Vitamina C (mg/100g)	6,10	5,10	5,70	4,50	4,40
PSA***	87,50	87,00	87,00	85,25	84,75

* Médias de 3 determinações

** Traços

*** Pigmentos solúveis em água (transmitância %)

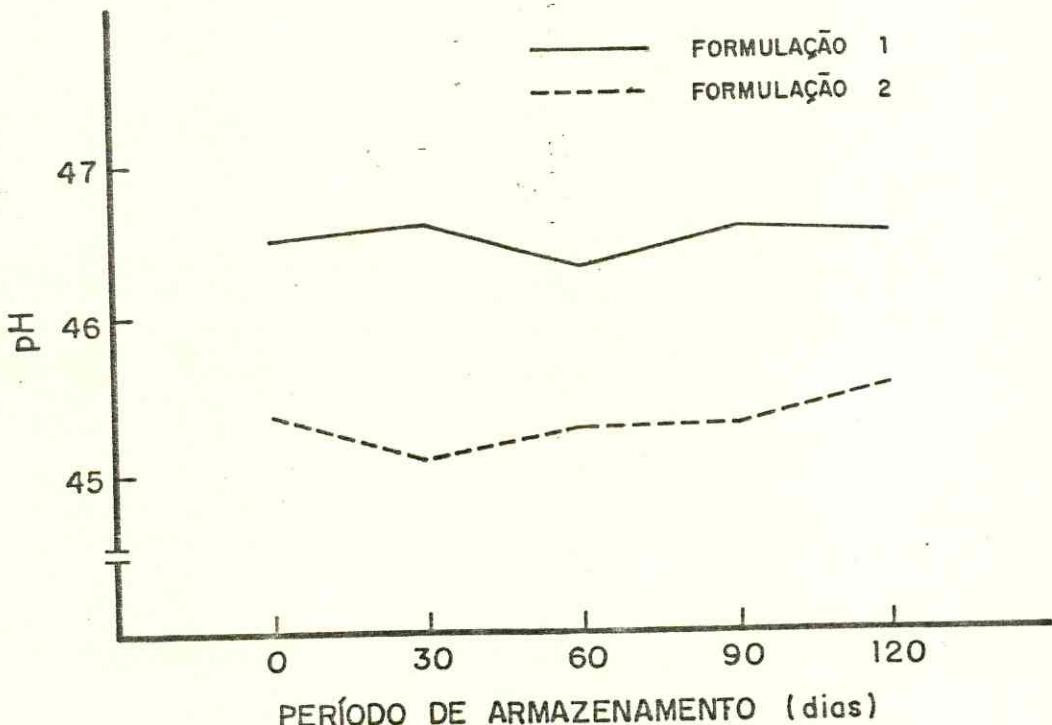


FIGURA 18 - Variações no potencial hidrogeniônico (pH) referentes às geléias de conservas, armazenadas durante 120 dias.

dias e, decresceu gradualmente até o último dia de estocagem. O pH da formulação 2 comportou-se de forma contrária. Pelo gráfico, verifica-se que as médias de pH para a formulação 1 foi sempre maior que para a formulação 2.

De posse da análise de variância, notou-se uma diferença significativa no pH em cada tempo e formulação (TABELA 41). As médias foram comparadas, separadamente, pelo teste de DUNCAN. Para a formulação 1, as médias do pH com 0 e 30, 30 e 60, 60 e 90, e, 90 e 120 dias são consideradas iguais a nível de 5% de significância, enquanto com 0, 30, 60 e 90, e 0, 60, 90 e 120 dias são iguais a nível de 1% de significância. Para a formulação 2, as médias com 30, 120, 60, 90 e 0 dias são consideradas iguais aos níveis de 5% e 1% de significância.

OWENS & MACLAY (1947), citados por CRUESS (1973), verificaram que o pH máximo para a formação de geléias de pectina purificada com 10 a 11% de teor de metoxila, é cerca de 3,5 e, para a pectina reduzida ao teor de 5% de metoxila pelo tratamento de álcali ou ácido, o pH máximo para a formação do gel cai a um valor de 2,9.

Conforme TARR (1923), mencionado por CRUESS (1973), a formação da geléia independe da quantidade de pectina presente, desde que seja alcançada a concentração mínima de íon-hidrogênio ($\text{pH} = 3,46$). A quantidade de pectina presente, contudo, deve ser igual à quantidade mínima necessária à produção da geléia.

De acordo com o teor de sólidos solúveis presentes na geléia, existe um intervalo de pH ideal para a formação do gel (TABELA 42), CETEC (1985).

Observando o gráfico (FIGURA 19) referente aos conteúdos de sólidos solúveis, verificamos que os valores médios de Brix na formulação 1 foram maiores do que na formulação 2. O comportamento do Brix sofreu variação oposta aos 60 dias para ambas as formulações e no restante do período de armazenamento permaneceram relativamente estáveis, com ascensão gradativa.

TABELA 41 - Quadro da análise de variância referente ao pH das geléias de carambola armazena das por 120 dias.

FV	GL	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	0,004	0,001	4,590*
Formulação (F)	1	0,053	0,053	272,024**
T x F	4	0,004	0,001	4,718*
Resíduo	10	0,002	0,0002	
TOTAL	19	0,062	0,003	CV = 0,54%

