



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação de Mestrado

ALTERAÇÕES DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO SUCO
DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.) PARA
DIFERENTES TÉCNICAS DE CONGELAMENTO INICIAL, AO LONGO
DO PERÍODO DA ARMAZENAGEM FRIGORIFICADA

ELAINE DONATA CIABOTTI

Campina Grande
Paraíba

ALTERAÇÕES DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS
DO SUCO DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.)
PARA DIFERENTES TÉCNICAS DE CONGELAMENTO INICIAL,
AO LONGO DO PERÍODO DA ARMAZENAGEM FRIGORIFICADA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

ALTERAÇÕES DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS
DO SUCO DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.)
PARA DIFERENTES TÉCNICAS DE CONGELAMENTO INICIAL,
AO LONGO DO PERÍODO DA ARMAZENAGEM FRIGORIFICADA

ELAINE DONATA CIABOTTI

CAMPINA GRANDE
FEVEREIRO – 2000

ELAINE DONATA CIABOTTI

ALTERAÇÕES DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS
DO SUCO DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) PARA
DIFERENTES TÉCNICAS DE CONGELAMENTO INICIAL,
AO LONGO DO PERÍODO DA ARMAZENAGEM FRIGORIFICADA

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado em Engenharia Agrícola da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para a
obtenção do grau de Mestre.

Área de Concentração:

Armazenamento e Processamento de
Produtos Agrícolas

Orientadores:

Prof^ª Dra. Maria Elita Duarte Braga

Prof. Dr. Mário E. R. M. C. Mata

CAMPINA GRANDE
Universidade Federal da Paraíba
FEVEREIRO - 2000



C565a

Ciabotti, Elaine Donata

Alterações das propriedades físico-químicas do suco de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) para diferentes técnicas de congelamento inicial, ao longo do período da armazenagem frigorificada / Elaine Donata Ciabotti. - Campina Grande, 2000.

107 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

1. Armazenagem 2. Armazenagem Frigorificada 3. Técnicas de Congelamento 4. Dissertação I. Braga, Maria Elita Duarte, Dra. II. Mata, Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti, Dr. III. Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande (PB) IV. Título

CDU 621.796(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

COPEAG - PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

ELAINE DONATA CIABOTTI

Título: “Alterações das propriedades físico-químicas do suco de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) para diferentes técnicas de congelamento inicial ao longo do período da armazenagem frigorificada”.

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Maria Elita D. Braga
Prof.ª Dra. Maria Elita D. Braga-Orientadora

APROVADA COM DISTINÇÃO

Mário Eduardo R.M.C. Mata
Prof. Dr. Mário Eduardo R.M.C. Mata-Co-Orientador

APROVADA COM DISTINÇÃO

Rossana Maria F. de Figueiredo
Prof.ª Dra. Rossana Maria F. de Figueiredo-Examinador

APROVADA COM DISTINÇÃO

Carlos Alberto Gasparetto
Prof. Dr. Carlos Alberto Gasparetto-Examinador

Aprovada com distinção

Campina Grande, 22 de fevereiro de 2000

*À Escola Agrotécnica Federal de
Uberaba-MG; a todos que se
preocupam em produzir e armazenar
alimentos com qualidade e àqueles
que nunca se cansam de buscar o
conhecimento, dedico.*

AGRADECIMENTOS

- A Deus.
- À CAPES pelo incentivo concedido através do PICDT.
- À Miriam Tavares Dias Cardozo e José Renato de Souza da Escola Agrotécnica Federal de Uberaba, molas mestras e apoio, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.
- À Sueli Ciabotti, irmã e colega de trabalho pelo imprescindível apoio no sentido profissional e social.
- A toda minha família pelo apoio à distância.
- À Marlúcia Souza Silva, cujo trabalho junto à Escola Agrotécnica Federal de Uberaba nos permitiu o cumprimento desta etapa sem transtornos.
- Aos servidores da UFPB, campus II – Campina Grande, pelo acolhimento exemplar e apoio técnico-científico:
 - Prof^{te} Dra. Maria Elita Duarte Braga
 - Prof. Dr. Mário Eduardo Rangel M. Cavalcanti Mata
 - Prof^{te} Dra. Rossana Maria Feitosa Figueiredo
 - Prof. Dr. Alexandre de Melo Queiroz
 - Eng^o Paulo de Almeida Farias e toda equipe do Laboratório de engenharia elétrica
 - Eng^o José Rildo de Oliveira e toda equipe do departamento de engenharia mecânica
 - Rivanilda Diniz S. de Almeida e todos os demais servidores da UFPB.
- Aos amigos que se tornaram irmãos:
 - Márcia Suely Ovídio de Araújo e família
 - José Carlos Ferreira e família
- A todos os colegas de mestrado pelas constantes demonstrações de companheirismo.
- A todos que, pacientemente colaboraram na análise sensorial.
- À Selma pela fidelidade à nossa família.
- Aos amigos que se tornaram família, gentilmente nos acolhendo e sendo apoio firme e confortador: Cláudia, Ceíça e família, Natália, Vítor, Suerda, Maristela, Jailson, José Buarque e Ana, Joseph, Beena, Lira, Padre Genival, e a todas as pessoas da Escola Novo Horizonte.

Todas estas pessoas fizeram desta etapa, muito mais que um aprendizado científico.

SUMÁRIO

LISTA DE ANEXOS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1- INTRODUÇÃO	01
1.1 - Objetivos.....	03
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
2.1 - O maracujá amarelo.....	04
2.2 - Suco de maracujá.....	06
2.2.1 - Suco de maracujá com açúcar adicionado	10
2.3 - Conservação a baixas temperaturas.....	12
2.3.1 - Congelamento convencional.....	12
2.3.2 - Ultra-congelamento com nitrogênio líquido.....	13
2.3.3 - Armazenamento congelado.....	14
2.3.4 - Cinética de congelamento.....	14
2.4 - Características físico-químicas.....	17
2.4.1 - Ácido ascórbico.....	19
2.4.2 - Acidez.....	21
2.4.3 - Potencial hidrogeniônico (pH).....	22
2.4.4 - Sólidos solúveis.....	23
2.4.5 - Açúcares (reduzidores, não reduzidores e totais).....	23
2.5 - Características sensoriais.....	24
2.5.1 - Aparência.....	25

2.5.2	- Cor	26
2.5.3	- Sabor e aroma.....	27
3	- MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1	- Caracterização dos frutos.....	30
3.2	- Processamento da fruta.....	30
3.3	- Caracterização inicial dos sucos.....	31
3.3.1	- Densidade.....	31
3.3.2	- Cinzas.....	31
3.3.3	- Umidade.....	32
3.4	- Acondicionamento.....	32
3.5	- Cinética de congelamento.....	32
3.5.1	- Tratamento dos dados.....	34
3.6	- Tratamentos.....	35
3.7	- Armazenagem.....	35
3.8	- Análises.....	35
3.8.1	- Ácido ascórbico.....	35
3.8.2	- Acidez.....	36
3.8.3	- Potencial hidrogeniônico (pH).....	36
3.8.4	- Sólidos solúveis.....	36
3.8.5	- Açúcares redutores, não redutores e totais.....	36
3.8.6	- Análise sensorial.....	36
3.8.6.1	- Aparência, cor e aroma.....	37
3.8.6.2	- Sabor.....	37
3.9	- Análise estatística.....	38
4	- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1	- Caracterização dos frutos e do suco.....	39
4.2	- Rendimento do maracujá.....	41
4.3	- Cinética de congelamento.....	42

4.3.1	- Difusividade térmica efetiva.....	46
4.4	- Alterações químicas e físico-químicas ao longo do armazenamento.....	47
4.4.1	- Ácido ascórbico.....	47
4.4.2	- Acidez.....	51
4.4.3	- ph.....	54
4.4.4	- Sólidos solúveis.....	57
4.4.5	- Açúcares totais.....	60
4.4.6	- Açúcares redutores.....	63
4.4.7	- Sacarose.....	66
4.5	- Análise sensorial.....	69
4.5.1	- Aparência.....	69
4.5.2	- Cor.....	72
4.5.3	- Odor.....	75
4.5.4	- Sabor.....	78
5	- CONCLUSÃO.....	81
6	- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
	ANEXOS.....	92

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	Ficha utilizada para avaliação da aparência, cor e odor do suco de maracujá puro e adoçado antes do congelamento.....	92
ANEXO B	Ficha utilizada para avaliação sensorial do sabor de maracujá puro e adoçado antes do congelamento.....	93
ANEXO C	Ficha utilizada na avaliação da aparência, cor e aroma do suco de maracujá puro e adoçado após o congelamento (tempo 0) e a cada trinta dias	94
ANEXO D	Ficha utilizada na avaliação do sabor dos sucos de maracujá após o congelamento (tempo 0) e a cada trinta dias	95
ANEXO E	96
ANEXO F	Análise de variância de ácido ascórbico para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento	102
ANEXO G	Análise de variância de acidez para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento	102
ANEXO H	Análise de variância de pH para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento	103
ANEXO I	Análise de variância de sólidos solúveis para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento	103
ANEXO J	Análise de variância de açúcares totais para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento	104
ANEXO L	Análise de variância de açúcares redutores para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento	104
ANEXO M	Análise de variância de sacarose para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento	105
ANEXO N	Análise de variância de aparência para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento	105

ANEXO O	Análise de variância de cor para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento	106
ANEXO P	Análise de variância de odor para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento	106
ANEXO Q	Análise de variância de sabor para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento	107

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Maracujá amarelo.....	4
FIGURA 2 -	Maracujá amarelo em corte transversal.....	6
FIGURA 3 -	Fluxograma de processamento de suco de maracujá descrito por Chan e citado por SALUNKE e DESAI (1984).....	8
FIGURA 4 -	Dados sobre curva de congelamento da água (BARUFFALDI e OLIVEIRA, 1998).....	15
FIGURA 5 -	Posição de determinação do comprimento do maracujá.....	30
FIGURA 6 -	Calibração dos termopares por termômetro padrão.....	33
FIGURA 7 -	Recipiente utilizado para imersão das amostras em nitrogênio líquido.....	34
FIGURA 8 -	Forma de apresentação das amostras para análise de aparência, cor e odor.....	37
FIGURA 9 -	Análise do sabor do suco de maracujá.....	38
FIGURA 10 -	Rendimento dos sucos, puro e adoçado, de maracujá amarelo.....	42
FIGURA 11 -	Cinética de congelamento de suco de maracujá puro, a $-22,6^{\circ}\text{C}$ para uma amostra de 9mm de espessura.....	43
FIGURA 12 -	Cinética de congelamento a $-22,6^{\circ}\text{C}$, de suco de maracujá adoçado, para uma amostra de 6,98mm de espessura	44
FIGURA 13 -	Cinética de congelamento de suco de maracujá puro, por imersão em nitrogênio líquido (-196°C), para uma amostra de 9,24mm de espessura	45

FIGURA 14 - Cinética de congelamento de suco de maracujá adoçado, por imersão em nitrogênio (-196°C) líquido para uma amostra de 7,88mm de espessura.....	45
FIGURA 15 - Variação de ácido ascórbico em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6°C para diferentes técnicas de congelamento	48
FIGURA 16 - Variação da acidez em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6°C para diferentes técnicas de congelamento.....	52
FIGURA 17 - Variação do pH em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6°C para diferentes técnicas de congelamento.....	54
FIGURA 18 - Variação de sólidos solúveis em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6°C para diferentes técnicas de congelamento.....	58
FIGURA 19 - Variação de açúcares totais em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6°C para diferentes técnicas de congelamento.....	60
FIGURA 20 - Variação de açúcares redutores em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6°C para diferentes técnicas de congelamento.....	63
FIGURA 21 - Variação da sacarose em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6°C para diferentes técnicas de congelamento.....	66
FIGURA 22 - Variação da aparência em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6°C para diferentes técnicas de congelamento	70
FIGURA 23 - Variação da cor em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6°C para diferentes técnicas de congelamento.....	73
FIGURA 24 - Variação do odor em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6°C para diferentes técnicas de congelamento.....	76
FIGURA 25- Variação do sabor do suco de maracujá amarelo ao longo do armazenamento a -22,6°C para diferentes técnicas de congelamento.....	79

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Análises nutricionais, químicas e físico-químicas do suco do maracujá amarelo.....	18
TABELA 2 - Análises físicas e nutricionais do suco do maracujá amarelo segundo vários autores.....	19
TABELA 3 - Valores médios encontrados para algumas características físicas de maracujá amarelo e de algumas características iniciais de seu suco puro e adoçado.....	41
TABELA 4 - Valores dos coeficientes de difusão, difusividade efetiva $A_1 = 1$ e difusividade efetiva média do suco de maracujá puro e adoçado nas três fases de congelamento, quando submetido ao congelamento a $-22,6^\circ\text{C}$ em freezer e a -196°C por imersão em nitrogênio líquido.....	47
TABELA 5 - Comparação entre médias de ácido ascórbico (mg/100g) para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo	49
TABELA 6 - Valores médios de ácido ascórbico para a interação tratamento x período de tempo.....	50
TABELA 7 - Comparação entre as médias de acidez (% de ácido cítrico) para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo	52
TABELA 8 - Valores médios de acidez para a interação tratamento x período de tempo.....	53
TABELA 9 - Comparação entre as médias de pH para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo	55
TABELA 10- Valores médios de pH para a interação tratamento x período de tempo...	56
TABELA 11- Comparação entre as médias de sólidos solúveis ($^\circ\text{Brix}$) para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo	58

TABELA 12-	Valores médios de sólidos solúveis para a interação tratamento x período de tempo.....	59
TABELA 13-	Comparação entre as médias de açúcares totais (%) para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo	61
TABELA 14-	Valores médios de açúcares totais para a interação tratamento x período de tempo.....	62
TABELA 15-	Comparação entre as médias de açúcares redutores (%) para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo.....	64
TABELA 16-	Valores médios de açúcares redutores para a interação tratamento x período de tempo.....	65
TABELA 17-	Comparação entre as médias de sacarose (%) para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo	67
TABELA 18-	Valores médios de sacarose para a interação tratamento x período de tempo.....	68
TABELA 19-	Comparação entre as médias de aparência para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo	70
TABELA 20-	Valores médios de aparência para a interação tratamento x período de tempo.....	71
TABELA 21-	Comparação entre as médias de cor para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo	73
TABELA 22-	Valores médios da cor para a interação tratamento x período de tempo...	74
TABELA 23-	Comparação entre as médias de odor para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo	76

TABELA 24- Valores médios de odor para a interação tratamento x período de tempo. 77

TABELA 25- Comparação entre as médias de sabor para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo 79

TABELA 26- Valores médios de sabor para a interação tratamento x período de tempo 80

RESUMO

Suco de maracujá amarelo, puro e adoçado, submetidos a dois métodos de congelamento inicial, em freezer a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ e por imersão em nitrogênio líquido a -196°C , foram armazenados por 180 dias a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determinou-se a cinética de resfriamento e congelamento destes sucos e as alterações de algumas características físico-químicas (ácido ascórbico, acidez, pH, açúcares redutores, não redutores, totais e sólidos solúveis) e sensoriais (aparência, cor, aroma e sabor) durante o período de armazenamento, visando verificar a influência do congelamento inicial na qualidade dos mesmos. Para os sucos congelados a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ as fases de resfriamento, cristalização e pós-congelamento foram de 1.200, 5.700 e 14.400 segundos, respectivamente para o suco puro e de 1.500, 5.700 e 14.100 segundos para o suco adoçado. A difusividade térmica efetiva média considerando-se os estágios 1 e 3 foi de $0,54\text{ mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$ para o suco puro e de $0,25\text{ mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$ para o suco adoçado. Para os sucos congelados a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ as fases de resfriamento, cristalização e pós-congelamento foram de 60, 20, e 190 segundos para o suco puro e 40, 30 e 300 segundos para o suco adoçado. A difusividade térmica efetiva média considerando-se os estágios 1 e 3 foi de $30,81\text{ mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$ para o suco puro e $26,21\text{ mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$ para o suco adoçado. Os valores de ácido ascórbico, pH, açúcares redutores e totais, sacarose, aparência, cor e sabor mostraram ser estáveis para todos os tratamentos, o que indica que os tipos de congelamento foram eficientes na preservação da qualidade dos dois tipos de sucos ao longo do armazenamento. Nos sucos adoçados foi observada uma maior tendência de manutenção do teor de acidez durante o armazenamento. Nos sucos sem açúcar constatou-se uma maior estabilidade nos teores de açúcares totais e não redutores, bem como uma maior preferência, segundo análise sensorial, para os parâmetros aparência e cor em relação aos sucos adoçados.

ABSTRACT

Juice of yellow passion fruit, pure and sweetened, submitted to two methods of initial freezing, in freezer at $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ and for immersion in liquid nitrogen at $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, were stored by 180 days at $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. It was determined the kinetic of cooling and freezing of these juices and the alterations of some physical-chemical (ascorbic acid, acidity, pH, reducers sugar, non-reducers sugar, totals sugar and soluble solids) and sensorial characteristics (appearance, color, aroma and flavor) during the storage period, seeking to verify the influence of the initial freezing in the quality of the same ones. For the juices frozen at $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, the cooling, crystallization and powder-freezing phases were of 1.200, 5.700 and 14.400 seconds, respectively for the pure juice and 1.500, 5.700 and 14.100 seconds for the sweetened juice. The average effective thermal diffusivity considering the phases 1 and 3 was $0,54.\text{mm}^2.\text{s}^{-1}$ for de pure juice and $0,25.\text{mm}^2.\text{s}^{-1}$ for the sweetened juice. For the juices frozen at $-196.^{\circ}\text{C}$ in the phases of cooling, crystallization and powder-freezing, the time were 60, 20, and 190 seconds for the pure juice and 40, 30 and 300 seconds for the sweetened juice. The thermal effective average considering the phases 1 and 3 was $30,81\text{ mm}^2.\text{s}^{-1}$ to the pure juice and $26,21\text{ mm}^2.\text{s}^{-1}$ for the sweetened juice. The values of ascorbic acid, pH, reducers sugar and totals sugar, appearance, color and flavor, showed to be stable for all the treatments, indicating that the freezing types were efficient in the preservation of the quality of the two types of juices along the storage. In the sweetened juices a larger tendency of maintenance of acidity was observed during the storage. In the juices without sugar a larger stability was verified in the texts of total sugars and non reducers, as well as a larger preference, second sensorial analysis, for the parameters appearance and color in relation to the sweetened juices.

1- INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é uma planta tropical, dita originária do Brasil, porém essa origem do maracujá amarelo é bastante discutida. Pope, citado por PRUTHI (1963) inicialmente propôs que o maracujá amarelo fosse um cruzamento entre a *Passiflora edulis* (maracujá roxo) e *Passiflora ligularis*, no entanto Storey, citado pelo mesmo autor, discordando desta afirmativa relatou que o maracujá amarelo pode ser provavelmente uma mutação da *Passiflora edulis*. PRUTHI (1963), entretanto questiona as considerações desses dois autores, pois existem várias diferenças significativas entre as duas espécies, incluindo um alto grau de incompatibilidade.

MORTON e MACLEOD (1990), concordando com WHITTAKER (1972), citam as mais de 400 espécies do maracujá sendo estas, provavelmente, originárias dos trópicos americanos, no entanto apenas algumas espécies são conhecidas como nativas nos países da América do Sul, México e Antilhas.

ASKAR (1998a) afirma que das 400 espécies de maracujá, apenas a variedade amarela (no Brasil, Havaí) e a roxa na Austrália têm importância comercial.

O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) é o principal representante da família *Passifloraceae* em nosso país, onde se estima uma área plantada de 24.000 ha. Esta produção destina-se 50% ao comércio da fruta fresca e 50% à industrialização do suco, no entanto segundo RUGGIERO *et alii* (1996), há que se considerar que essas frutas frescas não são consumidas *in natura* devido ao sabor da polpa do maracujá ser super concentrada, mas sim na forma de suco, sorvetes, doces e geléias.

O maracujá amarelo destinado tanto a industrialização quanto ao comércio de frutas frescas, assim como a maioria das frutas tropicais, tem alta perecibilidade podendo

ser estocado a frio a uma temperatura em torno de 6.5°C por curtos períodos de tempo (30 a 35 dias). Assim sendo, faz-se necessário estocar o suco de maracujá, conservando-o por diversos métodos, tais como o congelamento, concentração, pasteurização com estocagem asséptica dentre outros.

O congelamento do suco do maracujá é um hábito comum tanto a nível industrial quanto a nível doméstico, visto que a simples refrigeração não é suficiente para retardar satisfatoriamente as alterações biológicas e químicas que ocorrem durante a estocagem. Segundo WHITTAKER (1972) a esterilização à quente deste produto, também é dificultada pela presença do amido.

Quando se usa um método de conservação dos alimentos, qualquer que seja, procura-se preservar os valores nutritivos, sensoriais e outros fatores responsáveis pela manutenção da qualidade dos mesmos. O congelamento é comprovadamente um dos melhores métodos de se obter um produto armazenado com transformações mínimas. Nos alimentos congelados a qualidade final está relacionada com as condições empregadas durante o processo de congelamento e com as condições de armazenamento do mesmo. De acordo com AMER e RUBIOLLO (1998) o congelamento rápido de um produto preserva a qualidade do alimento, uma vez que, o uso desta técnica aprisiona uma maior quantidade dos aromas voláteis que são perdidos durante o congelamento lento, além de constatar-se uma menor fração de produto não congelado, o que preserva melhor o alimento.

Outro forte aliado na conservação dos alimentos é o açúcar, principalmente pela sua capacidade de reduzir a atividade de água, e conseqüentemente dificulta a ação microbiológica. Sua adição em suco de maracujá congelado, parece contribuir para a manutenção de algumas características sensoriais, tais como cor, aroma e sabor. Segundo GRUDA e POSTOLSKI (1986), a adição de açúcar acentua o aroma e sabor de muitas frutas, uma vez que evita a oxidação durante o descongelamento. As proporções de açúcar utilizadas dependerão do destino final da polpa.

Portanto, a investigação de diferentes técnicas de congelamento do suco de maracujá com e sem adição de açúcar, parece ser uma boa contribuição para os diversos níveis de indústrias de processamento de frutas e também para muitos consumidores que processam esta fruta em seus laboratórios domésticos.

1.1- Objetivos

Assim sendo os objetivos desta pesquisa. foram:

- a) determinar o comprimento, largura e massa do maracujá "*in natura*" e a densidade, cinzas e umidade do suco de maracujá puro e adoçado, além de determinar o rendimento de sua extração;
- b) acompanhar a curva de resfriamento e congelamento do suco de maracujá com e sem açúcar às temperaturas de $-22,6^{\circ}\text{C}$ e -196°C e determinar uma difusividade térmica efetiva que possibilite cálculos de tempo de congelamento em processos semelhantes;
- c) determinar as alterações de algumas características nutricionais (ácido ascórbico, açúcares totais, redutores, não redutores), físico químicas (pH, acidez, sólidos solúveis), sensoriais (aparência, cor, aroma e sabor) do suco de maracujá amarelo submetido a dois tipos de tratamentos (com e sem açúcar), e dois métodos de congelamento inicial ($-22,6^{\circ}\text{C}$ e -196°C) por um período de 6 meses (0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses).de armazenagem frigorificada ($-22,6^{\circ}\text{C}$).