* A nível de 5% de significância

** A nível de 1% de significância

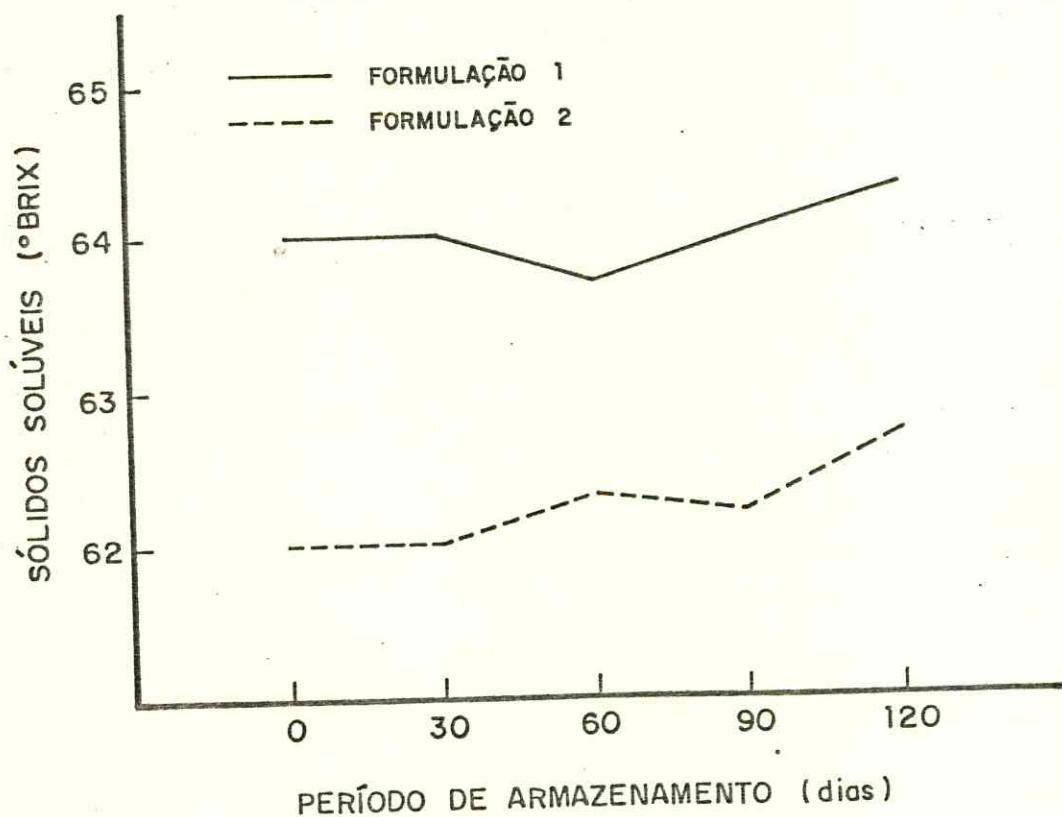


FIGURA 19 - Variações nas taxas de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas durante 120 dias.

TABELA 42 - Relação entre potencial hidrogeniônico (pH) e sólidos solúveis (^oBrix) na formulação do gel.

% de sólidos solúveis na geléia	Faixa de pH
68 - 72	3,0 - 3,3
64 - 68	2,9 - 3,1
60 - 64	2,8 - 3,0

Fonte: CETEC (1985).

As duas formulações da geléia obtiveram iguais valores de sólidos solúveis (68^oBrix) finais, sofrendo cocção prolongada para alcançá-los. Este procedimento tornou-se morno e contribuiu para o escurecimento gradativo do produto, resultado da caramelização dos açúcares. Segundo DESROSIER (1968), a formação do gel ocorre, quando a concentração de açúcar é superior a 60%.

A tabela da análise de variância dos sólidos solúveis (TABELA 43) demonstra a existência de uma diferença no Brix quanto ao tempo e formulação. Pelo teste de DUNCAN, os valores médios de Brix em ordem crescente para a formulação 1, apresentaram-se iguais nos 60, 0, 30 e 90 dias a nível de 1%, apresentaram-se iguais nos 60, 0, 30 e 90, e 0, 30, 90 e 120 dias. Para a formulação 2, a nível de 5% e 1% de significância, as médias consideradas iguais são com 0, 60, 90 e 30 dias. Portanto, em todos os meses, a média do ^oBrix para a formulação 1 sempre foi superior ao da formulação 2.

O percentual de acidez titulável, correspondente às duas geléias formuladas, situam-se numa faixa de 0,55% a 0,66%, de acordo, portanto, com o CETEC (1981) que recomenda uma acidez total média entre 0,5 a 0,8% para as geléias, visto que, acima de 1% ocorre a sinerese, que é a perda de água, e abaixo de 0,3% não há formação de gel. Os comporta-

TABELA 43 - Quadro da análise de variância referente ao teor de sólidos solúveis (^oBrix) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias.

FV	Gl	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	0,912	0,228	11,998**
Formulação (F)	1	15,488	15,488	815,021**
T x F	4	0,272	0,068	3,578*
Resíduo	10	0,190	0,019	
TOTAL	L9	16,862	0,887	CV = 0,22%

* A nível de 5% de significância

** A nível de 1% de significância

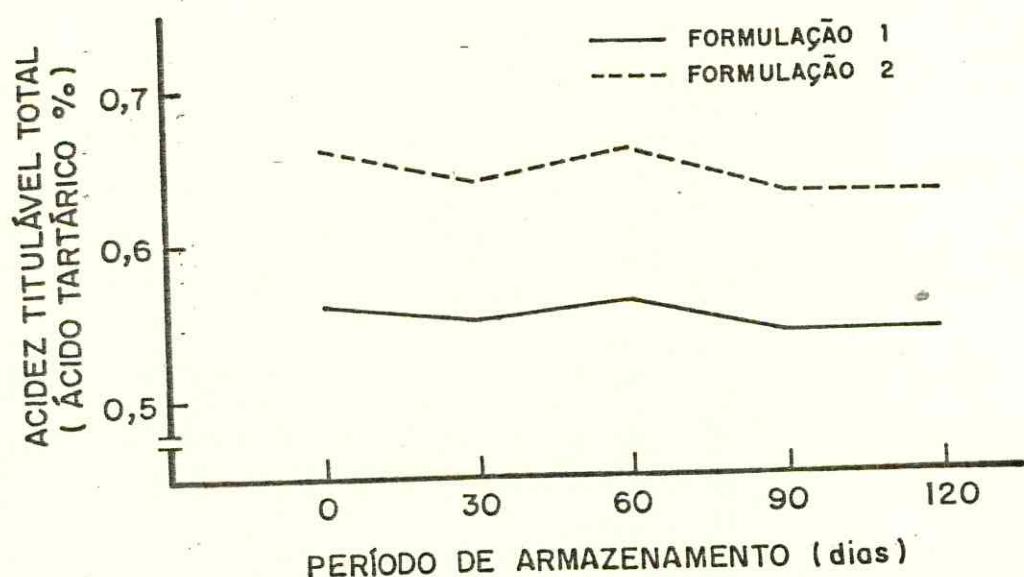


FIGURA 20 - Variações nas taxas de acidez titulável total (ácido tartárico %) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias.

mentos de acidez referentes às duas formulações foram similares e relativamente estáveis, sendo os percentuais da formulação 2, superiores ao da formulação 1.

Quanto ao estudo estatístico, a análise de variância (TABELA 44) indicou a existência de uma diferença significativa na acidez titulável total em relação à formulação. Através da comparação das médias pelo teste de DUNCAN, concluiu-se que a acidez titulável na formulação 1 é inferior à da formulação 2, apresentando valores com diferença máxima de 0,0546 e 0,0776, para 5% e 1% de significância, respectivamente.

Referindo-se ao conteúdo de ácido ascórbico, através da FIGURA 21, podemos observar que as variações das médias foram pouco significativas para a vitamina C. Esta vitamina é termolábil e como os produtos foram processados à temperatura, o decréscimo apresentado no transcorrer do armazenamento foi considerado normal. Conforme HOLANDA et alii (1975), a vitamina C é utilizada como um indicador do grau da estabilidade da grande maioria dos alimentos preservados, apresentando tendências a diminuir em seus teores, quando da estocagem dos produtos que a possui.

A vitamina C é facilmente destruída por oxidação, especialmente em altas temperaturas e, também, facilmente perdida durante o processamento de alimentos, estocagem e cocção, POTTER (1968).

A análise de variância (TABELA 45) feita para as duas formulações de geléias, indicou que existe diferença significativa na vitamina C em relação ao tempo. Ao nível de 5% de significância, as médias em ordem crescente consideradas iguais estão situadas em 90, 120 e 30, 30 e 60, e 60 e 0 dias de estocagem. Para o nível de 1% de significância, temos os períodos de 120, 90, 30 e 60, e 30, 60 e 0 dias.

No tocante aos glicídios redutores, verifica-se, através da FIGURA 22, uma diminuição em seus teores aos 30 dias e um aumento aos 60 dias de estocagem, seguindo-se de uma redução gradativa quase estável até os últimos dias de estocagem. Então, com exceção dos 30 primeiros dias, os valores

TABELA 44 - Quadro da análise de variância referentes ao conteúdo da acidez titulável total (ácido tartárico %) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas durante 120 dias.

FV	G1	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	0,029	0,007	2,131
Formulação (F)	1	0,558	0,558	165,515**
T x F	4	0,008	0,002	0,602
Resíduo	10	0,034	0,003	
TOTAL	19	0,628	0,033	CV = 1,24%

K = Dados transformados para arc sen $\sqrt{\%}$.

** A nível de 1% de significância

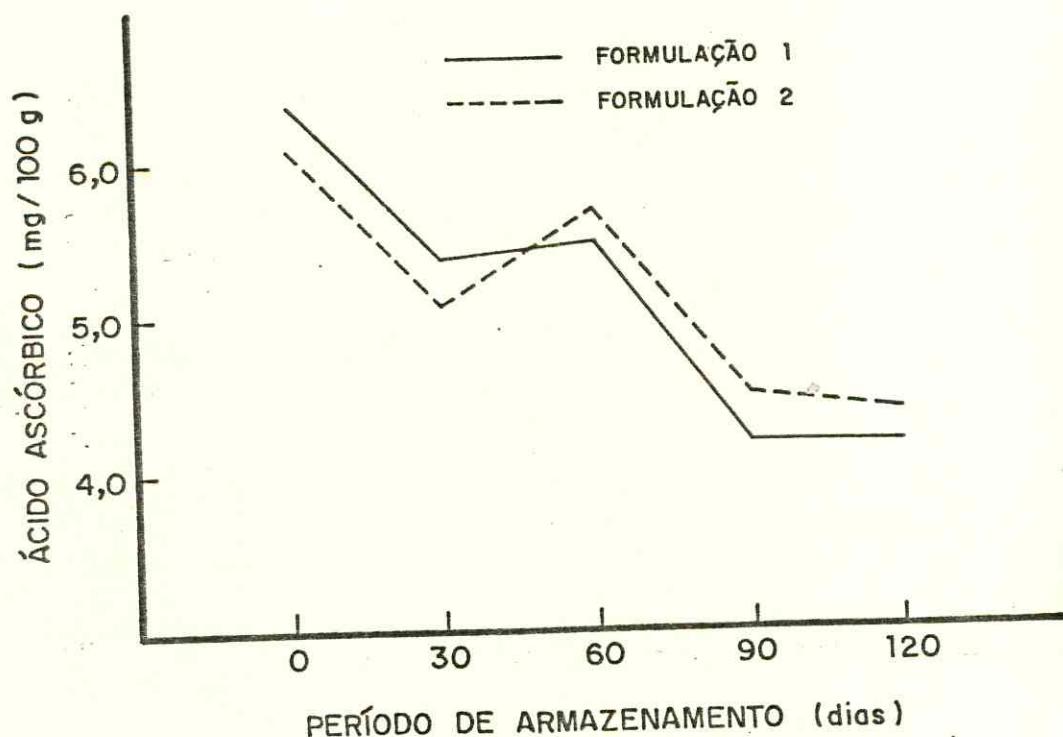


FIGURA 21 - Variações nos teores de ácido arcórbico (mg/100g) presentes nas geleias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias.

TABELA 45 - Quadro da análise de variância referentes aos teores de ácido ascórbico (mg/100g) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias.

FV	G1	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	11,282	2,821	7,185
Formulação (F)	1	0,005	0,005	0,012
T x F	4	0,376	0,094	0,239
Resíduo	10	3,926	0,393	
TOTAL	19	15,588	0,820	CV = 12,19%