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – O maracujá amarelo

O maracujá amarelo é citado sempre como a espécie mais produtiva na indústria (GEIDA, 1971). De acordo com PRUTHI (1963), o maracujá amarelo cresce bem em vários tipos de solos, é forte, robusto e produtivo e segundo MORTON e MACLEOD (1990) é resistente à murcha por *fusarium*, doença esta que ocasiona fortes danos nas regiões produtoras de maracujá roxo.

Durante a colheita, o fruto do maracujazeiro geralmente não é apanhado, mas deixado na trepadeira até que ocorra sua queda natural. Este procedimento é feito para que haja pleno desenvolvimento do "flavor". Nas unidades produtoras as frutas caídas deverão ser recolhidas todas as manhãs, e por isso não deve existir cobertura vegetal no espaçamento entre as fileiras (SALUNKE e DESAI 1984).

O maracujá amarelo tem cor amarelo-canário, forma oval, podendo atingir um diâmetro máximo em torno de 9 cm, com peso variando de 31 a 176g (Figura 1). Quando amadurecido possui casca fina, vesículas alaranjadas e suco amarelo-alaranjado (podendo variar) com rendimento entre 20 a 30 %, 15°Brix e 3 a 5 % de ácido cítrico. A vitamina A se destaca com cerca de 540 U.I./100g (RUGGIERO *et alii*, 1996).



Figura 1– Maracujá amarelo.

Segundo SALUNKHE e DESAI (1984), o maracujá possui 84,0 % de umidade; 53cal/100g de porção comestível; 0,7 % de proteína; 0,2 % de gordura; 13,7 % de carboidratos; 0,2 % de fibras; 0,5 % de cinzas; e 20 mg de ácido ascórbico /100g de suco sendo considerado boa fonte de vitamina C, niacina e riboflavina. PRUTHI (1963) relatou oito formas de caroteno no maracujá, sendo predominante o β -caroteno.

RUGGIERO (1987) relata que a casca do maracujá amarelo constitui cerca de 61,9 % da massa do fruto e pode ser usada para extração de pectina e na alimentação animal. Experimentando este subproduto, JORDÃO e BONNAS (1996), produziram um pó fino a partir da pectina extraída da casca do maracujá amarelo e usaram-no para o preparo de uma geléia que foi considerada de qualidade aceitável. O teor de pectina da casca neste trabalho ficou em torno de 60%. FERNANDES e MAIA (1985) experimentaram um produto semelhante e produziram uma geléia de frutas viável e de cor escura, adicionando-se 10 % de polpa de maracujá amarelo.

As sementes do maracujá amarelo tomam cerca de 7,4 % da massa do fruto (Figura 2) e são constituídas de óleo, carboidratos, proteínas e minerais. O óleo extraído dessas sementes é de cor amarela, sabor agradável e odor suave. Não possui substâncias tóxicas, tem baixa siccatividade, médio índice de saponificação, boa estabilidade e grande conteúdo de ácido linoléico (RUGGIERO, 1987). As sementes são crocantes e boas de se saborear e apesar de serem removidas durante o processamento, nos países onde o maracujá tem boa aceitação, podem estar presentes em sobremesas e sorvetes, principalmente como adorno WHITTAKER (1972).

OTAGAKI e MATSUMOTO (1958) constataram que as cascas e sementes usadas como ração foram satisfatórias para suplementar ou suplantam as necessidades orgânicas diárias de vacas leiteiras. O óleo da semente do maracujá também pode ser usado para suprir as necessidades de gordura dos animais. Os autores observaram também que a casca do maracujá é rica em carboidratos, tem baixo teor de extrato etéreo e contém um teor de proteína bruta razoável. É comparável ao farelo de abacaxi, que é rico em compostos carbônicos e é largamente utilizado no Havaí como alimentação animal.

Os maracujás após a colheita devem ser imediatamente processados, mas quando isso não for possível devem ser armazenadas sob refrigeração (SALUNKHE e DESAI, 1984).

Pruthi e Girdhari citados por CZYHRINCIW (1969) constataram que as ótimas condições para estocagem de maracujá são temperaturas de 5,5 a 7,2 °C, umidade relativa 85-90 % e tempo de estocagem 4-5 semanas. Segundo SALUNKHE e DESAI (1984) temperaturas menores que 6,6 °C causaram injúrias nos frutos de maracujá e maiores que 6,5 °C provocaram perdas por ataque de fungos.

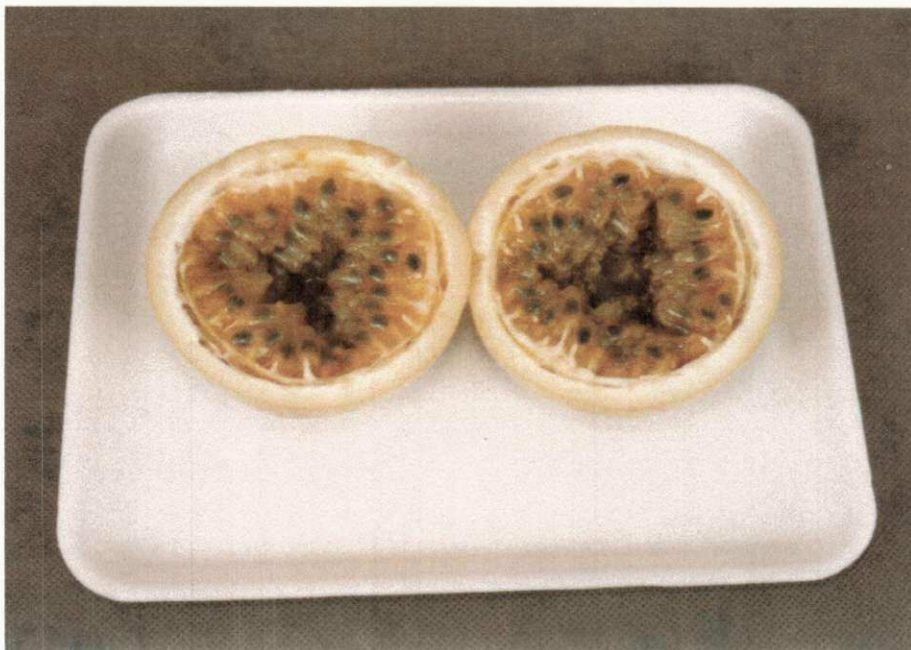


Figura 2 - Maracujá amarelo em corte transversal.

2.2- Suco de maracujá

Segundo a Lei 8.918, de 14 de julho de 1994 "Suco de fruta é o líquido límpido ou turvo extraído da fruta através de processo tecnológico adequado, não fermentado, de cor, aroma e sabor característicos, submetido a tratamento que assegure sua apresentação e conservação até o momento do consumo" (CABRAL e FURTADO, *s.d.*).

De acordo com a portaria nº 371 de 09 de setembro de 1974, do Ministério da Agricultura, o suco de maracujá "integral" ou "simples", serão termos aplicados ao suco sem adição de açúcares na sua concentração natural e ainda salienta que as frutas deverão ser "sãs, maduras, limpas e isentas de microorganismos" (CAMPOS, 1980).

O suco de maracujá tem sido descrito como um concentrado natural. No Brasil existem dois tipos de produtos mais comercializados: suco de maracujá diluído, adoçado e

conservado por esterilização; e suco de maracujá puro, sem adição de água ou açúcar, congelado até o consumo (GEIDA, 1971; SALUNKHE e DESAI 1984).

As composições das polpas de várias frutas e vegetais são muito semelhantes ao produto *in natura*, as quais exercem uma influência positiva no apetite e refrescam, devido à presença de seus componentes naturais (corantes, aromáticos e ácidos orgânicos), têm baixa caloria e alta quantidade de microelementos. O crescente aumento no interesse por polpas de frutas e vegetais tem resultado em um aumento de sua produção (ZADERNOWSKI et alii, 1997).

É importante ressaltar que as frutas para elaboração de sucos e polpas congeladas devem estar em completo amadurecimento, com o máximo de cor e aroma e apresentar absoluta sanidade, de modo a resultar em um produto com qualidade satisfatória. Os sucos e polpas são as partes da fruta que detêm os seus princípios nutricionais e demais substâncias fisiologicamente ativas, tendo as suas composições enriquecidas pela eliminação de substâncias residuais, principalmente o excesso de fibras, inertes no organismo (FAPEP-SINE, 1997).

Em um processo de produção bem mecanizado, a produção deste suco pode chegar a 2720 Kg/h. Para se atingir esta produtividade, pode-se seguir por exemplo o fluxograma de produção (Figura 3), descrito por Chan e citado por SALUNKHE e DESAI (1984). Estes mesmos autores ainda citaram outros diferentes métodos de obtenção do suco, como: extração em cilindros rotativos; uso de um descaroador de damascos modificado, acoplado com succionador; uso de separador centrífugo provido de cesta com paredes perfuradas e inclinadas.

O uso de enzimas pectinolíticas para separar o suco da polpa com sementes, foi testado por LIPITOA e ROBERTSON (1977) que obtiveram aumento de 35 % no rendimento total, e não encontraram diferenças significativas na análise sensorial realizada para comparar este produto com o suco extraído pelo método não enzimático.

O consumo do suco de maracujá geralmente se faz diluindo-o em água na proporção de 1:8, em alguns países é consumido misturado a outras frutas, tais como laranja, abacaxi e maçã (RUGGIERO, 1987). Outros autores sugerem diluição de 1:6 e citam misturas com purês ou sucos de banana, goiaba e mamão no preparo de bebidas de frutas tropicais, ponches e xaropes (SALUNKHE e DESAI, 1984). Nota-se diferenças entre os valores várias citações no que diz respeito à diluição, o que deve ser devido às

diferenças nas características químicas dos frutos e também à preferência dos consumidores em cada região.



Figura 3- Fluxograma de processamento de suco de maracujá descrito por Chan e citado por SALUNKHE e DESAI (1984).

UNCTAD – GATT (1971) destacou que por volta de 1971, quando as importações de sucos e néctares de frutas exóticas ainda não eram significativas, foram importados pelo Reino Unido, aproximadamente, 45 toneladas de suco de maracujá. Este produto era importado tanto na forma de polpa (com sementes) como na forma de suco. Nos anos 1966/1967, as principais indústrias de bebidas do Reino Unido tentaram introduzir bebidas aromatizadas com maracujá, mas estas tentativas esbarraram em dois problemas, além do alto custo deste produto quando comparado ao preço competitivo das frutas cítricas, suprimentos não satisfatórios em qualidade e quantidade e o público consumidor não foi atraído pelo sabor. Neste mesmo período, apenas estavam disponíveis naquele país, sucos e polpas em embalagens de consumo a varejo, importados da Austrália, África do Sul e pequenas quantidades de suco provenientes do Havaí importadas por uma loja de departamentos.

ZUROWIETZ (1996) destacou em seu artigo que nos anos 80, pronunciou-se o sabor do maracujá e do kiwi que ganharam alta aceitação. Hoje estas bebidas exóticas estão e estarão nos lábios de todos e cada novo produto exótico irá, indubitavelmente, alcançar-nos no futuro.

Um iogurte produzido com suco de maracujá tratado com conservantes, foi descrito por SOUZA (1977) como cremoso, uniforme, estável quanto a dessoragem e de paladar muito agradável.

CARLE (1998) cita que devido ao baixo poder de preservação e à dificuldade de transporte das frutas tropicais, a produção de polpas, purês ou sucos concentrados, está sendo propositadamente conduzida nos países em desenvolvimento.

Novas tecnologias, melhores equipamentos e técnicas aperfeiçoadas têm sido a principal contribuição para a melhoria da qualidade dos sucos. Tal fenômeno deve ter ocorrido para se poder conquistar e abastecer consumidores na Europa e América do Norte, com sucos preparados a partir de frutas tropicais exóticas. O mercado mundial para bebidas de frutas entrou em uma fase de expansão dinâmica, e os analistas de mercado esperam um crescimento contínuo até o século XXI. As estatísticas mostram que estes produtos compreendem o setor que cresce mais rápido no mercado de bebidas. Para fornecedores e fabricantes de derivados de frutas existe um interesse particular na variação da demanda que isto tem inspirado. Distribuidores de sucos estão vendendo enormes quantidades de sucos simples tanto quanto sucos mistos. Produtos considerados exóticos até alguns anos

atrás estão aumentando no mercado em grandes volumes. Fornecedores e fabricantes devem ser rápidos em atender a demanda desta expansão global do mercado. Padrões têm sido levantados nos países de crescimento primário das frutas e novas técnicas estão sendo desenvolvidas, como por exemplo o tratamento asséptico. O primeiro navio asséptico do mundo, o Ouro do Brasil, foi lançado em 1993, para transportar 3.2 milhões de galões de suco em 16 tanques verticais de aço inox, do Brasil para Europa, EUA e Japão. Os ingredientes chave na corrente de produção agricultor – fabricante e consumidor são confiança, qualidade e economia no desempenho (STACK, 1995).

Clarificar sucos é difícil, além disso, a maioria das frutas tropicais tem um alto conteúdo de carotenóides que ficam retidos nos tecidos durante o esmagamento. As partículas coloidais, que causam turbidez nos sucos carregam substâncias flavorizantes e antioxidantes naturais. Por isso clarificar sucos significa perder aroma, sabor natural, cor atrativa e conteúdo de vitamina A (CZYHRINCIW, 1969).

2.2.1- Suco de maracujá com açúcar adicionado

A adição de açúcar (segundo Portaria nº 371 de 09 de setembro de 1974 do ministério da agricultura) será permitida desde que o produto traga no rótulo "suco adoçado", com letras cujo tamanho mínimo seja de 1/4 da maior letra utilizada nos demais dizeres (CAMPOS, 1980).

O açúcar em concentrações adequadas é um conservante útil que proporciona dificuldades para os microorganismos se desenvolverem, sem tornar os alimentos impróprios para o consumo humano (SOUTHGATE, 1992). A presença do açúcar aumenta a pressão osmótica do meio, criando condições desfavoráveis para a maioria dos microrganismos, pois reduz a atividade de água (GAVA, 1988).

Consumidores do Havá e da Califórnia preferem comprar o suco do maracujá congelado e adoçado, para ser diluído antes do consumo. Alguns levantamentos concluíram que a relação de açúcar e suco deve estar sempre entre 55:100 e 45:100, devendo a preparação de diluição ser de 1:3. Na Austrália, um suco adoçado a 50 °Brix (70 partes de água para 100 de suco) produz um suco bastante agradável quando diluído na proporção de 1:4 (GEIDA - FCFPTA, 1971).

A hidrofília (atração pela água) dos carboidratos é uma propriedade física básica e útil, ocorre devido à presença de numerosos grupos de hidroxilas, que interagem com as moléculas de água formando pontes de hidrogênio, o que conduz a solvatação e/ou solubilização dos açúcares e muitos dos seus polímeros. A velocidade de reação da sacarose com a água é afetada fortemente pela estrutura do açúcar e pela quantidade presente do mesmo. A umectância (capacidade de ligar-se com a água) pode ser desejável tanto para limitar a entrada de água em um alimento quanto para controlar sua saída. Em muitos alimentos os carboidratos podem desempenhar um importante papel na fixação das cores e dos componentes voláteis do aroma, onde se verifica uma mudança da interação açúcar-água para açúcar-composto aromático (WHISTLER e DANIEL, 1993):



A adição de açúcar na proporção de 8 a 10 partes de fruta para uma de açúcar é uma prática habitual para polpas de frutas. Sendo o suco integral de maracujá um alimento ácido, o açúcar pode auxiliar na redução da acidez. A adição de xarope de açúcar é recomendada para evitar alteração da cor de algumas frutas delicadas como pêssegos e pêras no congelamento (STUDER *et alii*, 1996).

NEBESKY *et alii* (1949), estudando a estabilidade da cor em sucos de frutas, em soluções de pigmentos e em xarope de morangos, observaram que o açúcar exerceu uma pequena influência nos sucos de frutas e nas soluções de pigmentos, porém em xarope de morangos, a medida em que foi aumentada a concentração do açúcar, a estabilidade da cor também aumentou.

Os carboidratos podem ter uma influência imensurável na disseminação e percepção dos sabores. Açúcares provavelmente influenciam a retenção de água, dando um efeito de concentração e aumentando a concentração do "headspace". Poucas pesquisas têm sido publicadas sobre o efeito de mono e dissacarídeos na volatilidade dos componentes de sabor. Os dados normalmente mostram um aumento na concentração do "headspace" do sabor com adições crescentes de mono e dissacarídeos. Este fato pode ser devido ao efeito da concentração como resultado da retenção de umidade pelos açúcares. BAKKER (1995) citou vários autores e seus respectivos trabalhos que investigaram este mesmo tema: Kokesh e Hall observaram uma queda considerável na concentração de "headspace" do 2-pentanone e 2-heptanone como resultado da adição de glicerol, sacarose ou gelatina na solução; resultados contrastantes foram obtidos por Würdig e Schlotter

analisando dois outros componentes voláteis, acetona e 1-octanol observaram aumento na concentração de "headspace" destes componentes quando se aumentava a concentração de sacarose em solução aquosa: outro estudo (Burroughs e Sparks) mostrou que uma adição de 5 % de glicose ou ácido málico, aumentou a concentração do "headspace" do diacetil, mas concluíram que o efeito foi muito pequeno para ser de significância sensorial.

RIGHETTO (1996) detectou que a taxa de perda mensal de β -caroteno para suco de maracujá adoçado foi 1/3 menor que a perda no suco puro, demonstrando que o açúcar pode ter proporcionado um efeito protetor sobre este nutriente.

2.3- Conservação a baixas temperaturas

2.3.1- Congelamento convencional

Congelar comercialmente alimentos prontos ou semiprontos para consumo doméstico, parece ter-se iniciado na metade dos anos 40 e a partir desta data, é cada vez mais crescente a variedade de produtos congelados (WATT, 1977).

A preservação do suco de maracujá por congelamento elimina dois problemas que ocorrem durante o processamento térmico deste produto: queda na eficiência do trocador de calor provocado pela geleificação do amido em sua superfície e a perda excessiva de voláteis responsáveis pelo seu forte e agradável aroma (MENEZES e DRAETTA, 1980). Wang e Ross citados por SALUNKHE e DESAI (1984) descreveram um método especial para pasteurização do suco de maracujá, desenvolvido na Austrália por L. J. Lynch, que utiliza recipientes giratórios inseridos em uma câmara provida de "spray" de vapor, que aquece o produto a 88 °C, atingindo o centro do recipiente em 1 a ¼ de minuto. Quando então os recipientes são resfriados por um jato de água gelada. Os autores afirmam que neste método, a retenção da cor e do flavor é muito superior a qualquer outro método de preservação.

Após extração e pasteurização as indústrias resfriam o suco a temperaturas de 2 a 3 °C, para posteriormente serem levados à câmara frigorífica, onde seu armazenamento é feito à temperatura de -18 °C (GEIDA, 1971).

O processo de preservação do suco de maracujá através de preservativos químicos resulta em um produto deficiente em termos de qualidade (LARA *et alii*, 1974).

A principal vantagem do congelamento é de conservar suas características sensoriais e nutritivas, e dificultar a ação dos microorganismos e enzimas. As temperaturas convencionais do congelamento variam de -10 °C a -18 °C. Uma vez congelado, o alimento deverá ser mantido assim até ser descongelado para consumo e não deverá ser estocado provisoriamente antes do congelamento para que não se comprometa sua qualidade. Os alimentos podem ser congelados através dos seguintes processos: por contato; por corrente de ar frio; por líquidos resfriados a baixas temperaturas e por gases liqüefeitos (EVANGELISTA, 1994).

VENNING *et alii* (1989) estudando polpas de kiwi relataram que a taxa de congelamento e/ou resfriamento de polpas de kiwi após processamento tem um efeito importante no desarranjo da clorofila na polpa congelada. Manter a polpa à temperatura ambiente enquanto aguarda o congelamento, ou congelar muito lentamente, irá resultar em um desarranjo considerável da clorofila.

Algumas das mudanças indesejáveis que ocorrem nos alimentos durante o congelamento, poderão ser evitadas com processos mais rápidos de congelamento.

2.3.2- Ultracongelamento com nitrogênio líquido

O uso do nitrogênio líquido é um excelente recurso para uso na elaboração, envasamento e conservação dos alimentos. Sob temperaturas abaixo de -196 °C é incolor, inodoro, possui grande inércia química, não interfere no aroma e sabor dos alimentos, não é tóxico, tem baixo preço e tem grande potência frigorífica (HERRMAN, 1976; MADRID VICENTE *et alii*, 1994).

Congelar criogenicamente um produto antes de armazená-lo sob congelamento mecânico, poderá trazer algumas vantagens: evitará perda de peso excessiva e pegajosidade no produto; possibilitará a variação da capacidade de produção de uma instalação e aliviará o equipamento de congelamento mecânico, uma vez que armazenaremos o produto já congelado (MADRID VICENTE *et alii*, 1994).

FIKIN *et alii* (1977) comparando métodos de congelamento para ervilhas (ar corrente, congelador de placas, leiteo fluidizado e nitrogênio líquido) concluíram que aquelas congeladas por nitrogênio líquido e por fluidização foram as de melhor qualidade, com melhor resistência às alterações químicas do que aquelas congeladas no congelador de placas e especialmente em relação às ervilhas congeladas em correntes de ar.

Vantagens no sistema de congelamento por nitrogênio líquido, incluem desidratação desprezível quando comparado a outros sistemas de congelamento, rápido congelamento de produtos perecíveis, redução da adesão, das injúrias pelo frio e endurecimento e processo conveniente para congelamento de frutas e vegetais fatiados (s.n., 1992).

2.3.3 – Armazenamento congelado

A temperatura e o tempo de estocagem congelada são importantes fatores que afetam a qualidade nutritiva dos alimentos (WATT, 1977). Trabalhando com congelamento de morangos, AMER e RUBIOLO (1998) detectaram que a variável mais importante para diminuir a perda de ácido ascórbico foi a temperatura de armazenamento.

A temperatura de estocagem tem um efeito considerável sobre a clorofila total da polpa de kiwi. Temperaturas de -25 e -18 °C não modificaram o teor total de clorofila, manteve a cor amarela esverdeada moderada durante um ano de estocagem, bem como houve a preservação quase total do ácido ascórbico. No entanto, sob -9 °C ocorreu uma queda significativa no teor de clorofila, chegando a 0 ao final de 1 ano de estocagem, a cor tornou-se cáqui e ocorreram perdas significativas de ácido ascórbico ao final deste período. O pH, a acidez titulável e o teor de sólidos solúveis totais não foram afetados pelo tempo e pela temperatura de estocagem (VENNING *et alii*, 1989).