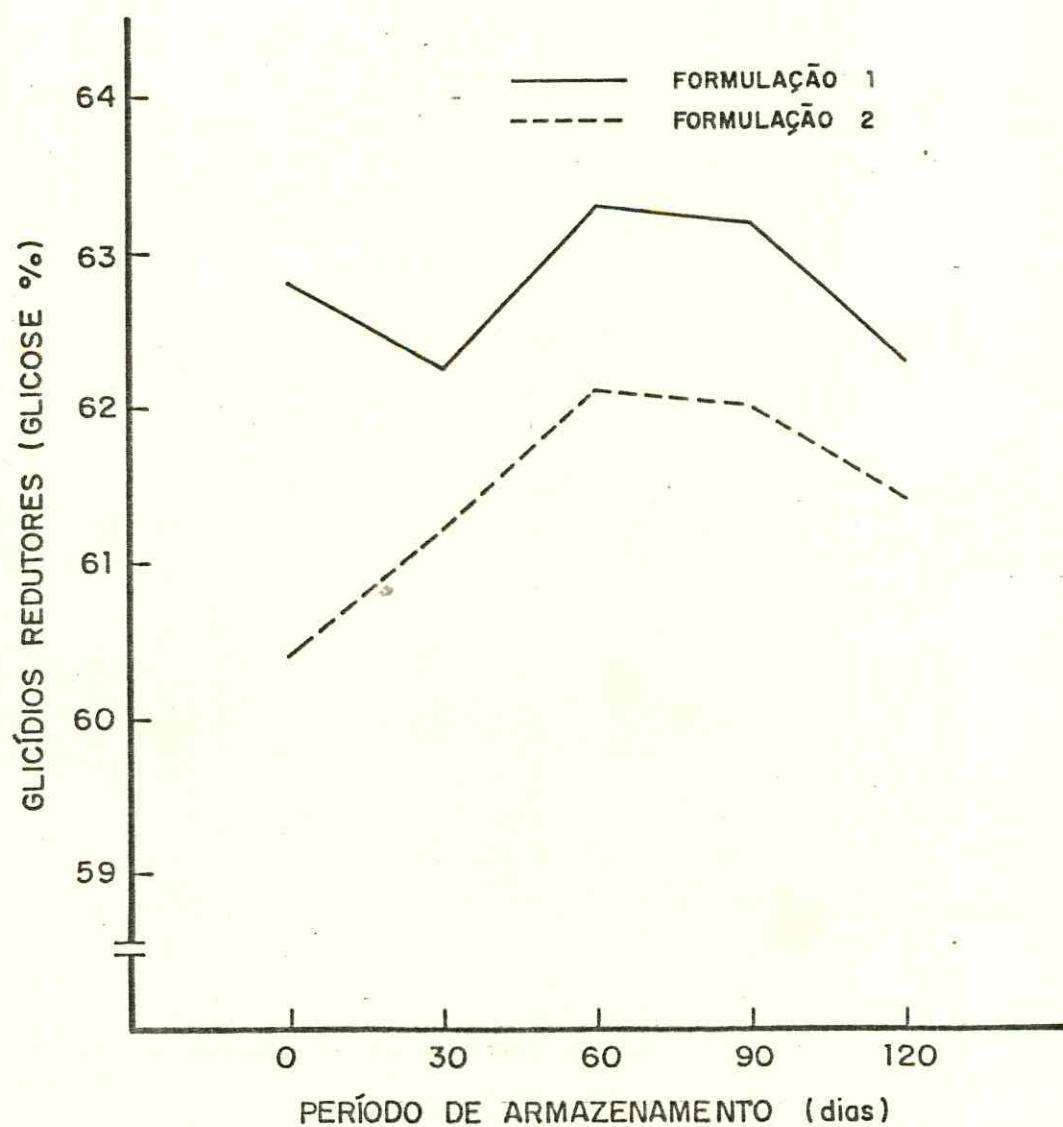


FIGURA 22 - Variações inerentes aos glicídios redutores (glucose %) presentes nas geléias de carambola, armazenadas durante 120 dias.

percentuais médios dos açúcares redutores não oferecem variações significativas. Com relação aos glicídios não redutores, a partir dos 60 dias de armazenagem só foram detectados traços, o que nos leva a pensar em uma provável inversão dos mesmos, acarretada pela cocção prolongada utilizada na obtenção da geléia, ou ainda, pela reativação de enzimas hidrolíticas.

De acordo com HOLANDA et alii (1974) o decréscimo nos açúcares redutores do doce de caju em calda, durante o seu armazenamento, é devido ao processo de caramelização dos açúcares ("Browning reactions"). E o aumento dos referidos valores deve-se, provavelmente, à inversão da sacarose.

Durante o aquecimento, a sacarose sofre inversão em glicose e frutose, impedindo, portanto, a cristalização do açúcar na geléia. O grau de inversão da sacarose depende do pH da mistura, da temperatura e do tempo de cocção, CETEC (1985).

O estudo estatístico mostrou através da análise de variância dos glicídios redutores (TABELA 46) que existe diferença significativa nestes componentes quanto ao tempo e a formulação. O teste de DUNCAN indicou que em 0, 120 e 90, e 90 e 60 dias de estocagem, as médias em ordem crescente foram consideradas iguais a nível de 5% de significância, e que a 1% de significância, as médias iguais correspondiam aos 0, 120 e 90, e 120, 90 e 60 dias. Assim, conclui-se que na formulação 1, os valores percentuais médios dos açúcares redutores foram maiores que os da formulação 2.

A análise estatística dos glicídios não redutores não foi realizada porque, encontrou-se apenas traços destes açúcares, durante o período de armazenagem.

Os teores de açúcares totais (%) estão expostos na FIGURA 23, onde podemos observar que os mesmos mantiveram-se relativamente estáveis ao longo do período de armazenamento.

Quanto à análise de variância (TABELA 47), verificamos que há diferença significativa no tempo e na formulação.

TABELA 46 - Quadro da análise de variância referentes ao conteúdo de glicídios redutores (glicose %) presentes nas geléias de carambola, armazenadas por 120 dias.

FV	G1	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	6,723	1,681	5,107*
Formulação (F)	1	8,039	8,039	24,427**
T x F	4			
Resíduo	10	3,291	0,329	
TOTAL	19	20,055	1,056	CV = 3,28%