2.3.4 – Cinética de congelamento

O conhecimento das propriedades termofísicas e do tempo de congelamento é de grande aplicabilidade para o projeto e dimensionamento dos equipamentos de congelamento e para a otimização dos processos térmicos aos quais são submetidos os produtos alimentícios (KASAHARA *et alii*, 1986).

As curvas de resfriamento e congelamento podem explicar os fenômenos que ocorrem durante a redução da temperatura de um alimento (BARUFFALDI e OLIVEIRA, 1998). No caso da água pura, como pode ser observado na Figura 4, ocorre uma redução gradual da temperatura da mesma até 0°C , que corresponde à retirada do calor sensível da água, segue-se com um período de estabilização da temperatura que corresponde ao período de cristalização e finalmente nova redução da temperatura. Observa-se também, na mesma figura, a existência de um ponto S, denominado superfusão, que corresponde a uma redução de temperatura abaixo de 0°C , porém ainda mantendo-se no estado líquido.

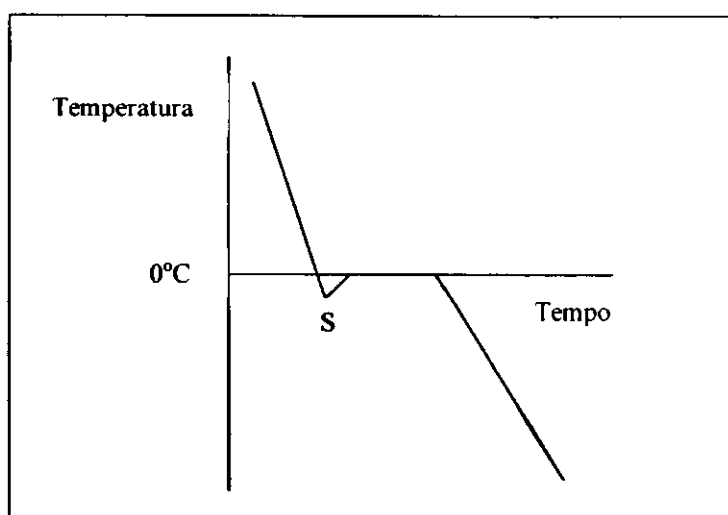


Figura 4 - Dados sobre curva de resfriamento da água. S: superfusão (BARUFFALDI e OLIVEIRA, 1998).

Os materiais que têm difusividade térmica alta, podem ser aquecidos ou resfriados rapidamente, enquanto os que possuem difusividade térmica baixa se aquecem ou resfriam lentamente. Assim, em situações de transferência de calor em estado não estacionário, a difusividade térmica é uma propriedade importante (LEWIS, 1993).

- KASAHARA *et alii* (1986) relataram que a polpa de mamão com açúcar tem uma maior velocidade de congelamento, devido a maior difusividade térmica e ao aumento da condutividade térmica do açúcar ao reduzir a temperatura, sendo assim o ponto inicial de congelamento se obtém a uma temperatura mais baixa, devido a maior concentração de sólidos.

Para se obter experimentalmente a difusividade térmica de um produto, existem duas formas gerais (NEVES FILHO, 1991):

1) Calculando-se através da fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{\rho \cdot C_p} \quad (1)$$

Onde:

K = Condutividade

ρ = densidade

C_p = calor específico

Neste caso, Olson e Jackson, citados por NEVES FILHO (1991), notaram a relação entre a recíproca da inclinação da curva, relacionando tempo e temperatura. A base do método é a relação exponencial entre a mudança de temperatura do produto e o tempo, após um certo período de aquecimento, determinado pela equação de Fourier e com o auxílio de uma dimensão linear dependente da geometria do corpo.

2) Ou medindo-a diretamente.

Apesar de que a maioria dos alimentos possui formas características, distantes de serem regulares, sempre há a possibilidade de considerá-las semelhantes a formas geométricas conhecidas. Também é certo que, em muitos casos os alimentos não são produto uniforme, pois têm componentes diferentes (carne, gordura, sólidos solúveis, etc). Resolve-se este problema com uso de propriedades efetivas que permitem considerar o produto como um material contínuo e uniformemente distribuído (CALVELO, 1986). Este mesmo autor, utilizou um modelo matemático para descrever o resfriamento de alimentos, cuja forma se assemelha a uma placa plana, que é:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (2)$$

A solução da equação (1) para calcular a transferência de calor em regime transiente da polpa, cuja forma se assemelha a uma placa plana de espessura $2L$, no instante $F_0 = \alpha t/L^2$ (tempo adimensional denominado número de Fourier), segundo CRANK (1975) é dado por:

$$\frac{T - T_{\infty}}{T_0 - T_{\infty}} = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \text{Exp}(\sigma_n^2 \cdot F_0) \quad (3)$$

Onde:

$$\frac{T - T_{\infty}}{T_0 - T_{\infty}} = RT \quad (3a)$$

$$A_n = \frac{2 \cdot \text{sen } \sigma_1}{\sigma_1 + \text{sen } \sigma_1 \cdot \text{cos } \sigma_1} \quad (3b)$$

$$F_0 = (\alpha/L^2) \cdot t \quad (3c)$$

Em que:

RT = Razão de temperatura, adimensional

T = Temperatura em cada momento, °C

T_{∞} = Temperatura do meio de congelamento, °C

T_0 = Temperatura inicial do produto, °C

A_n = Coeficiente que depende do produto

σ_n = raiz transcendental

F_0 = Número de Fourier, adimensional

α = difusividade térmica efetiva, $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

L = espessura da amostra de polpa/2, mm

t = tempo, s.

2.4- Características físico-químicas

O valor nutritivo dos alimentos congelados é do interesse de consumidores e indústrias. Avanços na tecnologia de alimentos congelados têm sido rápidos e grupos de pesquisa nutricional não têm sido capazes de acompanhar seu ritmo. No geral, o método de congelamento preserva bem a qualidade nutritiva, contudo, perdas de nutrientes ocorrem em uma ou mais etapas entre a época de produção e a utilização do produto pelo consumidor. O montante das perdas depende da proporção dos nutrientes perdidos e do valor do alimento como fonte do nutriente afetado. Resultados apresentados por diversos investigadores aparecem em conflito, mas não é de surpreender tendo em vista as inúmeras

variáveis operando nas diferentes etapas da produção de produtos congelados (WATT, 1977).

As variações nos valores físico-químicos e nutricionais podem ser também devido à época e estação do ano em que foi feita a colheita. Um exemplo confirmando tal fato é dado por SAENZ *et alii* (1998) que encontrou o pH do suco de maracujá roxo de 3,10 no verão e de 3,00-3,07 no inverno. A acidez foi maior no inverno enquanto que o conteúdo de sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, vitaminas, amido e pectina foram mais altos no verão. A intensidade e qualidade do aroma do suco foram maiores no verão do que no inverno, enquanto que a cor e o β -caroteno foram melhores no inverno. A Tabela 1 contém valores de análises nutricionais, químicas e físico-químicas do suco de maracujá amarelo determinados por vários autores.

Análises químicas tais como acidez, açúcares e minerais, conjugadas com análises de constituintes menores (compostos nitrogenados, pigmentos, flavonóides e vitaminas) têm sido intensivamente investigados como métodos de detecção de adulterações em sucos puros, concentrados e seus derivados (KEFFORD e CHANDLER, 1970). A Tabela 2 contém resultados determinados por diversos autores para análises físicas e nutricionais do suco do maracujá amarelo.

Tabela 1- Análises nutricionais, químicas e físico-químicas do suco de maracujá amarelo.

Autores	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez (% ácido cítrico)	Açúcares Redutores (%)	Açúcares não redutores (%)	Açúcares Totais (%)	Ácido ascórbico (mg/100g)
RUGGIERO <i>et alii</i> (1996)	-	15,00	3-5	-	-	-	13-20
SÉSSA (1985)	-	14,00	4,23	4,50	2,04	6,54	-
GARRUTI (1989)	2,60	13,35	3,64	5,60	0,57	6,17	6,20
CECHI (1978)	3,10	8,90	1,67	3,57	0,03	3,61	1,59
TUMA (1980)	3,00	15,00	3,58	6,52	1,80	8,32	12,10
RIGHETTO (1996)	2,79	12,8-13,2	4,17	3,30-4,10	-	8,78	13,5-20

Tabela 2 – Análises físicas e nutricionais do suco do maracujá amarelo segundo vários autores.

Autores	Umidade (%)	Valor calórico (cal/100g)	Proteína (%)	Gordura (%)	Carboidratos (%)	Fibras (%)	Cinzas (%)	Densidade (g/cm ³)
SALUNKE e DESAI (1984)	84	53	0,7	0,2	13,7	0,20	0,50	-
TUMA (1980)	-	-	1,21	0,60	-	-	-	1,3555
GARRUTI (1989)	-	-	-	-	-	0,17	0,67	-

2.4.1- Ácido ascórbico

Vitaminas, principalmente C, E e β -caroteno, promovem boa saúde, previnem câncer e doenças crônicas, retardam doenças degenerativas, tais como: processos de envelhecimento, cataratas e doenças cardiovasculares (ZADERNOWSKI *et alii*, 1997). O ácido ascórbico além de ser importante na dieta é um antioxidante que algumas vezes, quando adicionado em frutas e seus derivados, aumenta o sabor e a estabilidade da cor (CZYHRINCIW, 1969).

Valores confiáveis para vitamina C têm sido baseados no teor de ácido ascórbico uma vez que o ácido dehidroascórbico (forma oxidada do ácido ascórbico que possui atividade de vitamina C presente em frutas e vegetais recém-colhidos) é particularmente instável. Outro produto da oxidação do ácido ascórbico, o ácido dicetogulônico (o qual o organismo humano não utiliza como vitamina C) tem sido encontrado em toranja, cantaloupe e morango (WATT, 1977).

Um homem adulto, moderadamente ativo, necessita de 30 mg de vitamina C/dia (FAO/OMS citados por EVANGELISTA, 1994). A presença desta vitamina na dieta diária de homens, mulheres e crianças é imprescindível, pois mesmo se ingerida em grande quantidade, esta não é armazenada, mas sim excretada.

O suco do maracujá amarelo é considerado uma boa fonte de vitamina C, pois possui um teor de 12 a 20mg/100g (Boyle *et alii* e Wenkan e Miller, citados MAIA *et alii*, 1998) e estabilidade semelhante a das frutas cítricas.

Sabe-se que esta vitamina é facilmente degradada, e por ser um ótimo agente redutor, ter baixa estabilidade e alta solubilidade, é útil na indicação da estabilidade de alimentos que a contém (MAIA *et alii*, 1998; AMER e RUBIOLO, 1998). A perda de ácido ascórbico é freqüentemente tomada como indicação da extensão de possíveis perdas em outros nutrientes. Este se perde mais facilmente que os demais nutrientes e medidas que o protegem, protegerão também os demais nutrientes (WATT, 1977). Czyhrinciw e Bravermam, citados por MAIA *et alii* (1998) mencionam que a perda de ácido ascórbico ocorre paralelamente às perdas de cor e "flavor" durante o armazenamento. TANNENBAUM *et alii* (1993) comentam que a estabilidade do ácido ascórbico aumenta quando se reduz a temperatura, mas acrescenta que as perdas se aceleram abaixo do ponto de congelação. O processamento apropriado preserva 80 a 90 % desta vitamina, por isto sua análise pode servir para checar a organização apropriada da linha de produção (CZYHRINCIW, 1969).

Frutos do maracujá amarelo, estocados sob temperatura ambiente por VIEITES e BEZERRA (1996), perderam 18,37 % do seu conteúdo total de vitamina C em 7 dias e aos 14 dias esta perda foi de 57,78 %.

Vegetais folhosos verde-escuros se empacotados e colocados em gelo moído, irão reter praticamente todo o ácido ascórbico por vários dias, mas sob temperaturas de 4 a 10 °C irão reter apenas metade desse valor. Muitas frutas estocadas à temperatura ambiente não perdem a vitamina C tão rapidamente como os vegetais. Frutas cítricas, no geral, retêm satisfatoriamente a vitamina C por vários dias sem refrigeração. Suco de laranja recém extraído, retém seu ácido ascórbico por vários dias no refrigerador, não ocorrendo sérias perdas se o suco ficar fora da geladeira por algumas horas. Em compensação, cerejas são altamente perecíveis (WATT, 1977).

É muito clara a importância das baixas temperaturas na retenção do ácido ascórbico em frutas preparadas para congelamento. A velocidade de oxidação desta substância em morangos estocados a 21 °C foi cinco vezes mais rápida do que em morangos estocados a 2 °C. Após 72 dias de estocagem a - 7 °C morangos estocados em embalagens comuns perderam 75 % do ácido ascórbico, enquanto que aqueles estocados em embalagens herméticas perderam apenas 23 %, confirmando assim a importância do recipiente na retenção do ácido ascórbico. Um terceiro lote de morangos forneceu algumas informações sobre mudanças na proporção dos dois produtos oxidados durante estocagem.

As frutas tinham um teor inicial de 80mg de ácido ascórbico/100g de frutas e 7mg de ácido dicetogulônico/100g de frutas, após 120 dias de estocagem a - 7 °C o conteúdo do ácido dicetogulônico aumentou para aproximadamente 45mg/100g de frutas (WATT, 1977).

A vitamina C afeta profundamente o sabor do suco de laranjas, mas deve ser respeitada como indicadora de que foi aplicado um processo de produção delicado e preservativo. Devido à dependência dos processos produtivos e da estação de colheita, o nível de vitamina C deve ser usado como indicador de qualidade entre lotes subsequentes. No início da estação de colheita, o nível de vitamina C é relativamente alto, e à medida que o tempo passa o seu valor diminui (POST, 1998). Este mesmo autor comenta que a perda de vitamina C ao se reconstituir, na indústria, o suco concentrado, é de cerca de 30mg/l e que a cada mês de estocagem deste suco reconstituído, perde-se aproximadamente 10mg/l/mês.

Frutas que recebem sol em abundância contêm mais ácido ascórbico do que as que crescem à sombra e, até na mesma árvore, aquelas que receberam maior insolação têm mais ácido ascórbico (Harris citado por ASKAR, 1998a).

2.4.2- Acidez

Expressa a porcentagem em peso dos ácidos orgânicos presentes nas frutas. É indicativo da participação ácida no gosto agridoce das polpas (FAPEP, 1997).

A determinação da acidez total em alimentos é bastante importante, pois através dela pode-se obter dados valiosos na apreciação do processamento e do estado de conservação dos alimentos. A acidez é resultante dos ácidos orgânicos existentes no alimento, dos adicionados propositadamente e também daqueles provenientes das alterações químicas dos mesmos.

Acidez é um atributo importante porque o gosto azedo é o principal fator na aceitabilidade de frutas cítricas e seus sucos. Assim, laranjas (aproximadamente 1 % de acidez cítrica e pH 3,5) são geralmente aceitáveis e limões (5 a 6 % de acidez cítrica e pH 2,2) são notavelmente azedos (KEFFORD e CHANDLER, 1970).

Fora o "flavor" singular do maracujá, o alto conteúdo de ácidos é uma de suas características mais distintas, que é importante no processamento e formulação de produtos derivados (Chan, citado por SALUNKHE e DESAI, 1984).

Os valores encontrados para a acidez do maracujá amarelo variam de 3,0 até 6,0 % de ácido cítrico (RUGGIERO *et alii*, 1996; Pruthi citado por MAIA *et alii*, 1998). SÉSSA (1985) encontrou um valor de 4,23 %. SENTER *et alii* (1993) encontraram valores de 6,6 mg de ácido cítrico/g de suco; 0,9 mg de ácido málico/g de suco. SALUNKHE e DESAI (1984) encontraram na acidez titulável total do maracujá amarelo aproximadamente 83 % de ácido cítrico e 16 % de ácido málico.

A acidez de frutos do maracujá amarelo, estocados sob temperatura ambiente por 7 dias sofreu redução de 2,35 % em 7 dias (VIEITES e BEZERRA 1996).

A acidez do maracujá roxo no Chile apresentou valores maiores no inverno do que no verão (SAENZ *et alii*, 1998).

2.4.3- Potencial hidrogeniônico (pH)

Vários fatores tornam importante a determinação do pH de um alimento, tais como: influência na palatabilidade, desenvolvimento de microorganismos, definição da temperatura do tratamento térmico a ser utilizado, indicação da embalagem, seleção do tipo de material de limpeza e desinfecção, definição do equipamento com o qual a indústria vai trabalhar, seleção de aditivos e vários outros. (CJABOTTI, 2000)

O pH pode até mesmo influenciar certas características do alimento. Segundo UYGUN e ACAR (1995) as antocianinas mostram sua coloração vermelha mais intensamente em pH abaixo de 3,00. SÉSSA (1985), investigando diferentes métodos de preservação do suco do maracujá amarelo, concluiu que o pH do suco conservado através de baixas temperaturas é o mesmo do suco preservado por altas temperaturas e do suco preservado por aditivos, não variando também no período de armazenagem. CECCHI (1978) também não encontrou diferenças entre pH de suco de maracujá clarificado e não clarificado. TUMA (1980) não verificou diferenças no pH do suco de maracujá integral, concentrado e reconstituído.

O pH do maracujá é citado entre valores que variam de 2,82 e 3,1 (Pruthi, citado por MAIA *et alii*, 1998; Salomon, citado por MAIA *et alii*, 1998).

2.4.4- Sólidos solúveis

É a percentagem em peso de sólidos dissolvidos na água existentes em um alimento. No caso de frutas, esses sólidos aquo-solúveis são constituídos por: açúcares (60 a 80 % dos sólidos dissolvidos), ácidos orgânicos, sais minerais, vitamina C e as do complexo B e outras substâncias. Por refletir o teor de açúcar da fruta, o Brix é um parâmetro indicativo da participação da doçura no gosto doce ácido de polpas (FAPEP, 1997).

O valor do Brix (em graus) é a correspondência entre o índice de refração e a percentagem de sacarose em soluções aquosas p.a. a 20°C. Na prática, usa-se a leitura refratométrica direta ou o correspondente grau Brix para se expressar os sólidos solúveis (CARVALHO *et alii*, 1990).

A importância da análise de sólidos solúveis para a agroindústria é enorme, pois auxilia no controle de qualidade do produto final, controle de processos, controle de ingredientes e de produtos utilizados em indústrias: doces, sucos, néctares, polpas, leite condensado e evaporado, álcool, açúcar, licores, bebidas em geral, sorvetes, etc.

Os valores citados para sólidos solúveis (°Brix) no maracujá amarelo, estão entre 13,00 e 16,60 (Salomon *et alii*, citados por MAIA *et alii*, 1998; Sjostrom e Rosa, citados por MAIA *et alii*, 1998). Ainda para o maracujá amarelo, SÉSSA (1985) cita um valor de 14,00 °Brix para esta variedade em Ubajara-CE.

Frutos de maracujá amarelo, estocados sob temperatura ambiente por 7 dias apresentaram acréscimo no valor do °Brix da ordem de 6,94 % (VIEITES e BEZERRA, 1996).

2.4.5- Açúcares (Redutores, Não-Redutores e Totais)

Os carboidratos são os compostos biológicos mais abundantes em nosso planeta. Estima-se uma produção destes compostos através da fotossíntese em torno de 10⁹ t/ano. Mais de 200 monossacarídeos diferentes, estruturalmente relacionados com a glicose e a frutose já foram relatados. São importantes constituintes da dieta, sendo uma das principais fontes de caloria para o corpo humano (CARVALHO *et alii*, 1990).

O suco do maracujá amarelo, apresenta em torno de 4,50 % (SESSA, 1985) a 7,0 % de açúcares redutores (Boyle *et alii* citados por MAIA *et alii*, 1998); 2,04 % de açúcares

não-redutores e de 6,54 % (SÉSSA, 1985) a 10 % de açúcares totais (Boyle *et alii* citados por MAIA *et alii*, 1998).

Frutose e glicose foram os principais açúcares encontrados no maracujá por SENTER *et alii* (1993). Na variedade amarela esses autores encontraram 14,5 mg de frutose/g de suco; 19,9mg de glicose/g de suco e 9,1mg de sacarose/g de suco. SÉSSA (1985) caracterizando o suco desta mesma variedade, encontrou 4,5 % de glicose e 2,04 % de sacarose. A constituição dos açúcares encontrados no maracujá amarelo por Chan e Kwok, citados por SALUNKHE e DESAI (1984), foi de 29,4 % frutose, 38,1 % de glicose e 32,4 % de sacarose.

RIGHETTO (1996) não encontrou variações significativas de açúcares totais em suco de maracujá puro e adoçado durante a estocagem por 8 meses. mas detectou uma queda em açúcares redutores em torno de 5,2 % no suco puro e 5,9 % em suco adoçado. Porém estas alterações não tiveram significado nutricional.

2.5- Características sensoriais

A análise sensorial é conceituada como “Disciplina científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e outros materiais, da forma como são percebidos através dos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição” (Costell e Duran, citados por CHAVES, 1993).

Segundo ZUROWIETZ (1996), todos os sentidos e percepções sensoriais convergem para formar uma emoção de aceitação completa. Eles acrescentam que em nossa era de alta tecnologia, não se vê sempre este mundo de emoções, e que temos a tendência de observarmos os parâmetros técnicos superficiais, tais como os pontos sensoriais fixos (sabores básicos: doce, amargo, salgado, ácido).

Na indústria competitiva a qualidade vem se tornando uma das grandes armas para a obtenção de vantagens de mercado. Os métodos disponíveis para o levantamento das causas de problemas de qualidade de alimentos são de três tipos: físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. O meio mais simples, rápido e direto de acesso às causas de defeitos de qualidade é a avaliação sensorial. Além disso, não há métodos analíticos isolados que possibilitem avaliar satisfatoriamente o sabor, a sensação oral ou a aparência dos alimentos (Bodyfelt *et alii*, citados por CHAVES, 1993).

A avaliação sensorial de alimentos é função primária do homem, que desde a infância, os aceita ou os rejeita de acordo com a sensação que experimenta ao observá-los ou ingeri-los. Esse aspecto de qualidade, que incide diretamente na reação do consumidor, é que se denomina qualidade sensorial, e é o que pode levar as inovações ao sucesso ou ao fracasso. Então, se é desejado avaliar a qualidade sensorial de um alimento e dizer as sensações que o homem terá ao ingeri-lo, nada mais óbvio do que perguntar a ele mesmo. Assim sendo, a análise sensorial foi criada para que o resultado deste tipo de questionamento fornecesse uma resposta precisa e reproduzível (CHAVES, 1993).

Por sua subjetividade, muitas vezes as análises sensoriais são duramente criticadas, mas analisando objetivamente os dados é possível extrair validade e conclusões reproduzíveis para cada dado. É interessante notar que pesquisas sensoriais demonstram que especialistas (peritos) não são mais sensíveis que pessoas não especialistas (PORETTA, 1996).

Um outro aspecto deste tipo de análise é a memória sensorial. Segundo ZUROWIETZ (1996) a memória visual permanece 100 % nos primeiros dias decrescendo para 0 % após 3 meses. O gráfico olfativo por outro lado não indica retenção tão boa nos primeiros dias (70 %), mas ainda permanece com o mesmo valor após três meses e decresce para 50 % um ano mais tarde.

2.5.1 – Aparência

Quando um consumidor entra em contato com o alimento, a cor e a aparência são as duas primeiras sensações que o atingem, e é o que os levará à aceitação, indiferença ou rejeição (BOBBIO e BOBBIO, 1992). Além disso, estas sensações o induzirão a esperar um sabor correspondente. Isto porque cada vez que está diante uma determinada imagem, o homem se recordará de tudo o que aprendeu sobre aquele alimento em particular. Assim, por exemplo, muitas pessoas são incapazes de identificar o sabor de uma bebida incolor (TEIXEIRA *et alii*, 1987).

Audição e visão são dois sentidos importantes e são os que primariamente são aplicados na propaganda de um produto, devendo estas mensagens de advertência ser proporcionais à qualidade do produto (ZUROWIETZ, 1996).

GARRUTI (1989) analisou a aparência geral de suco de maracujá integral através de análise descritiva quantitativa, descrita por Stone e Sidel com uso de escala não estruturada e chegou a um valor médio de 64,72.

2.5.2 – Cor

O valor da impressão visual é realçado pela capacidade de percebermos, não só a luz e a sombra, mas também a cor. A nossa tendência em aceitar o alimento depende principalmente de sua cor. A cor de um alimento pode variar consideravelmente de lugar para lugar e de estação para estação, dependendo de numerosos fatores. Desse modo, pode servir não só como critério de qualidade, mas também como um indicador de vários tipos de mudanças deteriorativas sofridas pelo produto (SILVA, 1973).

A cor dos sucos vendidos em embalagens transparentes tem, sem dúvida, grande influência na decisão de compra pelo consumidor, além de estar relacionada com sua qualidade e também com o tipo e quantidade de pigmentos presentes.

Os três principais carotenóides presentes no maracujá roxo segundo Gross são o β -caroteno (34 %), o δ -caroteno (37 %) e o fitoflueno (29 %). Neurosporeno e cis-neurosporeno estão presentes em menores concentrações e α -caroteno, γ -caroteno, licopeno, aurocromo, criptocromo e auroxantina em nível de traços segundo Cechi (FERREIRA *et alii*, 1989).

Além da função atrativa as cores podem auxiliar na detecção da adulteração em sucos de frutas. De um a dez componentes em cada tipo de fruta são responsáveis por, aproximadamente, 90 % da coloração. Em frutas que contém antocianinas, o tempo de estocagem influenciou negativamente sua concentração, chegando ao desaparecimento total deste componente (HOLFSOMMER, 1995).

A cor dos tecidos das frutas muda durante a estocagem no estado fresco e durante o processamento. Então, se pode concluir que a cor indica não apenas a qualidade da matéria-prima, mas também a qualidade do produto acabado (CZYHRINCIW, 1969). Uma cor de morangos vermelha intensa é critério decisivo como padrão de qualidade no processo industrial (CARLE, 1997). Em um estudo de coloração de polpa de maracujá ARAÚJO *et alii* (1972) verificaram que a mesma é satisfatória a partir do trigésimo terceiro dia após a abertura da flor.

2.5.3- Sabor e aroma

Os sistemas sensoriais químicos da gustação estão espalhados por toda a cavidade bucal e estão concentrados na língua. Existem quatro sensações gustativas fundamentais: ácido (azedo), doce, salgado e amargo. Os demais são resultados de sua combinação (CHAVES, 1993).

Enquanto um alimento é mastigado, seu aroma passa para o epitélio olfatório através da nasofaringe, quando então ocorrerá a real avaliação do alimento. A essa combinação de resultados dá-se o nome de “flavor” (TEIXEIRA *et alii*, 1987). MEYER (1968) descreveu o “flavor” como sendo a combinação do gosto, cheiro, textura do produto e sensação residual. LINDSAY (1993), afirma que o termo “flavor” surgiu para um uso que implica a percepção global de todos os sentidos que agem no momento de se consumir o alimento (inclusive audição e tato).

McLeod citado por ZUROWIETZ (1996) explicou o processo de percepção sensorial do olfato, dividindo-o em três fases:

- Na primeira fase, uma molécula olfativa passa por uma fase de detecção e decodificação, o que significa que essas moléculas alcançaram a membrana ciliar olfativa e lá são capturadas pelas proteínas. Isto estimula a célula receptora, que então emite o impulso elétrico.
- A segunda fase consiste do processamento da informação e isto corresponde à reconhecimento dos símbolos. É precisamente neste momento que nossa memória entra em ação. Infelizmente nesse ponto as informações são falhas, pois ainda não se conhece o processo de reconhecimento dos símbolos.
- A terceira fase é a integração e isso não ocorre até que todas as informações sejam processadas, compreendidas, reconhecidas e identificadas. É aí que o molde comportamental começa a funcionar e é apenas neste ponto que podemos falar do prazer.

Na olfação é a mesma célula nervosa que recebe o sinal por via de uma molécula do odor no nariz que reage e avança diretamente para o centro olfativo do cérebro. O centro olfativo está muito próximo às regiões do cérebro que processam os estímulos sexuais e emocionais tanto quanto com os centros para memória e consciência, porém impressões olfativas e gustativas podem evocar muitas emoções fortes ou memória. O que é chamado sabor em nosso dia a dia consiste primariamente da percepção olfativa na

região nasofaríngea (retronasal). Os sabores básicos acima descritos tanto quanto a viscosidade e a estrutura são percebidos por receptores da língua e palato (ZUROWIETZ, 1996).

O sabor e o aroma da maioria das frutas tropicais são excepcionalmente prazerosos e fortes, mas tendem a se alterar ou diminuir durante tratamento à quente e estocagem. Por outro lado essas frutas têm excelente cor que varia do amarelo ao vermelho (ASKAR, 1998b). Segundo WHITTAKER (1972), o sabor e o aroma do maracujá lembram o da maçã acidificada.

As substâncias que conferem aos alimentos o gosto amargo são os alcalóides (quinino, cafeína, estricnina e solaninas), alguns peptídeos (proteína hidrolizada por enzimas de microorganismos em alguns queijos), alguns flavonóides na forma de glicosídeos (naringina e neo-hesperidina) e também alguns sais. Para o gosto ácido, os ácidos orgânicos (tartárico, málico, cítrico, hidrocloreídrico, láctico, succínico, propiônico, fórmico, acético, fosfórico e outros) são geralmente os responsáveis. São encontradas muitas diferenças entre os sabores produzidos pelos ácidos, o que comprova a importância do ânion na formação do sabor. Para o sabor doce, são responsáveis os açúcares (sacarose, glucose e frutose são os mais comuns e mais doces) e derivados. O salgado típico é do cloreto de sódio, pois a maioria dos outros confere sabor amargo quando presentes (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

A intensidade do sabor das frutas pode depender parcialmente de sua variedade, das condições de produção e de sua maturidade. Algumas substâncias são específicas para cada espécie e variedade, outras são comuns para todas as frutas (CZYHRINCIW, 1969).

Como em outras frutas, não há um componente único que represente o aroma do maracujá. MORTON e MACLEOD (1990) reuniram dados de vários pesquisadores que estudaram os voláteis do maracujá tais como Casimir e Whitfield que relataram que o 6-(but-2'-enilideno)-1,5,5-trimetilcicloex-1-ano e (Z)-hex-3-enil butanoato contribuem em 30 e 11 %, respectivamente no perfil do sabor do maracujá; Murray *et alii* apontaram que a biossíntese de um número de flavorizantes voláteis do maracujá é associada à produção ou degradação dos carotenóides. Esses componentes são o linalol, β -ionone, dehidro β -ionone; e a lactona de 2-hidroxi-2,6,6-trimetilciclohexilideno ácido acético; Engel e Tressl descobriram um grupo de precursores não voláteis polares dos voláteis do maracujá, como glicosídeos de monoterpenos, álcoois e derivados do linalol hidroxilados, que podem ser

transformados dentro de importantes componentes do aroma por reações enzimáticas ou químicas.

NARAIN e BORA (1992) investigando os constituintes voláteis do sabor do maracujá amarelo e monitorando seu comportamento durante estocagem à temperatura ambiente relataram que o sabor volátil desta fruta é dependente principalmente dos ésteres nortepenóides C₁₃ e monoterpenos; os principais ésteres envolvidos na formação do aroma do maracujá são butanoato de etil, etil hexanoato, etil butanoato e etil hexanoato. Citando Parliment, os autores acrescentaram que estes dois ésteres (etil butanoato e etil hexanoato) compõem aproximadamente 50 % da essência do maracujá e contribuíram para o caráter floral misto característico do suco. O butanoato de etil é responsável pelo aroma doce do maracujá e indica frescura. O acetato de etil aumentou continuamente durante os 15 dias de estocagem. Com base nas investigações concluíram que o maracujá amarelo maduro mantém seu aroma característico fresco por 3 dias após a colheita.

CHEN *et alii* (1982) identificaram mais de 60 componentes em um estudo de componentes voláteis do aroma do maracujá e relataram que mais da metade são ésteres (acetato de etil, etil butanoato, etil hexanoato e hexil butanoato são os principais) e a outra metade são álcoois, aldeídos, cetonas, terpenos e alguns componentes mistos. Verificaram também que o suco produzido por esmagamento a frio é contaminado pelo sabor da casca.

3- MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, na cidade de Campina Grande-PB.

Foram utilizados maracujás provenientes da cidade de Cuité – PB, adquiridos no comércio da cidade de Campina Grande-PB.

3.1- Caracterização dos frutos

Foram escolhidos aleatoriamente 10 frutos de maracujá amarelo, os quais foram pesados em balança OHAUS com precisão de uma 0,1 gramas e medidos em seu comprimento e largura com o auxílio de um paquímetro MYTUTOYO com precisão de 0,01mm (Figura 5).

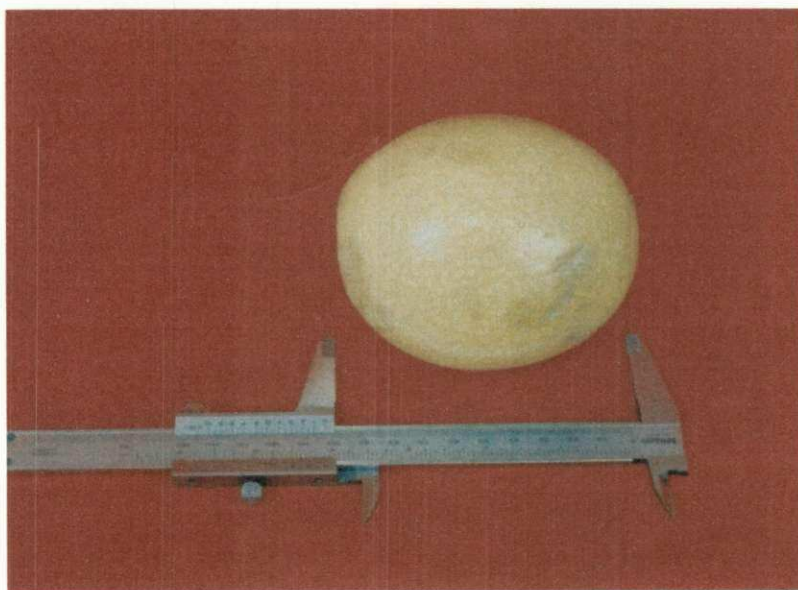


Figura 5 – Posição de determinação do comprimento do maracujá.

3.2- Processamento da fruta

A seleção das frutas foi feita manualmente escolhendo-se apenas aquelas sadias e maduras.

Após limpeza individual dos maracujás, a desinfecção foi realizada mediante imersão dos mesmos em solução de hipoclorito de sódio com concentração de 30 ppm, enxaguando-se em seguida com água corrente e deixando-se escorrer o excesso de água.

Os frutos foram cortados com facas inoxidáveis, tomando-se o cuidado de evitar o contato da polpa com a superfície cortada da fruta, prevenindo-se assim a contaminação enzimática (MENEZES e DRAETTA, 1980). O conjunto polpa-sementes foi extraído com o auxílio de colheres inoxidáveis, tomando-se os cuidados em relação ao aspecto sanitário do local, equipamentos e manipuladores.

A polpa juntamente com as sementes foi dividida em duas partes. Em uma das partes se adicionou açúcar, na proporção de 0,422 Kg para cada Kg de polpa com semente e na outra parte nada foi adicionado. Ambas partes foram conduzidas separadamente a uma despoldadeira Laboremus, modelo DF200, com capacidade de despoldar 200 Kg de frutos/h. Os sucos provenientes dessas duas extrações, foram coletados separadamente em recipientes plásticos equipados com torneiras, pesados para verificação do rendimento e submetidos ao acondicionamento.

3.3 - Caracterização inicial dos sucos

Algumas análises foram realizadas no início do experimento a título de caracterização inicial dos sucos puro e adoçado de maracujá amarelo.

3.3.1- Densidade

A densidade dos sucos puro e adoçado (a 41,68 °Brix) de maracujá amarelo foi medida através da relação peso/volume, em picnômetro volumétrico (50 ml), conforme descrito pelo método número 13.6.10 do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

3.3.2- Cinzas

Foram analisadas pelo método descrito pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

3.3.3- Umidade

Foi utilizado o método número 13.6.4 do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

3.4 - Acondicionamento

O acondicionamento do suco de maracujá puro e adoçado foi realizado, utilizando-se embalagens primárias de polietileno de alta densidade de 0,0025 cm de espessura, medindo 4 cm de largura e 10 cm de comprimento. Foi colocada em cada embalagem uma quantidade aproximada de 50 g de suco de maracujá, a seguir foi procedido o fechamento em seladora manual.

Antes do congelamento convencional (freezer a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), grupos de 10 embalagens de 50 g foram colocados em uma embalagem secundária de polietileno de baixa densidade de 0,01 cm de espessura, medindo 20 cm de largura e 30 cm de comprimento. Este mesmo procedimento foi utilizado para acondicionar as embalagens primárias submetidas ao ultracongelamento, porém após a imersão em nitrogênio líquido.

3.5- Cinética de congelamento

As curvas foram obtidas introduzindo-se um termopar de extremidade fina no centro da embalagem primária. Foram colocados 50 g de suco em cada embalagem, selando-se em seguida. O orifício aberto para a introdução do termopar foi vedado com cola de silicone e próximo à extremidade do termopar foi acoplado um fio metálico rígido para evitar que o mesmo tocasse as paredes da embalagem, mantendo-o na posição central. Em todos os congelamentos a embalagem primária com o produto foi mantida na posição horizontal, assumindo posição de uma placa plana.

Foram realizadas as leituras de temperatura para os sucos, puro e adoçado, nos métodos de congelamento convencional em freezer a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ e por imersão em nitrogênio líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. As temperaturas lidas foram corrigidas por meio de equações obtidas por curvas de calibração de acordo com termômetro padrão (Figura 6).

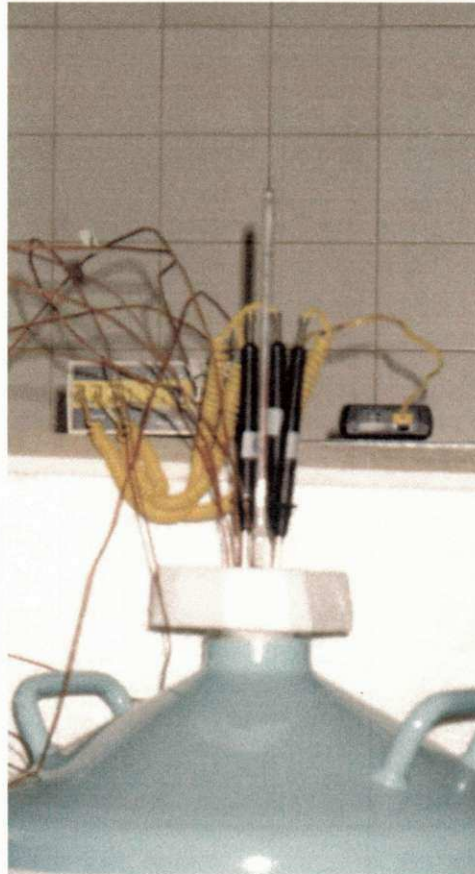


Figura 6 - Calibração dos termopares por termômetro padrão.

O congelamento convencional foi realizado em freezer horizontal, marca Consul, capacidade 200 litros, a uma temperatura de $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Para obtenção dos dados da cinética de congelamento convencional, as embalagens primárias contendo suco puro e adoçado foram levadas ao freezer. A temperatura do freezer foi monitorada por outro termopar instalado próximo aos tratamentos em questão. As leituras foram realizadas de 5 em 5 minutos até que a temperatura do suco estabilizasse com a temperatura do freezer.

O recipiente utilizado para imersão das embalagens contendo suco de maracujá em nitrogênio líquido foi uma caixa metálica com base quadrada de $18,3 \times 18,3\text{ cm}$ e altura de 19 cm , revestida com poliestireno expandido de $4,5\text{ cm}$ de espessura e mais uma camada de chapa de alumínio de 1 mm de espessura (Figura 7).

Os sucos contidos na embalagem primária como descrito no item 3.4, foram cuidadosamente arrumados em lotes de 10 unidades em uma cesta metálica telada, de base $17,5 \times 17,5\text{ cm}$ e altura 10 cm . Cada lote foi imerso por 2 minutos no nitrogênio líquido a uma temperatura de $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Este tempo foi previamente testado e se mostrou suficiente

para congelar todo o conteúdo da embalagem. Imediatamente após o cesto ser retirado do nitrogênio líquido, era levado ao freezer para evitar a ruptura das embalagens. Após aproximadamente 2 minutos, os lotes foram colocados nas embalagens secundárias descritas no item 3.4.

Para obtenção dos dados da cinética de congelamento, as leituras para cada tipo de suco, foram feitas isoladamente. As embalagens primárias foram imersas separadamente utilizando-se o mesmo recipiente acima descrito. O termopar foi fixado à parede do cesto para que não mudasse de posição. As leituras foram tomadas antes de imergir a amostra e após a imersão a cada 10 segundos, até a estabilização da temperatura. Repetiu-se o mesmo procedimento para o suco adoçado.

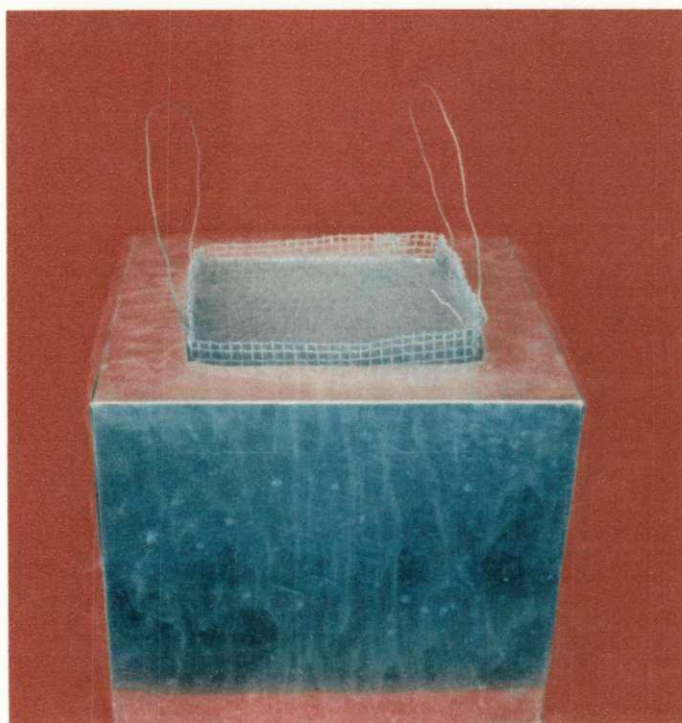


Figura 7- Recipiente utilizado para imersão das amostras em nitrogênio líquido

3.5.1 – Tratamento dos dados

Os coeficientes da Equação (3) foram calculados utilizando-se o programa STATISTICA, versão 5.0, fazendo-se uma análise de regressão não-linear da razão de temperatura em função do tempo. As curvas obtidas durante o congelamento foram divididas em três partes correspondentes às três fases do congelamento do suco (resfriamento, mudança de fase e pós-congelamento).

Através da Equação (3b) obteve-se o valor da raiz transcendental e pelo uso da Equação (3c), chegou-se a um valor da difusividade térmica para cada temperatura, em suas respectivas fases.

3.6- Tratamentos

Após o congelamento dos sucos, os tratamentos obtidos para o estudo foram:

- **Tratamento 1** – Convencional sem açúcar (suco puro congelado em freezer doméstico a temperatura média de $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- **Tratamento 2** – Convencional com açúcar (suco adoçado congelado em freezer doméstico a temperatura média de $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- **Tratamento 3** – Imersão sem açúcar (suco puro congelado por imersão em nitrogênio líquido a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- **Tratamento 4** – Imersão com açúcar (suco adoçado congelado por imersão em nitrogênio líquido $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$).

3.7- Armazenagem

Após a realização dos diferentes tratamentos os sucos de maracujá foram armazenados em freezer horizontal à temperatura média de $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 6 meses.

3.8- Análises

Foram realizadas antes e pós-congelamento, bem como mensalmente durante 6 meses, as seguintes análises:

3.8.1- Ácido ascórbico

O método de determinação, baseou-se na redução do 2,6-diclorofeno indofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico, segundo metodologia nº 43.605 da A.O.A.C. (1984), modificada por BENASSI (1990), no qual se substituiu o solvente extrator ácido metafosfórico por ácido oxálico.

3.8.2 – Acidez

O método utilizado na sua determinação, baseou-se na titulação, com solução padronizada de álcali, da acidez do alimento, empregando a fenolftaleína como o indicador do ponto final da titulação, método nº 22038 A.O.A.C. (1984).

3.8.3 - Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH foi determinado através do método eletrométrico. O potenciômetro utilizado foi de marca Analyser, modelo pH 300M calibrado com soluções tampões de pH 7,0 e 4,0.

3.8.4- Sólidos Solúveis

A determinação dos sólidos solúveis totais (SST) foi realizada com um refratômetro de mão marca ATAGO, com divisão decimal, colocando-se uma gota do suco no prisma e fazendo-se uma leitura direta em °Brix. Utilizou-se a tabela proposta por CARVALHO *et alii* (1990) para correção do Brix em função da temperatura da amostra.