* A nível de 5% de significância

** A nível de 1% de significância

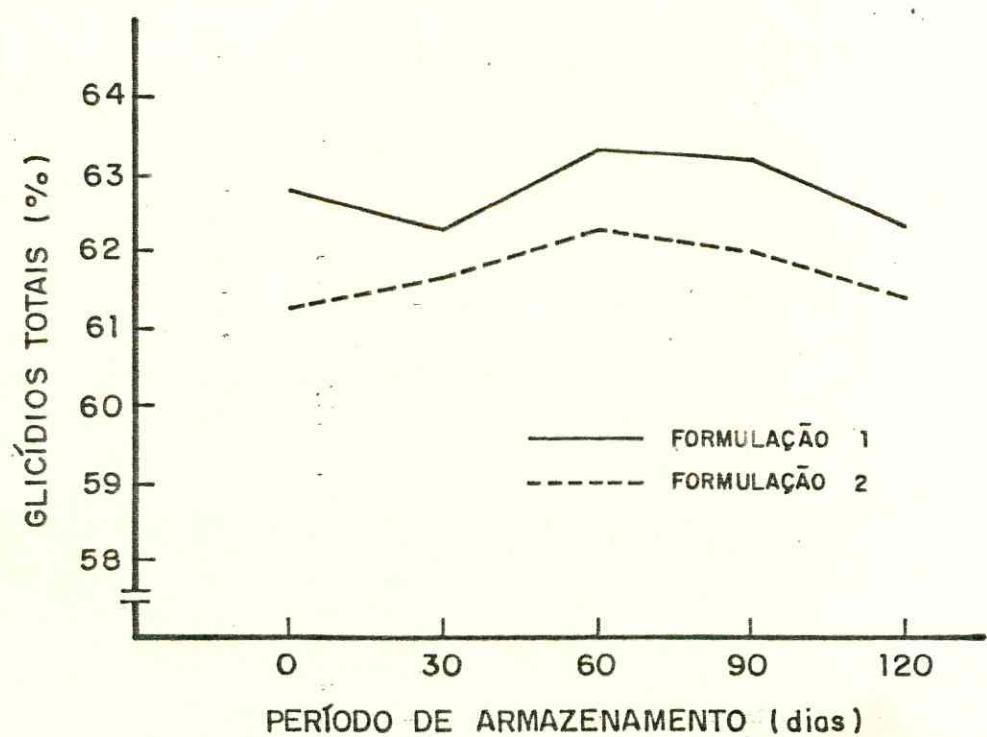


FIGURA 23 - Variações nos teores de glicídios totais (%) presentes nas geléias de carambola, as quais foram estocadas por 120 dias.

TABELA 47 - Quadro da análise de variância referente aos teores de glicídios totais (%) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armazenadas por 120 dias.

FV	G1	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	3,853	0,963	5,249*
Formulação (F)	1	4,831	4,831	26,332**
T x F	4	0,588	0,147	0,801
Resíduo	10	1,835	0,183	
TOTAL	19	11,107	0,585	CV = 0,82%

* A nível de 5% de significância

** A nível de 1% de significância

O teste de DUNCAN foi utilizado e mostrou que na formulação 1, os valores percentuais médios dos glicídios totais foram maiores que na formulação 2, apresentando uma diferença máxima aceitável de R_2 iguais a 0,426 e 0,606, para 5% e 1% de significância, respectivamente.

Através da FIGURA 24, observa-se a existência de um comportamento parecido entre ambas as formulações da geléia, no que se refere aos pigmentos solúveis em água. Percebe-se altos valores de transmitância no início do estudo da estabilidade nos produtos antes citados, acompanhados de uma redução acentuada dos mesmos até o final do experimento.

A diminuição dos valores referentes aos pigmentos solúveis em água ao longo do período de estocagem, indica que um escurecimento gradativo vai se desenvolvendo no produto durante seu armazenamento, FIGUEIREDO et alii (1986).

No que tange ao estudo estatístico, a análise de variância apontou uma diferença entre as formulações das geléias e entre os meses de armazenamento (tempo), verificáveis através da TABELA 48. A transmitância na formulação 1 foi maior que na formulação 2, e as médias com 120 e 90, e 30, 60 e 0 dias de armazenagem foram consideradas iguais a nível de 5% ($\Delta_{5\%} = 0,81$) e de 1% ($\Delta_{1\%} = 1,06$) de significância pelo teste de TUKEY. A maior transmitância ocorreu nos 3 primeiros meses.

Segundo CETEC (1985), as alterações na coloração da geléia são resultantes de polpas ou frutas descoloridas, isto é, quando se utiliza ambas com resíduos de SO_2 empregado na preservação das mesmas. Quando se usa grandes recipientes para armazenar a geléia, nos quais o resfriamento foi demorado, é provocado um escurecimento no produto localizado no centro da embalagem; caramelização dos açúcares causada pela cocção prolongada; emprego excessivo de sais tampões; contaminação metálica, por metais como o ferro, estanho, zinco e cobre, quando presentes em excesso, podem causar a descoloração, e frutos excessivamente maduros, também podem causar um escurecimento na geléia.