3.8.5 - Açúcares redutores, não-redutores e totais

O método utilizado se baseou na redução de íons de cobre bivalente, em meio básico, pelos açúcares redutores, conforme metodologia proposta pela A.O.A.C. (1984).

3.8.6 - Análise sensorial

Foi escolhida a escala hedônica estruturada (TEIXEIRA *et alii*, 1987), com escala variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo), cujas fichas se encontram nos Anexos A, B, C, e D. Todos os testes foram feitos com 30 degustadores de ambos os sexos, não treinados, cuja idade variava de 17 a 48 anos, consumidores em potencial do suco de maracujá. As amostras foram apresentadas simultaneamente para que a comparação fosse facilitada. Foram utilizados códigos aleatórios de três dígitos para identificação das amostras.

Na análise anterior ao congelamento, apenas duas amostras foram apresentadas aos degustadores, acompanhadas de fichas (Anexos A e B). Após o congelamento, 4 amostras foram apresentadas aos provadores, conforme fichas dos Anexos C e D.

3.8.6.1– Aparência, cor e aroma

As amostras para avaliação dos atributos aparência, cor e aroma foram apresentadas em recipientes plásticos transparentes com capacidade para 50ml, contendo aproximadamente 30 g de suco sem diluição em água, à temperatura ambiente (Figura 8). Os avaliadores preencheram a ficha baseada na escala hedônica, descrita nos Anexos A e C para os atributos.

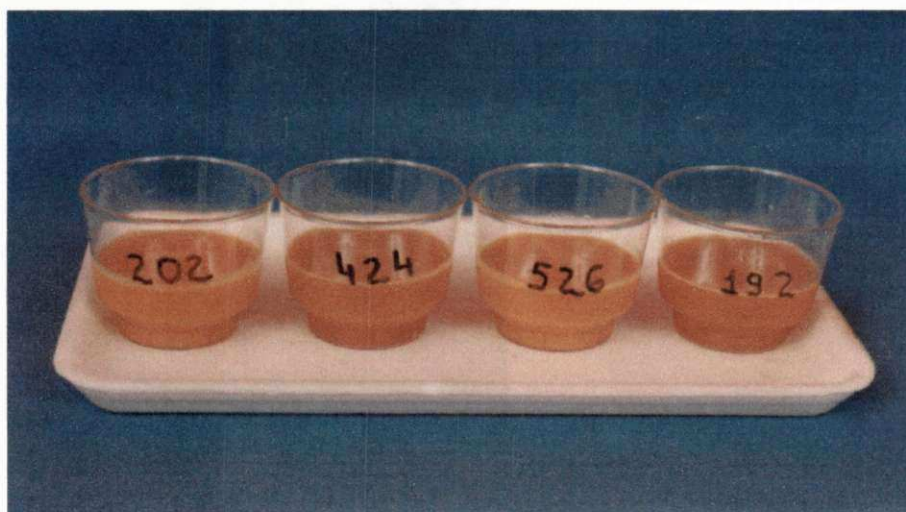


Figura 8 - Forma de apresentação das amostras para análise de aparência, cor e odor

3.8.6.2 – Sabor

O atributo sabor foi avaliado em separado, utilizando-se as fichas descritas nos Anexos B e D, pois as amostras foram servidas diluindo-se os sucos na seguinte proporção:

Suco puro:

50 g de suco
200 g de água mineral
30 g de açúcar refinado

Suco adoçado:

80 g de suco
200 g de água mineral
4,5 g de açúcar refinado

A diluição do suco puro e adoçado resultava em refrescos com 12,4 °Brix, que eram servidos a uma temperatura de 14 °C, em copos plásticos descartáveis transparentes com capacidade de 100ml, colocando-se uma quantidade aproximada de 50ml (Figura 9). Eram colocados à disposição dos degustadores água mineral e biscoitos tipo água e sal, para serem ingeridos no intervalo entre amostras.



Figura 9 - Análise do sabor do suco de maracujá.

3.9- Análise estatística

Todos os resultados foram analisados visando identificar o tratamento que apresentou a melhor conservação das características iniciais do produto. O experimento foi conduzido segundo o delineamento fatorial inteiramente casualizado. Utilizou-se dois fatores, tratamento e tempo. O experimento continha 4 tratamentos e 7 tempos (0, 30, 60, 90, 120 e 180). O fator tempo funcionou como um subfator do fator tratamento. Os resultados foram processados pelo programa ASSISTAT, Versão 6.1, onde se obteve a análise de variância e a comparação entre médias (teste de Tuckey).

A análise de regressão linear foi realizada utilizando-se o programa MICROCAL ORIGIN, Versão 5.0.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Caracterização dos frutos e do suco

Os valores encontrados na caracterização inicial dos frutos e dos sucos, puro e adoçado, se encontram na Tabela 3. O diâmetro encontrado neste trabalho equipara-se com encontrado por SÉSSA (1985) de 62,4 mm, no entanto este autor encontrou um comprimento médio para o maracujá de 65,8 mm e massa média de 92,57 g, sendo esses menores em 15,45 % e 31,72 %, respectivamente.

Encontrou-se um valor médio para cinzas de 0,53 % no suco puro e 0,43 % em suco adoçado. Esta diferença é justificada pela adição de aproximadamente 38 % de açúcar. Estes valores diferem dos resultados observados por GARRUTI (1989) para suco integral (0,67 %), mas estão de acordo com os encontrados por SALUNKE e DESAI (1984). Em relação à umidade, encontrou-se valores de 84,85 % (comparável a 84 % obtido por SALUNKE e DESAI, 1984) para suco puro e 53,28 % para suco adoçado.

Determinou-se também pela relação massa/volume a densidade dos sucos antes do congelamento e os valores médios foram de 1,1925 g/cm³ para o suco adoçado e 1,0635 g/cm³ para o suco puro. Valores estes que diferem dos valores encontrados por TUMA (1980), que foi de 1,355.

Os valores encontrados para o ácido ascórbico no suco *in natura* foram de 27,87 mg/100 g de suco no suco puro e 22,82 mg/100 g no suco adoçado, sendo superiores a todos os valores citados na Tabela 1, cujo valor máximo é de 20 mg/100 g. Considerando-se a proporção de açúcar no suco adoçado percebe-se que o teor ácido ascórbico neste suco foi 24,27 % maior.

A acidez inicial encontrada para o suco puro foi de 3,82 % de ácido cítrico, enquanto que para o suco adoçado foi de 2,60 %. Uma diferença de 31,94 %, o que já se esperava, visto que a adição de açúcar reduz a acidez dos produtos. Estes valores são comparáveis aos encontrados por RUGGIERO (1996) em suco de maracujá puro e por RIGHETTO (1996) para o suco adoçado.

Os níveis de pH encontrados para os sucos, puro e adoçado, foram respectivamente 2,87 e 2,86, os quais se assemelham aos valores encontrados por TUMA (1980) e GARRUTI (1989).

O valor encontrado de sólidos solúveis para o suco puro foi 14,17 °Brix que é semelhante ao encontrado por SÉSSA (1985) que foi de 14,00 °Brix. O suco adoçado atingiu o valor de 41,68 °Brix.

O valor médio de açúcares totais encontrado para o suco de maracujá *in natura* foi de 8,24 % que se assemelha ao valor de 8,32 % encontrado por TUMA (1980). Para o suco adoçado obteve-se um valor médio de 47,91 %.

O valor médio de açúcares redutores encontrados no suco de maracujá *in natura* foi de 4,44 % antes do congelamento. Dado este semelhante ao encontrado por SÉSSA (1985) que foi de 4,50 %. O valor encontrado para o suco adoçado antes do congelamento foi de 3,71 %.

O valor médio encontrado para sacarose de suco *in natura* antes do congelamento foi de 3,61 % que difere dos valores de 1,8 % (TUMA, 1980); 0,03 % (CECHI, 1978); 2,04 % (SÉSSA, 1985) e 4,45 % (RIGHETTO, 1986). O valor encontrado para o suco adoçado antes do congelamento foi de 41,99 %.

Os valores médios para a aparência do suco *in natura* e adoçado antes do congelamento foram respectivamente 8,0 e 6,47 na escala hedônica de 1 a 9 (Anexo A), que correspondem aos conceitos “gostei muito” e “gostei ligeiramente”. GARRUTTI (1989) obteve resultado em uma escala de 0 a 100 de 64,72 que, considerando-se a proporcionalidade, a média obtida no presente trabalho foi 24 % maior que a obtida pelo referido autor.

Os valores médios para a cor dos sucos puro e adoçado antes do congelamento foram respectivamente 8,17 e 6,83 na escala hedônica de 1 a 9 (Anexo A) que correspondem aos conceitos “gostei muito” e “gostei regularmente”.

Os valores médios para o odor dos sucos puro e adoçado antes do congelamento foram respectivamente 8,17 e 6,87 na escala hedônica de 1 a 9 (Anexo A) que correspondem aos conceitos “gostei muito” e “gostei regularmente”.

Os valores médios para o sabor dos sucos puro e adoçado antes do congelamento foram 7,67 na escala hedônica de 1 a 9 (Anexo B) que corresponde ao conceito “gostei regularmente”.

Tabela 3 – Valores médios encontrados para algumas características físicas de maracujá amarelo e de algumas características iniciais de seu suco puro e adoçado.

Fruto		
Comprimento Médio	77,82 mm	
Diâmetro médio	62,45 mm	
Massa média	135.57 g	
Suco		
	Puro	Adoçado
Densidade (g/cm³)	1,0635	1,1925
Cinzas (%)	0,53	0,43
Umidade (%)	84,85	53,28
Ácido ascórbico (mg/100 g)	27,87	22,82
Acidez (% de ácido cítrico)	3,82	2,60
pH	2,87	2,86
Sólidos solúveis (°Brix)	14,17	41,68
Açúcares Totais (%)	8,24	47,91
Açúcares redutores (%)	4,44	3,71
Açúcares não redutores (% sacarose)	3,61	1,80
Aparência (1 a 9)	8,00	6,47
Cor (1 a 9)	8,17	6,83
Odor (1 a 9)	8,17	6,87
Sabor (1 a 9)	7,67	7,67

4.2- Rendimento do maracujá

Observa-se na Figura 10 que o rendimento do suco puro foi de 30,98 % e do adoçado 31,10 %. Estes resultados assemelham-se ao obtido por RIGHETO (1996) que foi de 30 %, mas diferem do rendimento industrial de 24,85 % obtido por SÉSSA (1985). As perdas foram menores que as encontradas por RIGHETO (1996) de 2 %.

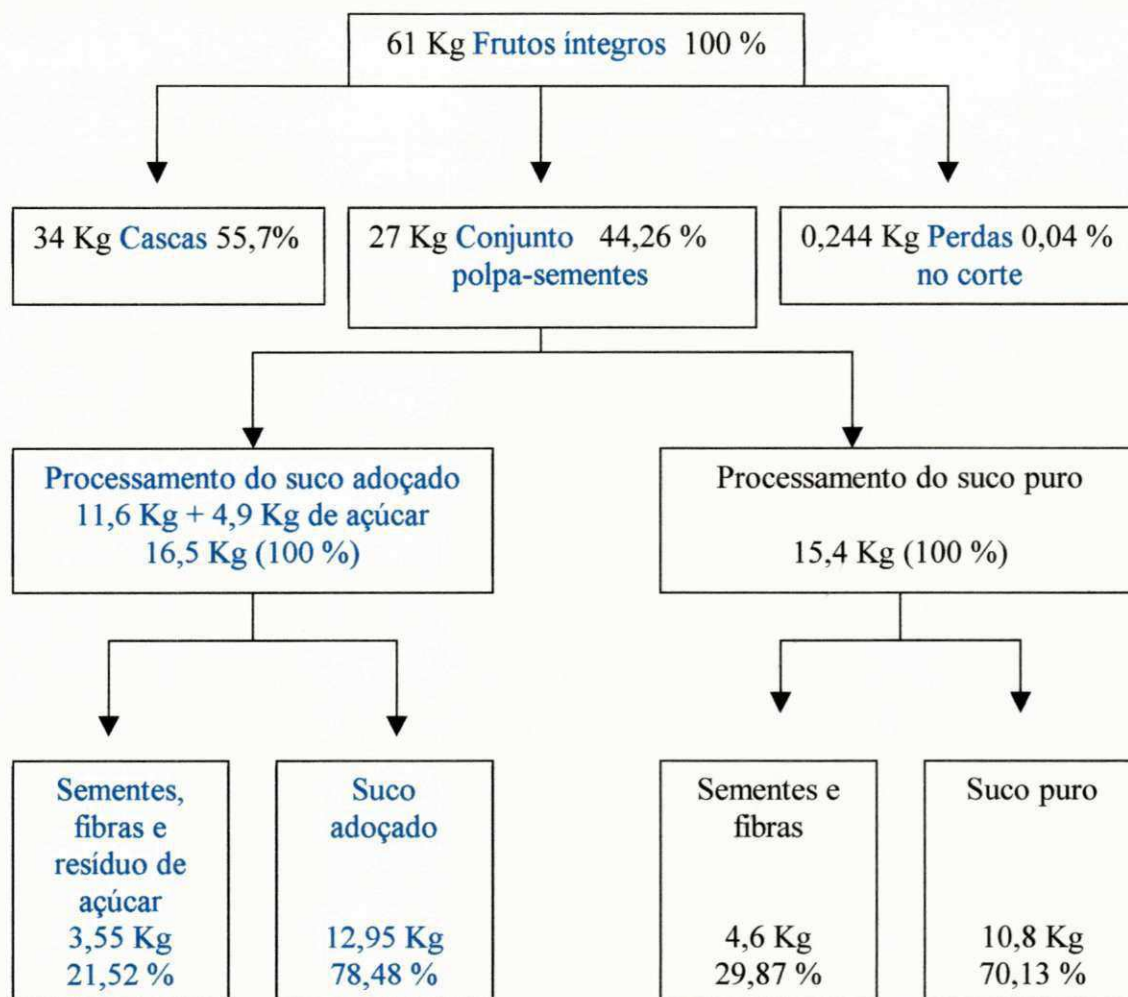


Figura 10 - Rendimento dos sucos, puro e adoçado, de maracujá-amarelo.

4.3- Cinética de congelamento

Os dados experimentais e calculados da razão de temperatura em função do período de tempo, e da temperatura em função do período de tempo, para o suco de maracujá congelado a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ sem açúcar e com açúcar e para o maracujá congelado a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ sem açúcar e com açúcar encontram-se no Anexo E, nas Tabelas E1, E2, E3 e E4, respectivamente. Nas Figuras 11, 12, 13 e 14 estão as curvas de congelamento para cada tratamento baseando-se nos dados das tabelas.

As cinéticas de congelamento das Figuras 11 e 12 mostraram claramente as três fases pelas quais um líquido passa ao ser congelado. Na fase de resfriamento, o período de tempo foi de aproximadamente 1200 segundos para o suco de maracujá puro e 1500 segundos para o suco de maracujá adoçado, onde a temperatura baixou rapidamente de

19,9 para $-2,3$ °C no suco de maracujá puro e de 18,1 a $-3,9$ °C no suco de maracujá adoçado (Anexo E -Tabelas E1 e E2), quando se iniciou a cristalização (fase 2). Esta fase compreendeu um tempo de aproximadamente 5700 segundos para os sucos puro e adoçado. Nela se pode observar um breve aumento na temperatura aos 2700 segundos nos dois tratamentos, fenômeno este denominado por NEVES FILHO (1991), como super resfriamento. Assim que inicia a cristalização há a liberação de calor que aumenta a temperatura até o ponto real de congelamento. O prolongamento desta fase se explica pelo fato de que 79,7 Kcal/Kg devem ser removidas para formar 1 Kg de gelo. Na fase 2 a temperatura baixou de $-2,3$ °C para $-6,4$ °C no suco puro e de $-5,4$ para $-9,9$ °C no suco adoçado. Na fase três (pós-congelamento) observou-se que foi necessário aproximadamente 14400 segundos para o suco de maracujá puro atingir o equilíbrio e 14100 segundos para o suco de maracujá adoçado. Nesta fase exige-se 0,5 Kcal/Kg para a redução em 1 °C da temperatura do material.

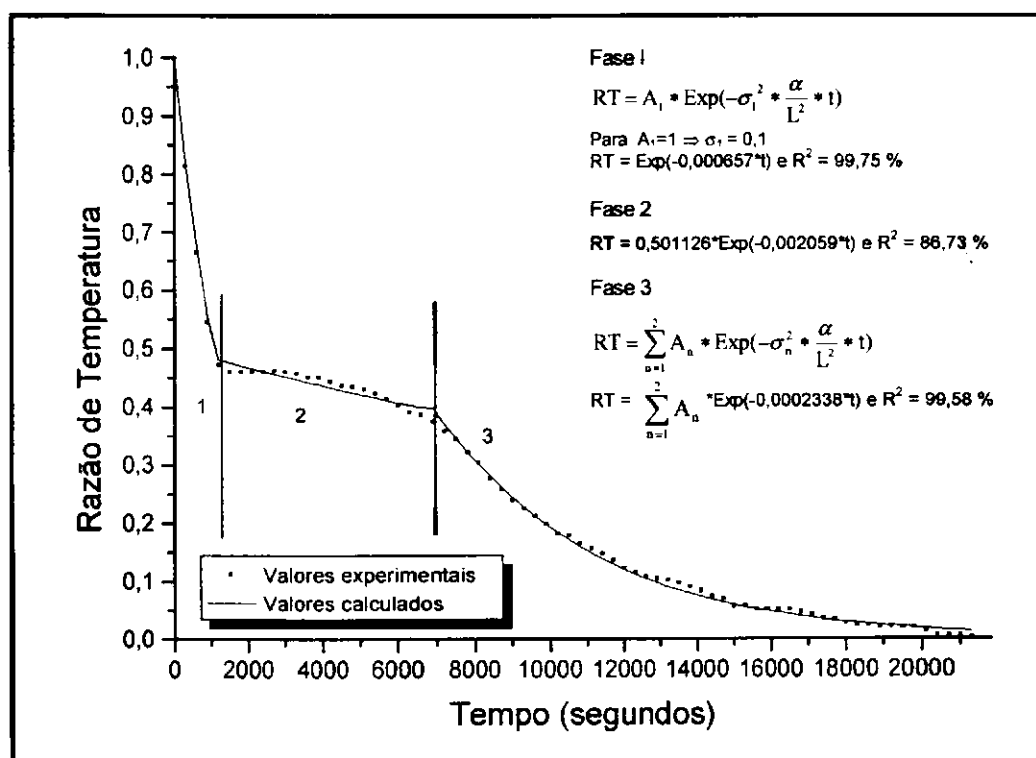


Figura 11- Cinética de congelamento de suco de maracujá puro, a $-22,6$ °C para uma amostra de 9 mm de espessura.

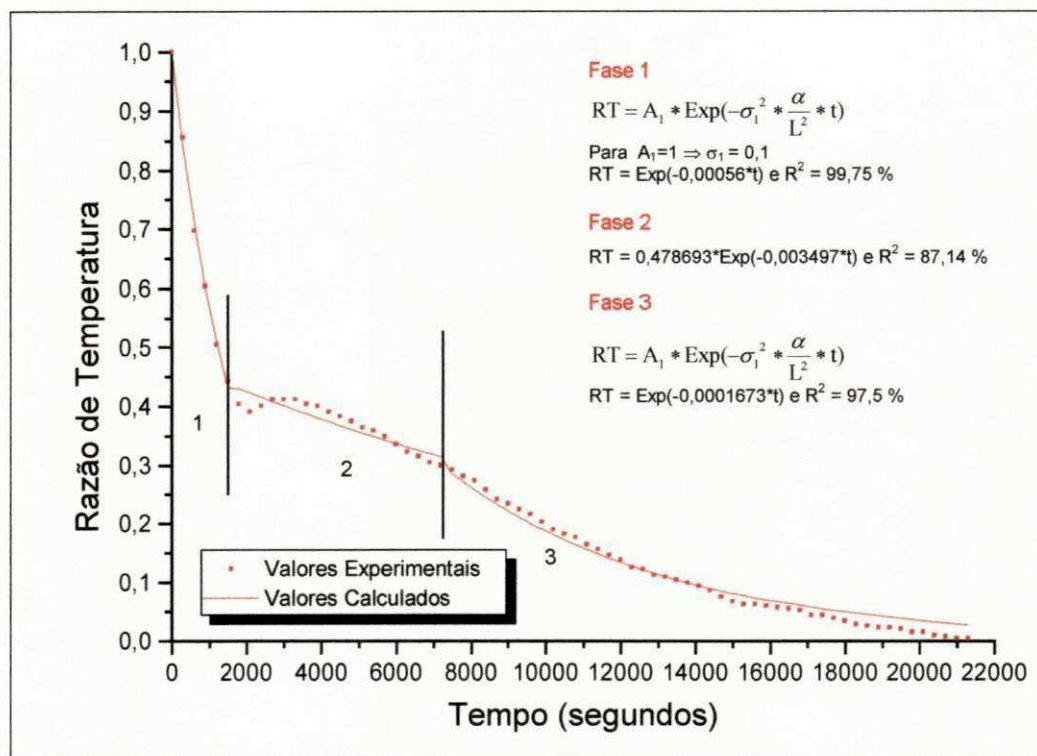


Figura 12- Cinética de congelamento a $-22,6 \text{ }^\circ\text{C}$, de suco de maracujá adoçado, para uma amostra de 6,98 mm de espessura.

Nas Figuras 13 e 14 e no Anexo E, Tabelas E3 e E4, referentes ao resfriamento e congelamento a $-196 \text{ }^\circ\text{C}$, nota-se que foi atingido um tempo de 60 segundos para a fase de resfriamento do suco de maracujá puro e de 40 segundos para o suco de maracujá adoçado. A fase de cristalização foi bastante rápida nos dois tratamentos, aproximadamente 20 segundos para suco puro e 30 segundos para suco adoçado. A fase de pós-congelamento mais uma vez foi a mais longa, com duração de aproximadamente 190 segundos para suco puro e 300 segundos para suco adoçado.

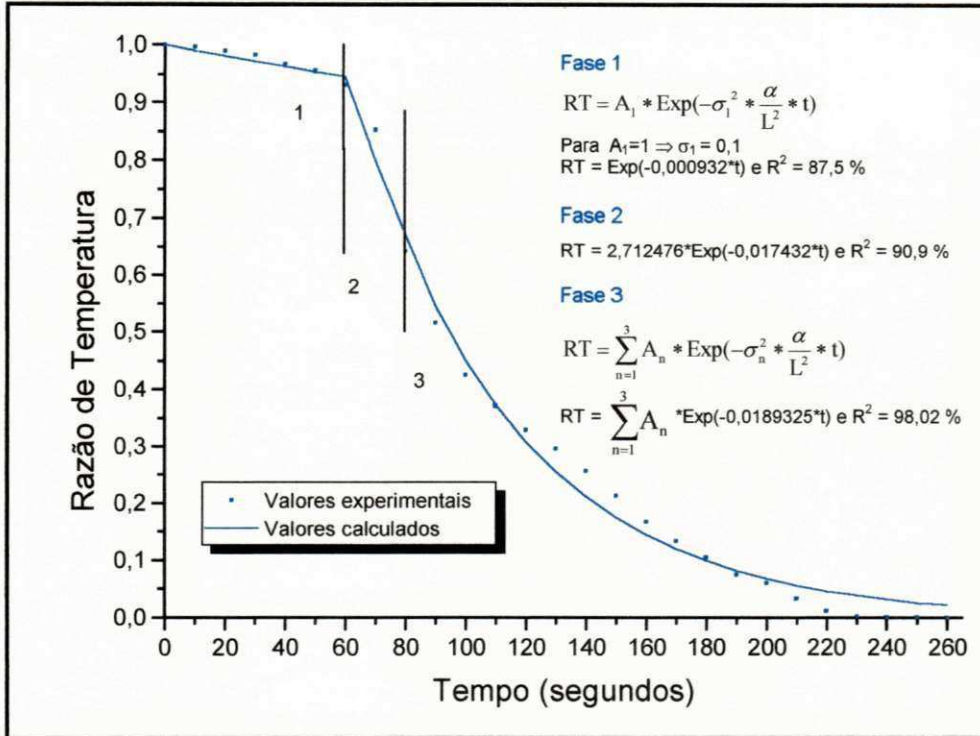


Figura 13 - Cinética de congelamento de suco de maracujá puro, por imersão em nitrogênio líquido (-196 °C), para uma amostra de 9,24 mm de espessura.

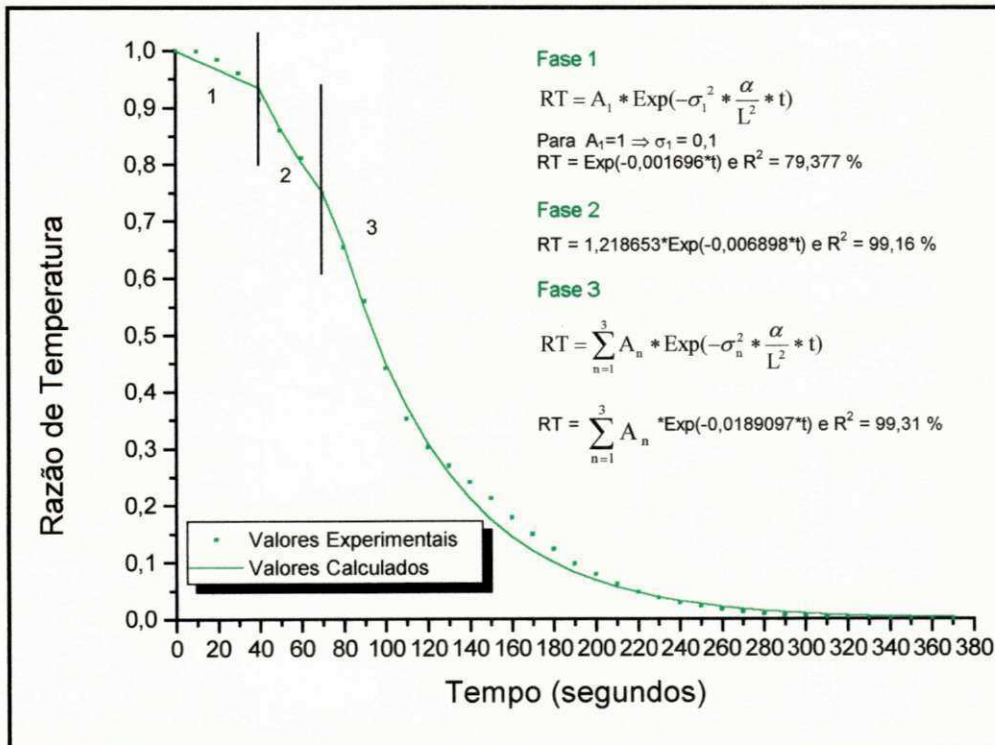


Figura 14- Cinética de congelamento do suco de maracujá adoçado, por imersão em nitrogênio líquido (-196 °C), para uma amostra de 7,88 mm de espessura

4.3.1- Difusividade térmica efetiva (α)

Os valores calculados para os coeficientes de difusão, difusividade efetiva e difusividade efetiva média para os sucos de maracujá, puro e adoçado, submetidos a dois diferentes métodos de congelamento, em suas respectivas fases, estão representados na Tabela 4.

No congelamento do suco de maracujá puro a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ os coeficientes de difusão para as fases 1, 2 e 3 foram de $6,57 \times 10^{-4}$, $2,059 \times 10^{-3}$ e $2,338 \times 10^{-4}$, respectivamente, e para o do suco de maracujá adoçado foram de $5,6 \times 10^{-4}$, $3,497 \times 10^{-3}$ e $1,673 \times 10^{-4}$, respectivamente. Considerando-se as fases 1 e 3, a difusividade efetiva média no suco de maracujá puro foi de $0,54\text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, e no suco de maracujá adoçado foi de $0,25\text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

No congelamento do suco de maracujá puro a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ os coeficientes de difusão para as fases 1, 2 e 3 foram de $9,32 \times 10^{-4}$, $1,7432 \times 10^{-2}$ e $1,89325 \times 10^{-2}$ respectivamente. Considerando-se as fases 1 e 3, a difusividade efetiva média nesse tratamento foi de $30,81\text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Este valor de difusividade é 57 vezes maior que o obtido para o suco de maracujá puro congelado a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$

Para o congelamento do suco de maracujá adoçado a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ os coeficientes de difusão para as fases 1, 2 e 3 foram de $1,696 \times 10^{-3}$, $6,898 \times 10^{-3}$ e $1,89097 \times 10^{-2}$ respectivamente. Considerando-se as fases 1 e 3, a difusividade efetiva média nesse tratamento foi de $26,21\text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Este valor de difusividade é 104 vezes maior que o obtido para o suco de maracujá adoçado congelado a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tabela 4 – Valores dos coeficientes de difusão, difusividade efetiva $A_1=1$ e difusividade efetiva média do suco de maracujá puro e adoçado nas três fases de congelamento, quando submetido ao congelamento a $-22,6$ °C em freezer e a -196 °C por imersão em nitrogênio líquido.

Suco de maracujá puro congelado a $-22,6$ °C				
Fases *	L/2 (mm)	Coeficiente de difusão	Difusividade efetiva $A_1=1$	Difusividade efetiva média
1	4,5	$6,57 \times 10^{-4}$	$1,33 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	-
2	4,5	$2,059 \times 10^{-3}$	-	-
3	4,5	$2,338 \times 10^{-4}$	$0,47 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	$0,54 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
Suco de maracujá adoçado congelado a $-22,6$ °C				
Fases *	L/2 (mm)	Coeficiente de difusão	Difusividade efetiva $A_1=1$	Difusividade efetiva média
1	3,49	$5,6 \times 10^{-4}$	$0,68 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	-
2	3,49	$3,497 \times 10^{-3}$	-	-
3	3,49	$1,673 \times 10^{-4}$	$0,20 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	$0,25 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
Suco de maracujá puro congelado a -196 °C				
Fases *	L/2 (mm)	Coeficiente de difusão	Difusividade efetiva $A_1=1$	Difusividade efetiva média
1	4,62	$9,32 \times 10^{-4}$	$1,99 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	-
2	4,62	$1,7432 \times 10^{-2}$	-	-
3	4,62	$1,89325 \times 10^{-2}$	$40,41 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	$30,81 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
Suco de maracujá adoçado congelado a -196 °C				
Fases *	L/2 (mm)	Coeficiente de difusão	Difusividade efetiva $A_1=1$	Difusividade efetiva média
1	3,94	$1,696 \times 10^{-3}$	$2,63 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	-
2	3,94	$6,898 \times 10^{-3}$	-	-
3	3,94	$1,89097 \times 10^{-2}$	$29,36 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	$26,21 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

* Fase 1 – Resfriamento; Fase 2 – Cristalização; Fase 3 – Pós-congelamento

4.4-Alterações químicas e físico-químicas ao longo do armazenamento

4.4.1 – Ácido ascórbico

Comparando-se os valores obtidos para o ácido ascórbico imediatamente após o congelamento, com o suco *in natura* foram detectadas perdas de 6,14 %, 11,65 %, 9,72 % e 3,15 % para os Tratamentos 1, 2, 3, e 4, respectivamente. A maior perda (convencional com açúcar) pode ter ocorrido devido ao tempo gasto para congelar totalmente as amostras (aproximadamente 28h no freezer doméstico) e a menor perda verifica-se que ocorreu na amostra com açúcar congelada por imersão em nitrogênio líquido, que contou com dois fatores de proteção: o açúcar e o congelamento ultra-rápido. Porém o congelamento a

-196 °C em suco de maracujá puro parece não ter favorecido a retenção de ácido ascórbico imediatamente após o congelamento.

Ao se realizar a análise de variância dos dados de ácido ascórbico (Anexo F) foram encontradas diferenças significativas ao nível de 1 % de probabilidade entre tratamentos e entre períodos de tempo e para interação tratamento x período de tempo não houve diferenças significativas.

Aplicando-se o teste de Tuckey ao nível de 5 % de probabilidade (Tabela 5) nota-se que existe diferenças entre os tratamentos, onde as médias gerais para o ácido ascórbico foram de 27,26; 21,74; 26,06 e 22,51 mg/100 g, respectivamente para os Tratamentos 1, 2, 3 e 4.

O ácido ascórbico ficou praticamente estável durante os 180 dias de armazenamento em todos os tratamentos, o que pode ser observado na Figura 15 e na Tabela 6. Fato este não observado por RIGHETTO (1996) que encontrou perdas em torno de 4 % para suco puro e 4,9 % para suco adoçado em 8 meses de armazenamento congelado a -17 e a -24 °C. Contudo BENASSI (1990) observou retenção de 100 % do ácido ascórbico em aspargos estocados por um ano a -18 e -29 °C.

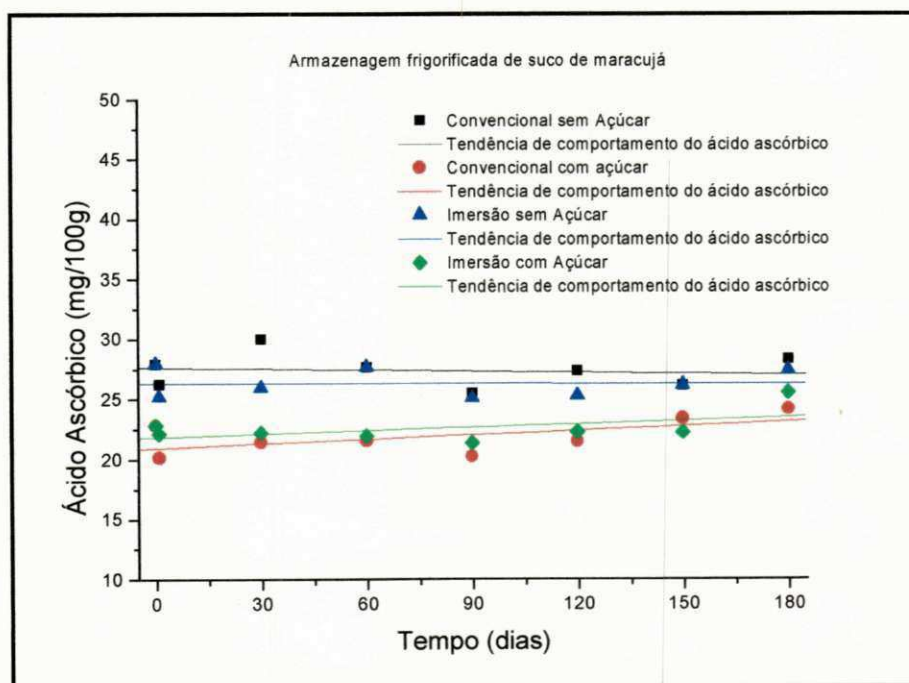


Figura 15 – Variação de ácido ascórbico em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6 °C para diferentes técnicas de congelamento.

Tabela 5 – Comparação entre as médias de ácido ascórbico (mg/100 g) para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo.

Médias Tratamento	Tempo (dias)	Médias tempo
T ₁ 27,2626 a	0	23,4041 b
T ₂ 21,7395 b	30	24,8780 ab
T ₃ 26,0574 a	60	24,6685 ab
T ₄ 22,5106 b	90	23,0104 b
	120	24,0638 b
	150	24,4325 ab
	180	26,2903 a

DMS1= 1,3723

MG = 24,3925

DMS2= 2,0936

CV %= 6,8802

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5 % de probabilidade.

T₁- Congelamento a -22,6 °C sem açúcar; T₂- Congelamento a -22,6 °C com açúcar.

T₃- Congelamento a -196 °C sem açúcar; T₄- Congelamento a -196 °C com açúcar.

MG- média geral; CV- coeficiente de variação e DMS- desvio mínimo significativo.

Tabela 6 – Valores médios de ácido ascórbico para a interação tratamento x período de tempo.

Trat.	Ácido ascórbico (mg/100g)																				
	Tempo (dias)																				
	0	30	60	90	120	150	180														
1- CSA	a	26,23	AB	a	29,96	A	a	27,60	AB	a	25,42	B	a	27,32	AB	a	26,08	AB	a	28,23	AB
2- CCA	c	20,12	A	c	21,41	A	b	21,51	A	b	20,22	A	c	21,46	A	ab	23,34	A	b	24,12	A
3- ISA	ab	25,16	A	b	25,93	A	a	27,62	A	a	25,06	A	ab	25,22	A	a	26,09	A	ab	27,33	A
4- ICA	bc	22,11	A	c	22,22	A	b	21,94	A	b	21,34	A	bc	22,25	A	b	22,22	A	ab	25,49	A

Obs.: Médias de 3 repetições

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% probabilidade.

1- Convencional sem açúcar; 2- Convencional com açúcar; 3- Imersão sem açúcar; 4-Imersão com açúcar.

DMS/coluna = 3,63 (letras minúsculas)

DMS/linha = 4,19 (letras maiúsculas)

DMS - desvio mínimo significativo

4.4.2- Acidez

Nas análises imediatamente após o congelamento (correspondente ao tempo 0 da Tabela 8) não foram observadas alterações expressivas.

Na análise de variância (Anexo G) observa-se que houve diferenças significativas ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de F entre tratamentos, entre períodos de tempo e para a interação tratamento x período de tempo.

Aplicando-se o teste de Tuckey ao nível de 5 % de probabilidade (Tabelas 7 e 8) verificou-se que houve diferenças significativas entre as amostras com e sem açúcar, porém entre métodos de congelamento, não houve diferenças significativas. No tratamento 1 (convencional sem açúcar) a acidez no tempo 0 foi significativamente superior aos demais tempos como pode ser observado na Figura 16 e na Tabela 8, porém com uma diferença apenas de 3,6 %, mantendo-se estável no restante do tempo. Existe uma tendência, a partir dos 30 dias, da acidez se manter para os Tratamentos 1, 2 e 3, o que pode ser comparável aos resultados obtidos por SÉSSA (1985). No entanto, no Tratamento 4 a acidez permaneceu inalterada nos 180 dias de armazenamento (Figura 16), o que está de acordo com os resultados de RIGHETTO (1996).

Por meio da Figura 16 confirma-se a proximidade entre tipos de congelamento. Provavelmente a tendência ao declínio observada no Tratamento convencional sem açúcar seja devido à demora no congelamento aliada à ausência de açúcar.

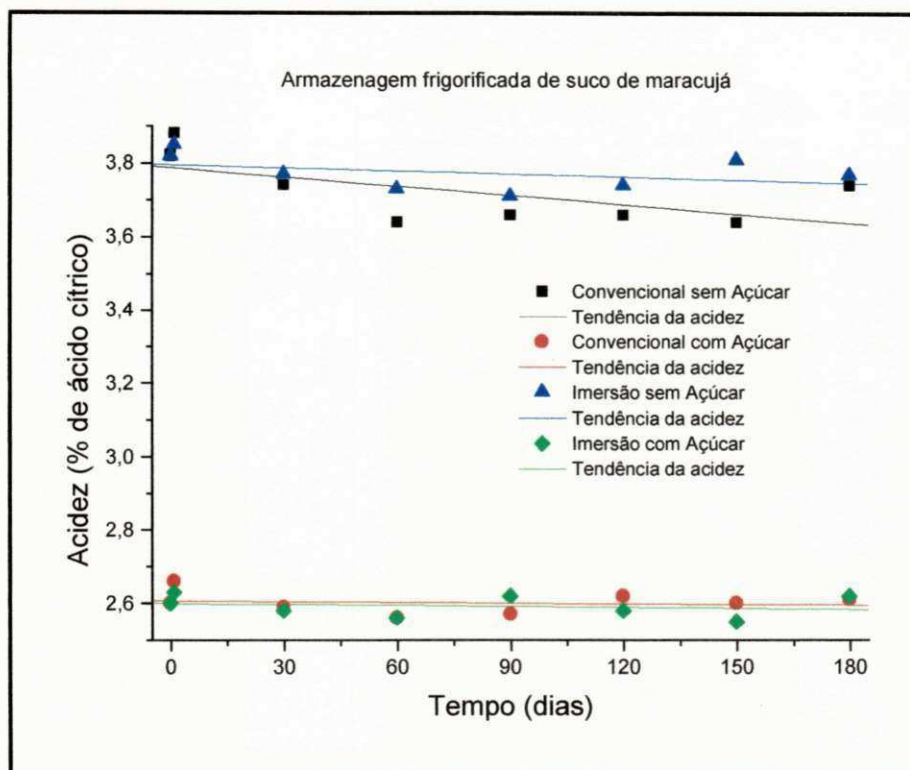


Figura 16 – Variação da acidez em suco de maracujá ao longo do armazenamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ para diferentes técnicas de congelamento

Tabela 7 – Comparação entre as médias de acidez (% de ácido cítrico) para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo.

Médias Tratamento	Tempo (dias)	Médias tempo
T ₁ 3,7073 b	0	3,2551 a
T ₂ 2,6013 c	30	3,1686 bc
T ₃ 3,7679 a	60	3,1225 c
T ₄ 2,5910 c	90	3,1395 bc
	120	3,1502 bc
	150	3,1482 bc
	180	3,1839 b

DMS1= 0,0331

MG = 3,1669

DMS2= 0,0505

CV %= 1,2780

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5 % de probabilidade,

T₁- Congelamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ sem açúcar; T₂- Congelamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ com açúcar;

T₃- Congelamento a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ sem açúcar; T₄- Congelamento a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ com açúcar.

MG- média geral; CV- coeficiente de variação e DMS- desvio mínimo significativo.

Tabela 8 – Valores médios de acidez para a interação tratamento x período de tempo.

Trat.	Acidez (% de ácido cítrico)						
	Tempo (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
1- CSA	a 3,88 A	a 3,74 B	a 3,64 B	a 3,66 B	a 3,66 B	b 3,64 B	a 3,74 B
2- CCA	b 2,66 A	b 2,59 AB	b 2,56 B	b 2,57 AB	b 2,62 AB	c 2,60 AB	b 2,61 AB
3- ISA	a 3,85 A	a 3,77 AB	a 3,73 B	a 3,71 B	a 3,74 B	a 3,81 AB	a 3,77 AB
4- ICA	b 2,63 A	b 2,58 A	b 2,56 A	b 2,62 A	b 2,58 A	c 2,55 A	b 2,62 A

Obs.: Médias de 3 repetições

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

1- Convencional sem açúcar; 2- Convencional com açúcar; 3- Imersão sem açúcar; 4-Imersão com açúcar.

DMS/coluna = 0,09 (letras minúsculas)

DMS/linha = 0,10 (letras maiúsculas)

DMS - desvio mínimo significativo

4.4.3- pH

Apesar dos valores encontrados ao longo do experimento apresentarem diferenças significativas ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de F, entre tratamentos, entre períodos de tempo e na interação tratamento x período de tempo (Anexo H), pode-se considerar estas diferenças quimicamente desprezíveis, o que pode ser confirmado observando-se as Tabelas 9 e 10 e a Figura 17. Estes resultados concordam com os resultados encontrados por RIGHETTO (1996).

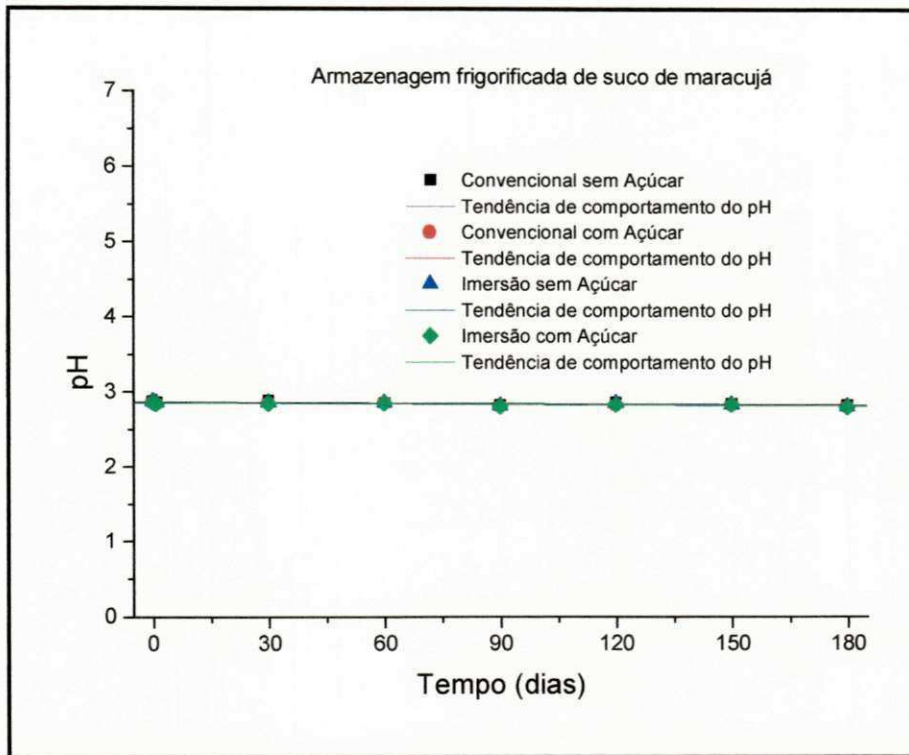


Figura 17– Variação de pH em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6 °C para diferentes técnicas de congelamento.

Tabela 9 – Comparação entre as médias de pH para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo.

Médias Tratamento	Tempo (dias)	Médias tempo
T ₁ 2,8481 a	0	2,8450 bc
T ₂ 2,8305 bc	30	2,8567 a
T ₃ 2,8329 b	60	2,8508 ab
T ₄ 2,8281 c	90	2,8125 e
	120	2,8400 cd
	150	2,8333 d
	180	2,8058 e

DMS1= 0,0046

MG = 2,8349

DMS2= 0,0071

CV %= 0,2006

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5 % de probabilidade.