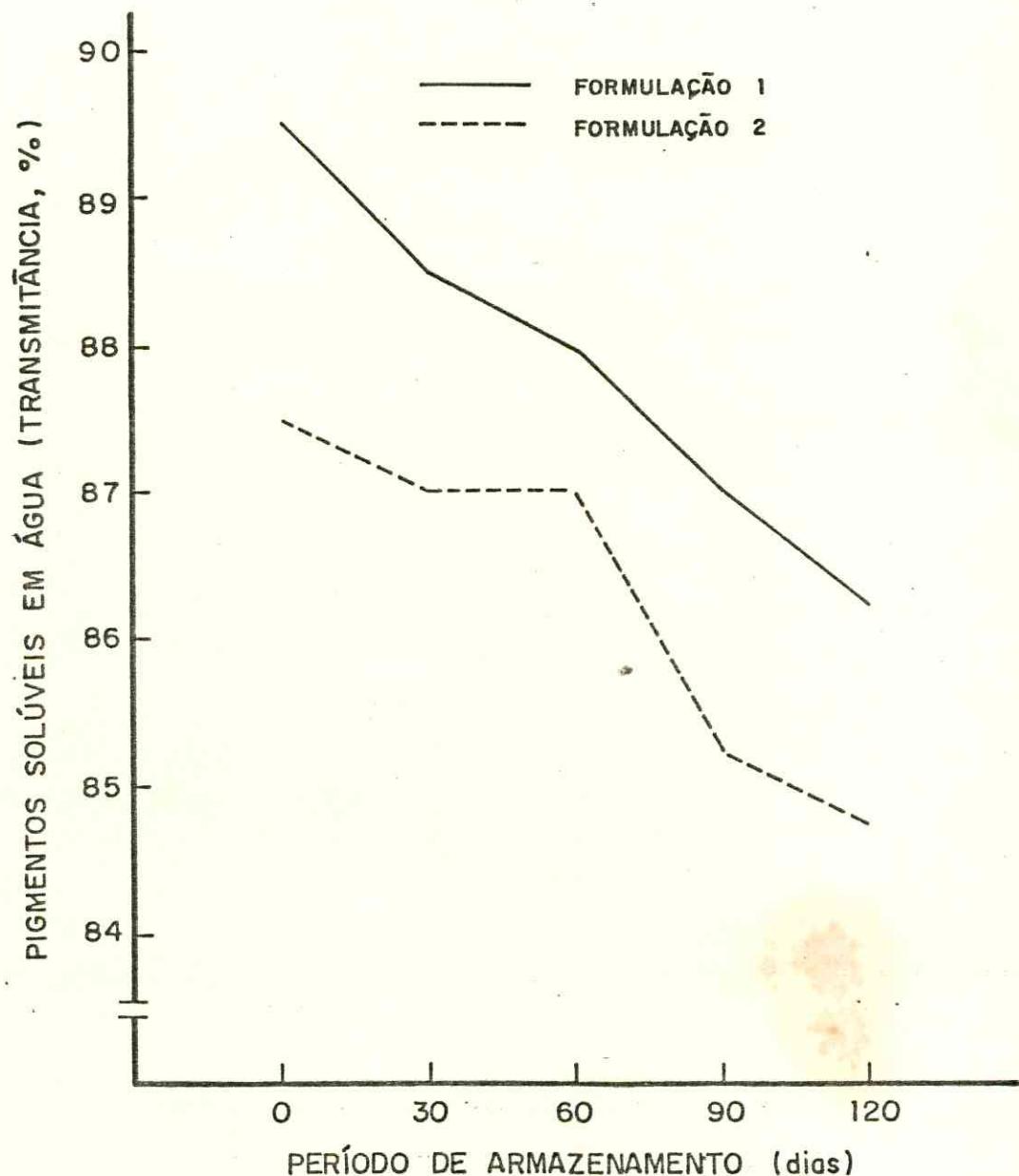


FIGURA 24 - Variações inerentes aos pigmentos solúveis em água (transmitância %) presentes nas geléias de carambola, armazenadas durante 120 dias.

TABELA 48 - Quadro da análise de variância referente aos valores de pigmentos solúveis em água (transmitância %) presentes nas geléias de carambola, as quais foram armaz
nadas por um período de 120 dias.

FV	GL	SQ	MSQ	F
Tempo (T)	4	34,14	8,53	28,75**
Formulação (F)	1	8,13	8,13	27,38**
T x F	4	1,08	0,27	0,91
Resíduo	10	2,97	0,30	
TOTAL	19	46,32		CV = 0,62%

** A nível de 1% de significância

Provavelmente, o escurecimento ocorrido na geléia de carambola foi decorrente da caramelização dos açúcares devido à cocção prolongada.

A redução nos açúcares totais em "doce de banana em massa" quando armazenados por 6 meses, sem uma alteração sensível na acidez do produto, pode corresponder, em parte, a uma continuação do processo de caramelização ("browning reactions") do doce, mesmo durante o armazenamento, HOLANDA et alii (1974).

Apesar da ocorrência do escurecimento em ambas as formulações das geléias produzidas, as mesmas foram muito bem aceitas pelos provadores utilizados na elaboração da análise sensorial dos referidos produtos.

4.4 - Análise sensorial dos produtos elaborados

4.4.1 - Néctar

A análise sensorial dos néctares foi feita por provadores treinados, que atribuíram notas ao parâmetro sabor. Esta etapa do trabalho deu-se em dois tempos distintos, logo depois que os produtos foram processados e após os 120 dias de armazenamento. Os valores atribuídos pelos vários painelistas aos referidos néctares estão listados nas TABELAS 49 e 50.

Para verificar se houve diferença entre as formulações no início e no fim do experimento, utilizou-se o teste de FRIEDMAN, onde os provadores foram considerados como blocos.

Observando a TABELA 49, verifica-se que os valores atribuídos pelos provadores aos vários néctares não diferem muito quanto à formulação e tratamento preservativo (baixa e alta temperaturas). Através das médias das notas atribuídas aos néctares no início do experimento, verificou-se que o

produto foi bem aceito, com médias correspondente a gostei moderadamente.

TABELA 49 - Notas atribuídas pelos provadores para os néctares de carambola quanto ao sabor. Início do experimento.

Provadores	Tratamentos	A _{1a}	A _{1b}	A _{2a}	A _{2b}
01		5	5	5	6
02		7	6	7	5
03		5	7	4	6
04		4	5	6	5
05		5	3	5	5
06		6	7	5	7
07		6	6	5	5
08		5	7	4	7
09		6	7	5	6
10		5	3	7	6
MÉDIAS		5,4	5,6	5,3	5,8

A_{1a} - Formulação 1, preservada por alta temperatura

A_{1b} - Formulação 1, preservada por baixa temperatura

A_{2a} - Formulação 2, preservada por alta temperatura

A_{2b} - Formulação 2, preservada por baixa temperatura

Pelos testes de FRIEDMAN, no que concerne aos valores apontados pelos painelistas, verificou-se que não houve diferença entre as formulações. Isto pode ser analisado através da TABELA 49, onde as médias para os vários néctares foram quase iguais.

Com relação ao final do experimento, notou-se que realmente ocorreu uma diferença entre os tratamentos. Para

um nível de 3,8% de significância, constatou-se que em ordem crescente, os tratamentos nos néctares l_{1b} , A_{2b} e l_{1a} , e A_{2a} , são considerados iguais (TABELA 50).

TABELA 50 - Notas atribuídas pelos provadores aos néctares de carambola, quanto ao sabor. Final do experimento (com 120 dias de armazenamento).

Provadores	Tratamentos	A_{1a}	A_{1b}	A_{2a}	A_{2b}
01		7	4	7	5
02		6	1	7	1
03		6	3	5	2
04		4	2	6	3
05		5	1	6	1
06		5	3	6	3
07		5	1	5	4
08		3	3	4	5
09		5	3	6	5
10		7	2	6	3

A_{1a} - Formulação 1, preservada por alta temperatura

A_{1b} - Formulação 1, preservada por baixa temperatura

A_{2a} - Formulação 2, preservada por alta temperatura

A_{2b} - Formulação 2, preservada por baixa temperatura

Para efetuar a análise comparativa do estudo sensorial dos néctares no início e no final de cada tratamento, utilizou-se o teste de MANN-WHITNEY. Assim, no tocante à formulação 1 preservada por alta temperatura (A_{1a}) percebeu-se que não houve diferença no gosto do início para o final do experimento. Isto é comprovado quando se compara as médias obtidas em ambas as etapas, 5,4 e 5,3, respectivamente.

Comparando a formulação 1, preservada à baixa temperatura (A_{1b}), observou-se que o sabor no início do experimento foi melhor do que no final do mesmo. Na etapa inicial, temos média de 5,6, enquanto para a etapa final, temos média de 2,3.

Com respeito à formulação 2 preservada a quente ("hot pack") verificou-se que o sabor no começo da pesquisa foi menos apreciado do que no fim do experimento. Suas médias foram de 5,3 e 5,8, respectivamente.

Quanto a formulação 2 conservada a baixa temperatura, o sabor no início do experimento foi melhor do que no final do mesmo. Suas médias são respectivamente 5,8 e 3,2.

4.4.2 - Geléia

Na análise sensorial da geléia de carambola utilizou-se o teste não paramétrico de WILCOXON, para verificar se houve diferença quanto ao sabor nas duas formulações.