T₁- Congelamento a -22,6 °C sem açúcar; T₂- Congelamento a -22,6 °C com açúcar;

T₃- Congelamento a -196 °C sem açúcar; T₄- Congelamento a -196 °C com açúcar.

MG- média geral; CV- coeficiente de variação e DMS- desvio mínimo significativo.

Tabela 10 – Valores médios de pH para a interação tratamento x período de tempo.

Trat.	pH									
	Tempo (dias)									
	0	30	60	90	120	150	180			
1- CSA	a 2,86 B	a 2,88 A	a 2,85 BC	a 2,82 D	a 2,86 B	a 2,84 C	a 2,82 D			
2- CCA	b 2,84 AB	b 2,85 A	a 2,85 A	a 2,81 C	b 2,83 B	a 2,83 B	b 2,80 C			
3- ISA	ab 2,85 A	b 2,85 A	a 2,85 A	a 2,81 C	b 2,84 AB	a 2,83 B	b 2,80 C			
4- ICA	b 2,84 AB	b 2,84 AB	a 2,85 A	a 2,81 C	b 2,83 B	a 2,83 B	b 2,80 C			

Obs.: Médias de 3 repetições

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

1- Convencional sem açúcar; 2- Convencional com açúcar; 3- Imersão sem açúcar; 4-Imersão com açúcar.

DMS/coluna = 0,01 (letras minúsculas)

DMS/linha = 0,01 (letras maiúsculas)

DMS - desvio mínimo significativo

4.4.4- Sólidos solúveis

Por meio da análise de variância (Anexo I), verifica-se que existem diferenças significativas ao nível de 1 % entre tratamentos entre períodos de tempo e na interação tratamento x período de tempo.

Aplicando-se o teste de Tuckey ao nível de 5 % (Tabela 11) verificam-se diferenças significativas entre as médias gerais de sólidos solúveis em suco de maracujá para todos os tratamentos. As diferenças estatísticas nos sólidos solúveis entre tratamentos com açúcar e sem açúcar, eram logicamente esperadas. Observando-se as diferenças entre tipos de congelamento na Tabela 12, mês a mês, nota-se que houve variações muito pequenas entre os tratamentos com açúcar, o que demonstra ser uma questão de homogeneização de amostras, e não influência do tipo de congelamento. Ao longo do período de armazenamento, é interessante notar (Tabela 12) que aos 30 dias os tratamentos com açúcar tiveram seus valores estatisticamente aumentados, enquanto que com os tratamentos sem açúcar ocorreu o inverso. A partir de então, todos os tratamentos apresentaram quedas significativas ao longo do tempo. No tratamento 1, o teor de sólidos solúveis ao longo do armazenamento, reduziu até os 60 dias, quando então apresentou uma tendência a estabilização até os 180 dias. No tratamento 3, a redução foi menor que no tratamento 1, porém prolongando-se até 120 dias, quando então houve uma tendência de estabilização dos sólidos solúveis. Os sucos adoçados (tratamentos 2 e 4) apresentaram uma tendência de diminuição aos os 30 dias, embora existam oscilações no intervalo de tempo de 30 a 180 dias.

Na Figura 18, observa-se a proximidade dos valores dos tratamentos com açúcar (2 e 4) entre si e dos tratamentos sem açúcar (1 e 3). Nota-se ainda uma leve tendência, em todos os tratamentos, de redução dos valores de sólidos solúveis. Estes resultados diferem parcialmente dos resultados de RIGHETTO (1996) que não encontrou variações significativas, ao longo do tempo, para sucos puro e adoçado de maracujá.

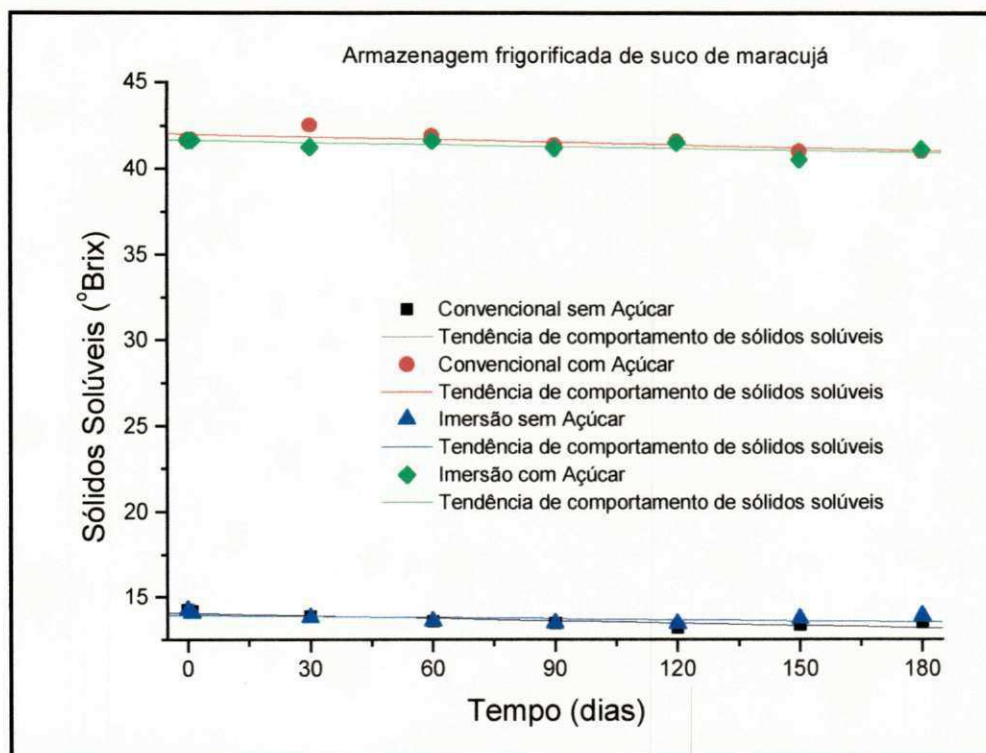


Figura 18 – Variação de sólidos solúveis em suco de maracujá ao longo do armazenamento a $-22,6$ °C para diferentes técnicas de congelamento

Tabela 11 – Comparação entre as médias de sólidos solúveis (°brix) para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo.

Médias Tratamento	Tempo (dias)	Médias tempo
T ₁ 13,5881 d	0	27,8933 b
T ₂ 41,6038 a	30	28,1283 a
T ₃ 13,6929 c	60	27,6667 c
T ₄ 41,4324 b	90	27,3717 d
	120	27,4250 d
	150	27,1600 e
	180	27,4100 d

DMS1= 0,0802

MG = 27,5793

DMS2= 0,1224

CV %= 0,3557

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5 % de probabilidade.

T₁- Congelamento a $-22,6$ °C sem açúcar; T₂- Congelamento a $-22,6$ °C com açúcar;

T₃- Congelamento a -196 °C sem açúcar; T₄- Congelamento a -196 °C com açúcar.

MG- média geral; CV- coeficiente de variação e DMS- desvio mínimo significativo.

Tabela 12 – Valores médios de sólidos solúveis para a interação tratamento x período de tempo.

Trat.	Sólidos Solúveis (°Brix)									
	Tempo (dias)									
	0	30	60	90	120	150	180			
1- CSA	b 14,17 A	c 13,86 B	c 13,56 C	b 13,45 CD	b 13,21 D	d 13,37 CD	c 13,49 C			
2- CCA	a 41,68 BC	a 42,56 A	a 41,91 B	a 41,36 DE	a 41,57 CD	a 41,01 F	a 41,13 EF			
3- ISA	b 14,04 A	c 13,80 ABC	c 13,56 CD	b 13,45 D	b 13,41 D	c 13,71 BC	b 13,89 AB			
4- ICA	a 41,68 B	b 42,29 A	b 41,64 B	a 41,23 C	a 41,51 B	b 40,55 D	a 41,13 C			

Obs.: Médias de 3 repetições

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

1- Convencional sem açúcar; 2- Convencional com açúcar; 3- Imersão sem açúcar; 4-Imersão com açúcar.

DMS/coluna = 0,21 (letras minúsculas)

DMS/linha = 0,24 (letras maiúsculas)

DMS - desvio mínimo significativo

4.4.5- Açúcares Totais

Percebe-se pela análise de variância (Anexo J) diferenças significativas ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de F entre tratamentos e ao nível de 5 % entre períodos de tempo e na interação tratamento x período de tempo. Observando-se as Tabelas 13 e 14, percebeu-se que estas diferenças entre tratamentos são devido à adição de açúcar. Ao longo do tempo os dois Tratamentos sem açúcar (1 e 3) não apresentaram variações significativas nos seus valores de açúcares totais, o que concorda com RIGHETTO (1996) que não encontrou variações significativas ao longo de 8 meses armazenamento para o suco de maracujá puro. Já o Tratamento 4 (imersão com açúcar) apresentou oscilações significativas ao longo do armazenamento, embora tenha chegado ao final dos 180 dias com o valor estatisticamente igual ao valor inicial. Com relação ao Tratamento 2 (convencional com açúcar) observa-se que existe uma tendência de redução do teor de açúcares totais a partir dos 60 dias de armazenamento. Estes fatos podem ser mais bem observados na Figura 19.

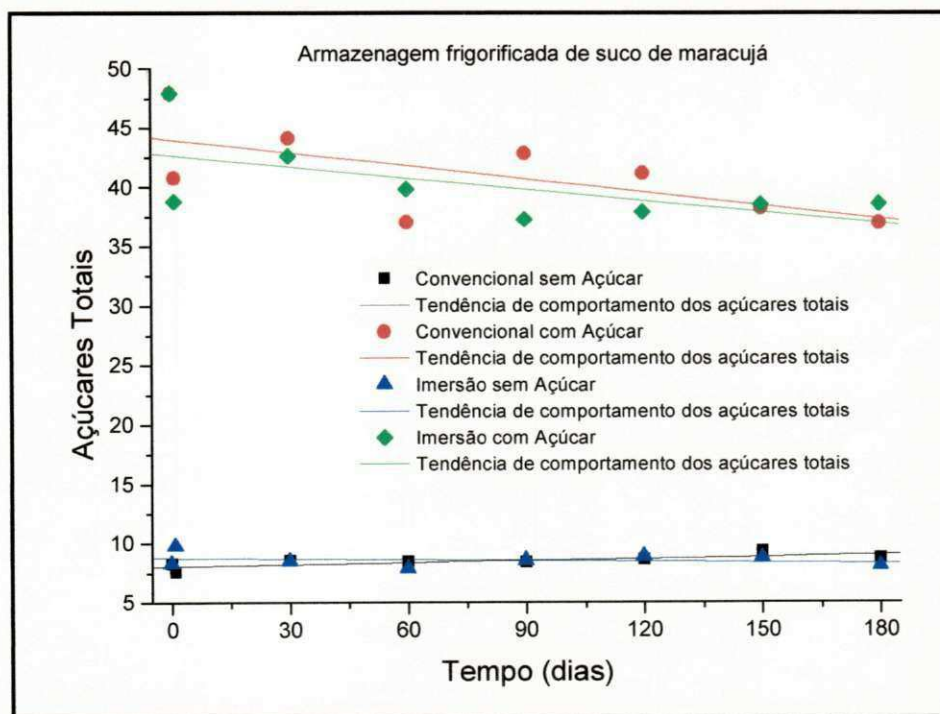


Figura 19 – Variação de açúcares totais em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6 °C para diferentes técnicas de congelamento

Tabela 13 – Comparação entre as médias de açúcares totais (%) para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo.

Médias Tratamento	Tempo (dias)	Médias tempo
T ₁ 8,4813 b	0	24,2196 ab
T ₂ 40,1309 a	30	25,9209 a
T ₃ 8,5876 b	60	23,2592 b
T ₄ 39,0562 a	90	24,2240 ab
	120	24,1075 ab
	150	23,6673 ab
	180	23,0496 b

DMS1= 1,5605

DMS2= 2,3807

MG = 24,0640

CV %= 7,9305

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5 % de probabilidade.

T₁- Congelamento a -22,6 °C sem açúcar; T₂- Congelamento a -22,6 °C com açúcar;

T₃- Congelamento a -196 °C sem açúcar; T₄- Congelamento a -196 °C com açúcar.

MG- média geral; CV- coeficiente de variação e DMS- desvio mínimo significativo.

Tabela 14 – Valores médios de açúcares totais para a interação tratamento x período de tempo.

Trat.	Açúcares Totais (%)												
	Tempo (dias)												
	0	30	60	90	120	150	180						
1- CSA	b 7,56	A b 8,50	A b 8,42	A c 8,36	A b 8,58	A b 9,29	A b 8,66						
2- CCA	a 40,78	AB a 44,13	A a 36,98	C a 42,80	AB a 41,13	ABC a 38,17	BC a 36,93						
3- ISA	b 9,77	A b 8,45	A b 7,83	A c 8,48	A b 8,84	A b 8,72	A b 8,03						
4- ICA	a 38,77	AB a 42,61	A a 39,81	AB b 37,25	B a 37,88	AB a 38,50	AB a 38,58						

Obs.: Médias de 30 repetições

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

1-Convencional sem açúcar; **2**- Convencional com açúcar; **3**- Imersão sem açúcar; **4**-Imersão com açúcar.

DMS/coluna = 4,13 (letras minúsculas)

DMS/linha = 4,76 (letras maiúsculas)

DMS - desvio mínimo significativo

4.4.6- Açúcares redutores

Na análise de variância (Anexo L) nota-se variação significativa ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de F entre tratamentos, entre períodos de tempo e na interação tratamento x período de tempo. Ao se aplicar o teste de Tuckey ao nível de 5 % (Tabelas 15 e 16) constata-se que existe uma tendência de manutenção dos açúcares redutores embora existam oscilações significativas ao longo do período de armazenamento. Este fato pode ser mais bem observado na Figura 20. Este resultado diverge dos resultados encontrados por RIGHETTO que obteve um leve decréscimo de açúcares redutores em suco de maracujá puro e adoçado ao longo de 8 meses de armazenamento.

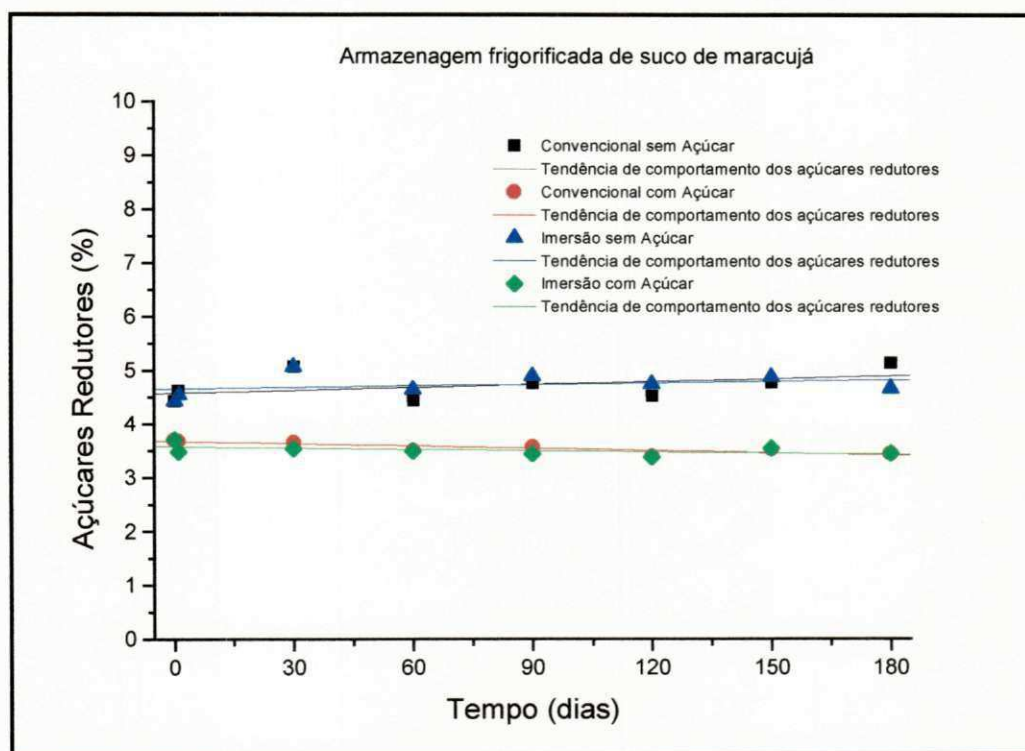


Figura 20 – Variação de açúcares redutores em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6 °C para diferentes técnicas de congelamento.

Tabela 15 – Comparação entre as médias de açúcares redutores (%) para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo.

Médias Tratamento	Tempo (dias)	Médias tempo
T ₁ 4,7664 a	0	4,0861 bc
T ₂ 3,5468 b	30	4,3382 a
T ₃ 4,7788 a	60	4,0228 c
T ₄ 3,4852 b	90	4,1730 b
	120	4,0215 c
	150	4,1873 b
	180	4,1813 b

DMS1= 0,0786

MG = 4,1443

DMS2= 0,1199

CV %= 2,3192

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5 % de probabilidade.

T₁- Congelamento a -22,6 °C sem açúcar; T₂- Congelamento a -22,6 °C com açúcar;

T₃- Congelamento a -196 °C sem açúcar; T₄- Congelamento a -196 °C com açúcar.

MG- média geral; CV- coeficiente de variação e DMS- desvio mínimo significativo.

Tabela 16 – Valores médios de açúcares redutores para a interação tratamento x período de tempo.

Trat.	Açúcares Redutores (%)						
	Tempo (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
1- CSA	a 4,62 BC	a 5,07 A	a 4,44 C	a 4,77 B	a 4,55 BC	a 4,78 B	a 5,14 A
2- CCA	b 3,68 A	b 3,66 A	b 3,50 AB	b 3,58 AB	b 3,39 B	b 3,54 AB	c 3,46 AB
3- ISA	a 4,55 C	a 5,07 A	a 4,64 C	a 4,89 AB	a 4,75 BC	a 4,88 AB	b 4,67 BC
4- ICA	b 3,49 A	b 3,55 A	b 3,50 A	b 3,45 A	b 3,39 AB	b 3,56 A	c 3,46 A

Obs.: Médias de 3 repetições

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

1- Convencional sem açúcar; 2- Convencional com açúcar; 3- Imersão sem açúcar; 4-Imersão com açúcar.

DMS/coluna = 0,21 (letras minúsculas)

DMS/linha = 0,24 (letras maiúsculas)

DMS - desvio mínimo significativo

4.4.7- Sacarose

Na análise de variância (Anexo M) nota-se diferenças significativas ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de F entre os tratamentos e para a interação tratamento x período de tempo e para o fator período de tempo as diferenças significativas estão ao nível de 5 % de probabilidade.

Aplicando-se teste de Tuckey ao nível de 5 % (Tabelas 17 e 18) percebe-se que entre tratamentos a diferença ocorreu apenas devido à adição de açúcar, não importando para este parâmetro o tipo de congelamento aplicado. Em relação ao tempo de armazenamento, nota-se que houve estabilidade nos tratamentos sem açúcar (1 e 3) durante todo o período de armazenamento, enquanto que nos tratamentos com açúcar houve oscilações de valores. Este fato pode ser atribuído à falta de uma perfeita homogeneização do suco adoçado durante o empacotamento, uma vez que entre o valor inicial e final não existem diferenças significativas no teor de sacarose. Estes fatos podem ser mais bem observados na Figura 21.

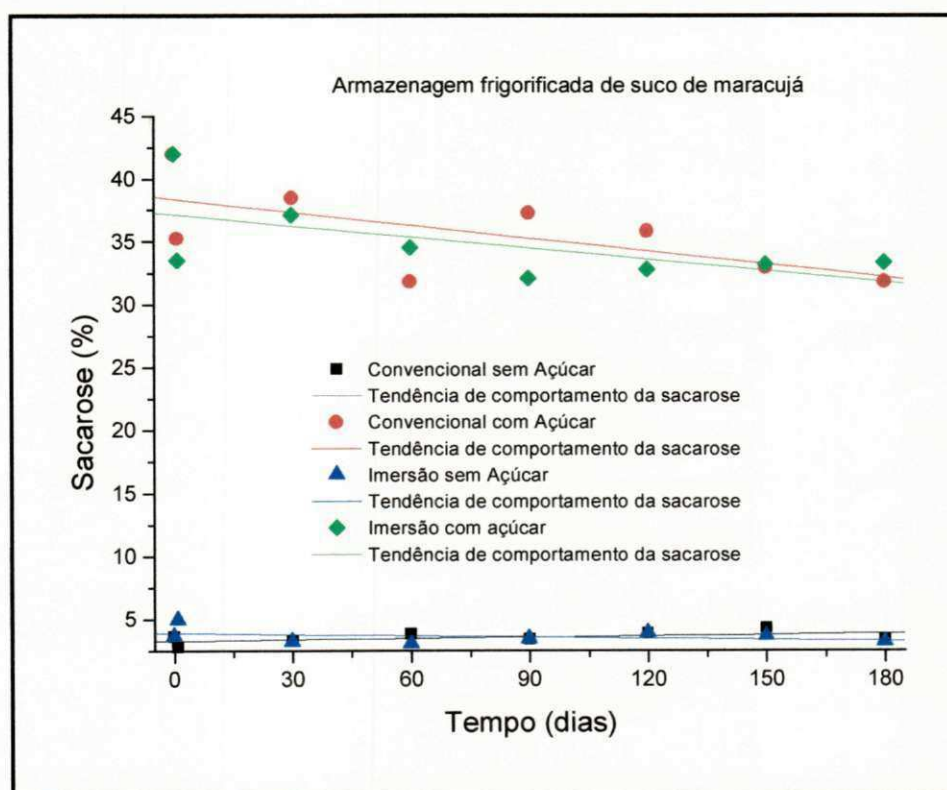


Figura 21- Variação de sacarose em suco de maracujá ao longo do armazenamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ para diferentes técnicas de congelamento

Tabela 17 – Comparação entre as médias de sacarose (%) para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo.

Médias Tratamento	Tempo (dias)	Médias tempo
T ₁ 3,5293 b	0	19,1273 ab
T ₂ 34,7548 a	30	20,5036 a
T ₃ 3,6206 b	60	18,2745 ab
T ₄ 33,7925 a	90	19,0484 ab
	120	19,0856 ab
	150	18,5059 ab
	180	17,9248 b
DMS1= 1,4811		DMS2= 2,2595
MG = 18,9243		CV %= 9,5711

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5 % de probabilidade.

T₁- Congelamento a -22,6 °C sem açúcar; T₂- Congelamento a -22,6 °C com açúcar;

T₃- Congelamento a -196 °C sem açúcar; T₄- Congelamento a -196 °C com açúcar.