Na TABELA 51 estão presentes os valores atribuídos pelos provadores às duas formulações da geléia, as quais só foram analisadas sensorialmente no final da pesquisa.

Estatisticamente, conclui-se que, a nível de 4,8% de significância, não existe diferença entre as duas formulações na preferência dos provadores quanto ao sabor. As médias para ambas as formulações são muito próximas, 5,8 e 5,5.

TABELA 51 - Valores atribuídos pelos provadores às duas formulações das geléias de carambola.

Provadores	Formulação 1	Formulação 2
01	6	7
02	5	4
03	7	5
04	6	7
05	5	7
06	6	7
07	6	5
08	5	4
09	7	3
10	5	6
MÉDIAS	5,8	5,5

5 - CONCLUSÕES

Em relação à caracterização física do fruto, ocorreu uma certa homogeneidade entre os valores obtidos quanto ao comprimento, enquanto que os demais parâmetros peso, diâmetro, volume e densidade comportaram-se de forma oposta, apresentando uma maior variação.

No que se refere ao rendimento e perdas na obtenção da polpa da carambola, as perdas foram maiores em escala piloto do que em laboratório, sendo que neste último obteve-se um rendimento bastante satisfatório.

Através das determinações físico-químicas e químicas, concluiu-se que a polpa da carambola possui pH ácido, um teor razoável de sólidos solúveis, alta acidez, elevada umidade, baixo conteúdo de proteínas e lipídios. É uma fonte moderada de açúcares e fibras, valores aceitáveis de vitamina C e cálcio, baixa taxa de fósforo e ferro, e médio conteúdo de tanino.

Os produtos preservados por baixa temperatura mantiveram-se mais estáveis do que os preservados por alta temperatura no decorrer do período de armazenamento. Observou-se que o tempo de estocagem e o método preservativo utilizado são influenciados mutuamente entre si.

Um escurecimento gradual foi verificado nos néctares tratados pelo método "hot pack" e também nas geléias.

No que concerne à análise sensorial dos néctares, percebeu-se que os produtos conservados por baixa temperatura obtiveram maior grau de aceitação, quando recém-processados.

Apesar da ocorrência de um escurecimento gradual nos néctares conservados pelo calor, verificou-se que os referidos produtos foram mais apreciados após 120 dias de armazenagem.

Sensorialmente, para os painelistas, não houve diferença quanto ao sabor entre as duas formulações da geléia, sendo ambas muito bem aceitas.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 20 ed. Washington. The Association of Official Analytical, 1975. 1091p.
- 02 - BALDINI, V.L.S.; DRAETTA, L.S. & NOMURA, E.H. Avaliação bioquímica da carambola (*Averrhoa carambola*, L.). Col. ITAL, 12:291-283, 1981/1982.
- 03 - BAYMA, A.B. Estudo de produtos industrializáveis do māo (Carica papaya, L.) cultivar solo. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1986, Tese M.S.
- 04 - BRAVERMAN, J.B.S. Introducción a la bioquímica de los alimentos. 2 ed. Barcelona, Ediciones Omega, 1978.
- 05 - CAMPOS, F.A. de M.; PECHNIK, E. & SIQUEIRA, R. Valor nutritivo de frutos brasileiros. Arq. Bras. de Nutrição, 8(2):133, março/abril, 1951.
- 06 - CARVALHO, F.A.L. Estudo da obtenção, acondicionamento e armazenamento da banana "Passa" e banana "Chips", utilizando-se os cultivares prata e nanicão (Musa sapientum, L. e Musa cavendishii, Lamb.). Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1981, Tese M.S.
- 07 - CAVALCANTE, P.B. Frutas comestíveis da Amazônia II. Publicações avulsas (nº 27) do Museu Goeld, Belém. 1974. 73p.
- 08 - CETEC/FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Manual para fabricação de geléias. Belo Horizonte, Série de Publicações Técnicas, 1985. IV.
- 09 - CONOVER, W.J. Practical nonparametric statistics. New York, Wiley International Edition, 1971, 462p.
- 10 - CRUESS, W.V. Produtos industriais de frutas e hortaliças. São Paulo, Edgard blücher, 1973, V. 1 446p.
- 11 - CZYHRINCIW, N. Tropical fruits. In: Advances in food research. New York, Academic Press, 1969, V. 17, p. 214-253.

- 12 - DESROSIER, N.W. The tecnology of food preservation.
Westport, AVI, 1963, 405p.
- 13 - ESTUDO NACIONAL DA DESPESA FAMILIAR/ENDEF. Tabelas de composição de alimentos. 2 ed. Rio de Janeiro, Secretaria de Planejamento da Presidência da República. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1981.
- 14 - FIGUEIREDO, R.W. Estudo da industrialização do jenipapo (Jenipa americana, L.). Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1984, Tese M.S.
- 15 - FIGUEIREDO, R.W.; MAIA, G.A.; HOLANDA, L.F.F.; MONTEIRO, J.C.S. & TEIXEIRA, E.A.M. Estudo do processamento e estabilidade da geléia de jenipapo (Jenipa americana, L.). Ciên. Agron., 17(1):123-117, junho, 1986.
- 16 - FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. 7 ed. Rio de Janeiro, Atheneu, 1986.
- 17 - GAVA, A.M. Princípios de tecnologia de alimentos. São Paulo, Nobel, 1978, 284p.
- 18 - GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. nº 2. Piracicaba (SP), Universidade de São Paulo, 1960. 243p.
- 19 - GUIA RURAL ABRIL. As culturas de A até Z. Rio de Janeiro, Abril Cultural, 1986. 385p.
- 20 - GUIMARÃES, F.A. Considerações físicas, químicas e tecnológicas no aproveitamento industrial da pitanga (Eugenia uniflora, L.). Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1981, Tese M.S.
- 21 - GUIMARÃES, F.A.; HOLANDA, L.F.F.; MAIA, G.A. & MOURA FÉ, J.A. Tecnologia do néctar de pitanga (Eugenia uniflora, L.). Ciên. Agron., 13 (1/2):75-71, dezembro, 1982.
- 22 - GRISWOLD, R.M. Estudo experimental dos alimentos. Rio de Janeiro, Edgard Blücher, 1972, 469p.
- 23 - GROSS, J.; IKAN, R. & ECKHART, S. Carotenoids of the fruit of Averrhoa carambola, L. Phytochemistry, 22 (6):1481-1479, 1983.
- 24 - HALL, N.T.; SMOOT, J.M.; KNIGHT Jr., R.J. & NAGY, S. Protein and amino acid compositions of ten tropical fruits by gas-liquid chromatography. J. Agric. Food Chem., 28:1221-1217, june, 1980.

- 25 - HEGSTED, D.M. The essential nutrients. In: BLANCK, F.C. Handbook of food and agriculture. New York, Reinhold Publishing Corporation, 1955, p. 304-279.
- 26 - HOLANDA, L.F.F.; MOURA FÉ, J.A.; MARTINS, C.B. & MAIA, G.A. Estabilidade do doce de banana em massa. Ciênc. Agron., 4(1/2):108-105, dezembro, 1974.
- 27 - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz; métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 2 ed. São Paulo, 1976. Vol. I.
- 28 - LESS, R. Food analysis and quality control methods for the food manufacturer and buyer. London, Leonard Hill Books, 1975.
- 29 - LIMA, D.S. Nutrição orientada e os remédios da natureza. São Paulo, Casa Publicadora Brasileira, 1986, 259p.
- 30 - LIMA, Z.B.; BARROS, G.G.; TIBINKA, S.C. & ORLANDI, M.M. G. Frutos comestíveis do Brasil. Rev. Fac. Farm Bioquim., 3(1):88-79, jan/jun, 1965.
- 31 - LUND, E.D. & SMOOTH, J.M. Dietary fiber content of some tropical fruits and vegetables. J. Agric. Food Chem., 30(6):1127-1123, july, 1982.
- 32 - MAIA, G.A. et alii. Aproveitamento industrial da banana, estudo de métodos de processamento, embalagem e estabilidade da banana passa. Fortaleza, Núcleo de Tecnologia Industrial, 1978.
- 33 - MILLER, C.D.; BAZORE, K. & BARTOW, M. Fruits of Hawaii. Honolulu, Tong Publishing, 1957. p. 34-33.
- 34 - MONTEIRO, A.R.; MARTINELLI, N.M.; FERRAZ, L.C.C.B. & LORDELLO, R.R.A. Nematóides parasitos de plantas na região de Ilha Solteira, Estado de São Paulo. Public. Soc. Bras. Nemat., 3:38-35.
- 35 - MONTGOMERY, D. Design and analysis of experiments. New York, John Wiley and Sons, 1976, 418p.
- 36 - MITCHELL, H.S.; RYNBERGEN, H.J.; ANDERSON, L. & DIBBLE, M.V. Nutrição. 16 ed. Rio de Janeiro, Interamericana, 1978, 567p.

- 37 - NARAIN, N.; BORA, P.S.; HOLSCHEM, H.J.; VASCONCELOS, M. A.S. & SANTOS, E.M.G. Caracterização física dos frutos da caramboleira (*Averrhoa carambola*, L.), oriundos do trópico semi-árido da Paraíba. Programa e Resumo da IX Congresso Brasileiro de Fruticultura. Nov., 1987, p. 17.
- 38 - NATIONAL CANNERS ASSOCIATION RESEARCH LABORATORIES. Laboratory manual for food canners and processors. 4 ed., Westport, AVI, 1980, V. 2.
- 39 - NORDBY, H.E. & HALL, N.T. Lipid markers in chemotaxonomy of tropical fruits: Preliminary studies with carambola and loquat. Proc. Fla. State Hort. Soc., 92:300-298, 1979.
- 40 - OLIVEIRA, M.L.S.; HOLANDA, L.F.F.; MAIA, G.A. & ORIÁ, H.F. Estudo da estabilidade do néctar de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*, Schum.). Ciênc. Agron., 15 (1/2):77-75, dez., 1984.
- 41 - OLIVEIRA, J.E.D.; SANTOS, A.C. & WILSON, E.D. Nutrição básica. São Paulo, Sarvier, 1982.
- 42 - OSLUND, C.R. & DAVENPORT, T.L. Ethylene and carbon dioxide in ripening fruit of *Averrhoa carambola*, Hort. Science, 18(21):230-229, abril, 1983.
- 43 - PANTASTICO, E.R.B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, AVI, 1975. 560p.
- 44 - PEARSON, D. Técnicas de laboratório para el análisis de alimentos. Zaragoza, Editorial Acribia, 1976.
- 45 - PONTE, J.J. Clinica de doenças de plantas. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1988, 578p. (Em compo sição).
- 46 - POTTER, N.N. Food science. Westport, AVI, 1968.
- 47 - ROTMAN, F. A cura popular pela comida. 5 ed., Rio de Janeiro, Record, 1984. 366p.
- 48 - SANTOS, J.B. Carambola. In: Grande manual globo de agricultura, pecuária e receituário industrial. 6 ed., Rio de Janeiro, Globo, 1985. V.3. p. 196-197.

- 49 - SHAW, P.E. & WILSON III, C.W. Separation of fructose, glucose and sucrose in fruit by high performance liquid chromatography using U.V. detection at 1900 nm. J. Sci. Food Agric. 34:112-109, 1983.
- 50 - SILVA, A.G.A.E.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M.; GONÇALVES, A.J.C.; GOMES, J.; SILVA, M.N. & SIMONI, L. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitas e predadores. Parte II - 1º Tomo, Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1968.
- 51 - SILVA, C.E.M. Estudo tecnológico e algumas características físicas do murici (*Byrsonima verbascifolia*, Rich.). Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1978, Tese M.S.
- 52 - TRESSLER, D.K. & EVERIS, C.F. The freezing preservation of foods. Westport, AVI, 1957, V.1.
- 53 - WAGNER Jr., C.J.; BRYAN, W.L. & BERRY, R.E. Carambola selection for commercial production. Proceedings Florida State Horticulture Society, 88:469-466, 1975.
- 54 - WENKAN, N.S. & MILLER, C.D. Carambola. Composition of Hawaii fruits. Bulletin of University of Hawaii, 135: 20, Dec., 1965.
- 55 - WILSON III, C.W.; SHAW, P.E. & KNIGHT Jr., R.J. Analysis of oxalic acid in carambola (*Averrhoa carambola*, L.) and spinach by high-performance liquid chromatography. J. Agric. Food Chem., 30(6):1108-1106, 1962.
- 56 - WILSON III, C.W.; SHAW, P.E.; KNIGHT Jr., R.J.; NAGY, S. & KLIM, M. Volatile constituents of carambola (*Averrhoa carambola*, L.). J. Agric. Food Chem., 33(2):201-199, 1985.
- 57 - WINTON, A.L. & WINTON, K.B. Análises de alimentos. Buenos Aires. Hispano Americano, p. 75, 1958.