MG- média geral; CV- coeficiente de variação e DMS- desvio mínimo significativo.

Tabela 18 – Valores médios de sacarose para a interação tratamento x período de tempo.

Trat.	Sacarose (%)																				
	Tempo (dias)																				
	0		30		60		90		120		150		180								
1- CSA	b	2,80	A	b	3,25	A	b	3,78	A	c	3,42	A	b	3,83	A	b	4,29	A	b	3,35	A
2- CCA	a	35,24	ABC	a	38,44	A	a	31,80	C	a	37,26	AB	a	35,85	ABC	a	32,90	BC	a	31,79	C
3- ISA	b	4,96	A	b	3,21	A	b	3,03	A	c	3,41	A	b	3,90	A	b	3,65	A	b	3,19	A
4- ICA	a	33,52	AB	a	37,11	A	a	34,49	AB	b	32,10	B	a	32,77	AB	a	33,19	AB	a	33,37	AB

Obs.: Médias de 3 repetições

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

1- Convencional sem açúcar; 2- Convencional com açúcar; 3- Imersão sem açúcar; 4- Imersão com açúcar.

DMS/coluna = 3,92 (letras minúsculas)

DMS/linha = 4,52 (letras maiúsculas)

DMS - desvio mínimo significativo

4.5- Análise sensorial

4.5.1- Aparência

Imediatamente após o congelamento observou-se que houve uma redução de 4,63 % na aparência para o tratamento 1 e de 3,75 % para o tratamento 3 e de 0,91 % no tratamento 4, porém houve aumento de 7,11 % no tratamento 2.

Observando-se a análise de variância (Anexo N), nota-se que existe uma diferença significativa ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de F entre tratamentos e para interação tratamento x período de tempo e ao nível de 5 % de probabilidade para o fator período de tempo. Aplicando-se o teste de Tuckey a 5 % de probabilidade para comparação entre médias (Tabela 19), constata-se que os tratamentos 1 e 3 (ambos sem açúcar) apresentaram médias estatisticamente superiores aos tratamentos 2 e 4 (ambos com açúcar), porém não diferindo entre métodos de congelamento por imersão em nitrogênio líquido e convencional a $-22,6$ °C.

Em relação à interação tratamento x período de tempo, os tratamentos 1, 2 e 4 apresentaram aparência estável em todo o período de armazenamento. Houve diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade na interação tratamento x período de tempo (Tabela 20) apenas na aparência do suco para o tratamento 3 (congelamento a -196 °C sem açúcar), porém observando-se os valores nos períodos de 0 e 180 dias percebe-se que eles são estatisticamente iguais, podendo portanto considerar os valores de aparência estáveis. As médias obtidas para a aparência neste tratamento variaram de 7,7 no início do armazenamento a 6,53 aos 180 dias. As amostras deste tratamento apresentaram “coágulos” superficiais. É interessante notar na Tabela 20 e na Figura 22 que no início do armazenamento a aparência dos sucos puro e adoçado partiram de valores distanciados, o sucos adoçados com média em torno de 6,63 e os suco puros em torno de 7,67, chegando ao final do armazenamento com valores médios 6,35 e 6,78 respectivamente, ou seja, houve uma maior perda na aparência para os tratamentos sem açúcar embora este ainda continuasse com o maior conceito de preferência mesmo não sendo diferentes estatisticamente.

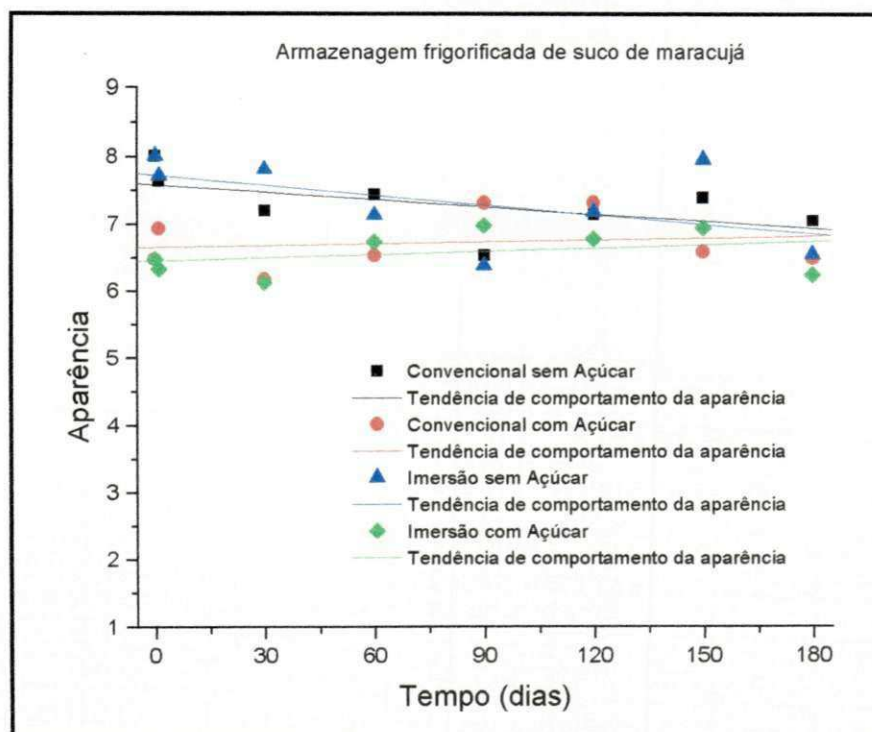


Figura 22 - Variação da aparência em suco de maracujá ao longo do armazenamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ para diferentes técnicas de congelamento

Tabela 19 – Comparação entre as médias da aparência para as diferentes técnicas de congelamento e para diferentes períodos de tempo.

Médias Tratamento	Tempo (dias)	Médias tempo
T ₁ 7,1905 a	0	7,1500 ab
T ₂ 6,7524 b	30	6,8250 ab
T ₃ 7,2333 a	60	6,9583 ab
T ₄ 6,5857 b	90	6,7917 ab
	120	7,0917 ab
	150	7,2000 a
	180	6,5667 b

DMS1= 0,4081

MG = 6,9405

DMS2= 0,6197

CV %= 23,3442

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5 % de probabilidade.

T₁- Congelamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ sem açúcar; T₂- Congelamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ com açúcar;

T₃- Congelamento a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ sem açúcar; T₄- Congelamento a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ com açúcar.

MG- média geral; CV- coeficiente de variação e DMS- desvio mínimo significativo.

Tabela 20 – Valores médios de aparência para a interação tratamento x período de tempo.

Trat.	Aparência (1-9)						
	Tempo (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
1- CSA	a 7,63 A	ab 7,20 A	a 7,43 A	a 6,53 A	a 7,13 A	ab 7,37 A	a 7,03 A
2- CCA	ab 6,93 A	b 6,17 A	a 6,53 A	a 7,30 A	a 7,30 A	b 6,57 A	a 6,47 A
3- ISA	a 7,70 AB	a 7,80 A	a 7,13 ABC	a 6,37 C	a 7,17 ABC	a 7,93 A	a 6,53 BC
4- ICA	b 6,33 A	b 6,13 A	a 6,73 A	a 6,97 A	a 6,77 A	ab 6,93 A	a 6,23 A

Obs.: Médias de 30 repetições.

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

1- Convencional sem açúcar; 2- Convencional com açúcar; 3- Imersão sem açúcar; 4-Imersão com açúcar.

DMS/coluna = 1,08 (letras minúsculas)

DMS/linha = 1,24 (letras maiúsculas)

DMS - desvio mínimo significativo

4.5.2 - Cor

Imediatamente após o congelamento observou-se que houve uma redução de 2,94% na cor para o tratamento 1, de 5,39 % para o tratamento 3 e de 2,48% no tratamento 4, porém houve aumento de 3,79 % no tratamento 2.

Pela análise de variância (Anexo O) verifica-se que houve diferenças significativas na cor ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F entre tratamentos, porém não houve diferenças significativas para o fator período de tempo e na interação tratamento x período de tempo.

Aplicando-se o teste de Tuckey a 5% de probabilidade (Tabelas 21 e 22), percebeu-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos, ficando estas diferenças evidenciadas ao longo dos 180 dias de armazenamento com algumas exceções. Obtiveram-se valores mais baixos do parâmetro cor para os tratamentos 2 e 4 (com açúcar). As médias obtidas para a cor dos tratamentos sem açúcar ficaram dentro do nível “gostei muito”, enquanto que os tratamentos com açúcar ficaram dentro do nível “gostei regularmente”. Entre os valores obtidos para a cor, em relação aos métodos de congelamento a $-22,6^{\circ}\text{C}$ e -196°C , não houve diferenças estatísticas. Ao longo do período de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram estabilidade estatística para o parâmetro cor, conforme pode ser observado na Figura 23.

Os dados observados por RIGHETTO (1996) ao analisar objetivamente a cor do suco de maracujá amarelo, não denotaram variação deste atributo em suco adoçado durante 8 meses armazenamento, enquanto que no suco puro, foi encontrada uma redução linear. Mesmo se tratando de análises diferentes, observa-se que os resultados são semelhantes aos obtidos no presente trabalho.

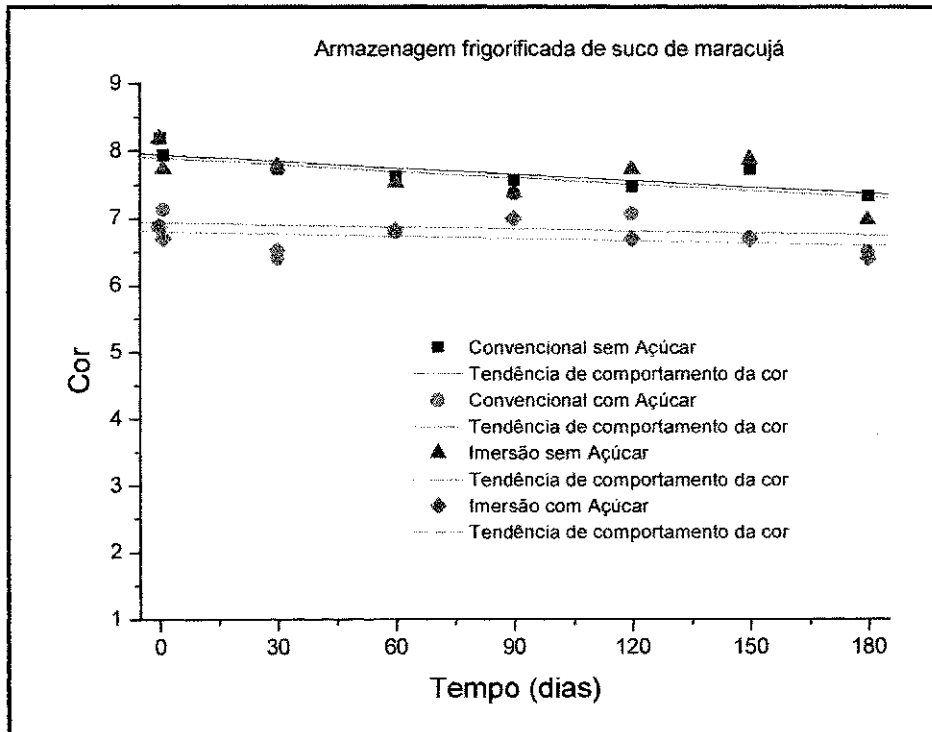


Figura 23 -Variação da cor em suco de maracujá ao longo do armazenamento a -22,6 °C para diferentes técnicas de congelamento

Tabela 21 – Comparação entre as médias de cor para as diferentes técnicas de congelamento e para diferentes períodos de tempo.

Médias Tratamento	Tempo (dias)	Médias tempo
T ₁ 7,6286 a	0	7,3750 a
T ₂ 6,8524 b	30	7,1083 a
T ₃ 7,5667 a	60	7,2000 a
T ₄ 6,6952 b	90	7,3250 a
	120	7,2417 a
	150	7,2500 a
	180	6,8000 a

DMS1= 0,3787

MG = 7,1857

DMS2= 0,5751

CV %= 20,9253

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5 % de probabilidade.

T₁- Congelamento a -22,6 °C sem açúcar; T₂- Congelamento a -22,6 °C com açúcar;

T₃- Congelamento a -196 °C sem açúcar; T₄- Congelamento a -196 °C com açúcar.

MG- média geral; CV- coeficiente de variação e DMS- desvio mínimo significativo.

Tabela 22- Valores médios da cor para a interação tratamento x período de tempo.

Trat.	Cor (1-9)						
	Tempo (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
1- CSA	a 7,93 A	a 7,73 A	a 7,63 A	a 7,57 A	ab 7,47 A	a 7,73 A	a 7,33 A
2- CCA	ab 7,13 A	b 6,40 A	a 6,8 A	a 7,37 A	ab 7,07 A	b 6,70 A	a 6,50 A
3- ISA	a 7,73 A	a 7,77 A	a 7,53 A	a 7,37 A	a 7,73 A	a 7,87 A	a 6,97 A
4- ICA	b 6,70 A	b 6,53 A	a 6,83 A	a 7,00 A	b 6,70 A	b 6,70 A	a 6,40 A

Obs.: Médias de 30 repetições

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

1- Convencional sem açúcar; 2- Convencional com açúcar; 3- Imersão sem açúcar; 4- Imersão com açúcar.

DMS/coluna = 1,00 (letras minúsculas)

DMS/linha = 1,15 (letras maiúsculas)

DMS - desvio mínimo significativo

4.5.3- Odor

Imediatamente após o congelamento observou-se que houve uma redução de valores para o parâmetro odor em todos os tratamentos, sendo estas de 5,80 %; 0,57 %; 9,04 % e 3,44 % para os tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Por meio da análise de variância (Anexo P) verificam-se diferenças significativas ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de F entre tratamentos, ao nível de 5 % de probabilidade para o fator tempo, mas não houve diferenças significativas para interação tratamento x período de tempo.

Obtiveram-se valores mais baixos das médias gerais do parâmetro odor para os tratamentos 2 e 4 (com açúcar) conforme pode ser observado na Tabela 23. As médias obtidas para odor dos tratamentos sem açúcar ficaram entre os conceitos “gostei muito” e “gostei regularmente”, enquanto que os tratamentos com açúcar ficaram dentro do nível “gostei ligeiramente” e “gostei regularmente”. Entre os valores obtidos para o odor em relação aos métodos de congelamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ não houve diferenças estatísticas. Ao longo do período de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram estabilidade estatística para o parâmetro odor, conforme pode ser observado na Tabela 24.

Na Figura 24 verifica-se um maior declínio do odor, aos 180 dias de armazenamento, nos tratamentos sem açúcar (1 e 3) em relação aos tratamentos com açúcar (2 e 4), o que pode ser comparado aos resultados encontrados por RIGHETTO (1996) que observou uma retenção de 33 % do aroma do suco de maracujá amarelo adoçado estocado por 8 meses, enquanto que o suco puro perdeu seu aroma totalmente.

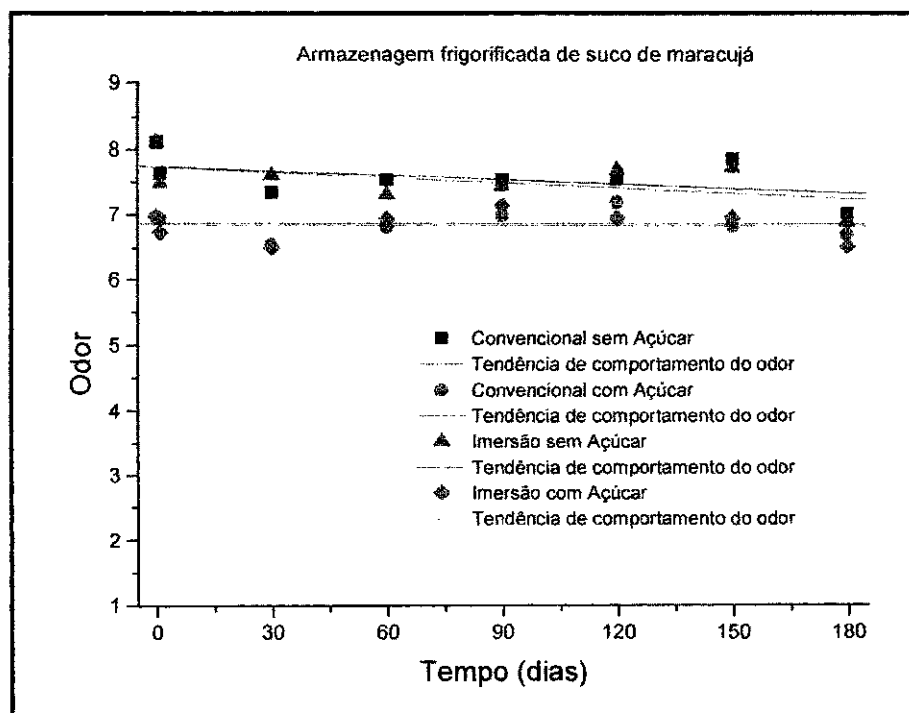


Figura 24 – Variação do odor em suco de maracujá ao longo do armazenamento a $-22,6^{\circ}\text{C}$ para diferentes técnicas de congelamento.

Tabela 23 – Comparação entre as médias de odor para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo.

Médias Tratamento	Tempo (dias)	Médias tempo
7,4857 a	0	7,1917 a
6,8381 b	30	6,9917 a
7,4333 a	60	7,1417 a
6,8095 b	90	7,2667 a
	120	7,3250 a
	150	7,3167 a
	180	6,7583 a

DMS1= 0,3758

MG = 7,1417

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5 % de probabilidade.

T₁- Congelamento a $-22,6^{\circ}\text{C}$ sem açúcar; T₂- Congelamento a $-22,6^{\circ}\text{C}$ com açúcar;

T₃- Congelamento a -196°C sem açúcar; T₄- Congelamento a -196°C com açúcar.

MG- média geral; CV- coeficiente de variação e DMS- desvio mínimo significativo.

DMS2= 0,5707

CV %= 20,8919

Tabela 24- Valores médios de odor para a interação tratamento x período de tempo.

Trat.	Odor (1-9)						
	Tempo (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
1- CSA	a 7,63 A	ab 7,33 A	a 7,53 A	a 7,53 A	a 7,53 A	a 7,83 A	a 7,00 A
2- CCA	a 6,93 A	b 6,53 A	a 6,80 A	a 6,97 A	a 7,17 A	b 6,80 A	a 6,67 A
3- ISA	a 7,47 A	a 7,60 A	a 7,30 A	a 7,43 A	a 7,67 A	ab 7,70 A	a 6,87 A
4- ICA	a 6,73 A	b 6,50 A	a 6,93 A	a 7,13 A	a 6,93 A	ab 6,93 A	a 6,50 A

Obs.: Médias de 30 repetições

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

1- Convencional sem açúcar; 2- Convencional com açúcar; 3- Imersão sem açúcar; 4-Imersão com açúcar.

DMS/coluna = 0,99 (letras minúsculas)

DMS/linha = 1,14 (letras maiúsculas)

DMS - desvio mínimo significativo

4.5.4- Sabor

Imediatamente após o congelamento observou-se que houve uma redução de valores para o parâmetro sabor nos tratamentos 2 e 4, sendo estas de 3,12% e 7,04% respectivamente. No tratamento 1 houve um aumento do valor do sabor de 2,08% e no tratamento 2 não houve alteração.

Conforme a análise de variância (Anexo Q) verifica-se que houve diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F apenas entre tratamentos, não se encontrando diferenças significativas para a interação tratamento x período de tempo e também para o fator período de tempo.

Estatisticamente as médias gerais dos tratamentos com açúcar e sem açúcar (Tabela 25) diferiram significativamente, sendo o sabor do suco puro ligeiramente superior ao sabor do suco adoçado. Esta observação pode ser constatada na Figura 25 e na Tabela 26. Valores médios obtidos para o sabor dos sucos puros tenderam ao conceito “gostei muito”, enquanto que os valores obtidos para os sucos adoçados ficaram próximos ao conceito “gostei regularmente”.

RIGHETTO (1996) obteve para sucos de maracujá puro e adoçado, armazenados sob temperaturas de -7 a -24°C intensidade inicial de sabor maracujá iguais, o que concorda com os valores obtidos antes do congelamento no presente trabalho. O mesmo autor comenta que no segundo e quarto mês o suco puro obteve melhores resultados e a partir de 6 meses de armazenamento a retenção do sabor no suco adoçado foi superior ao suco puro.

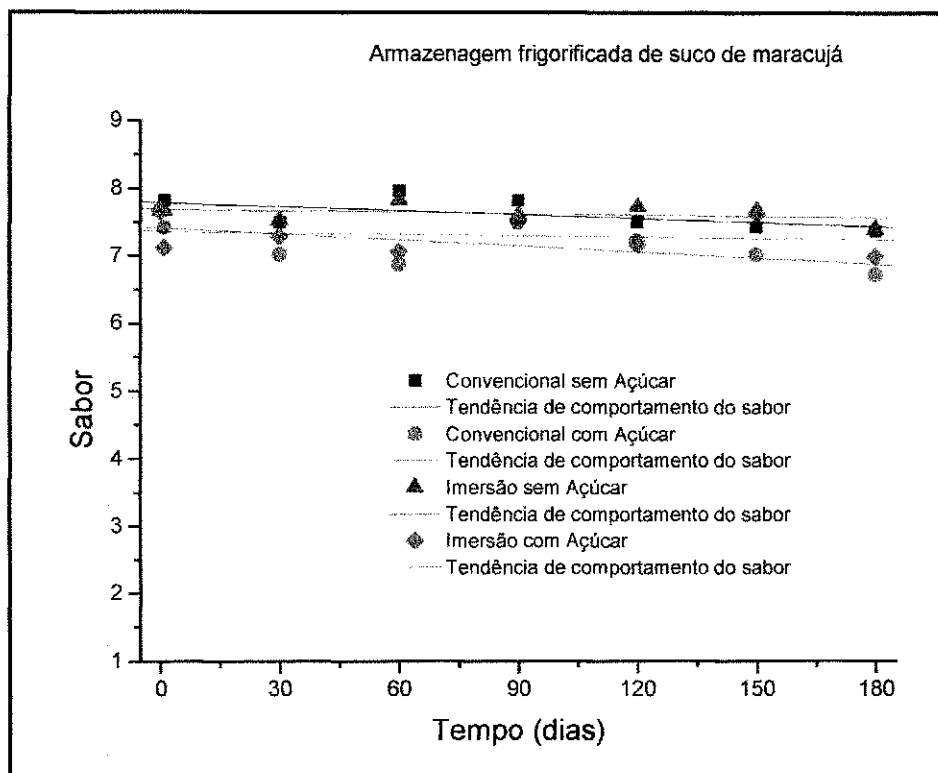


Figura 25- Variação do sabor em suco de maracujá ao longo do armazenamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ para diferentes técnicas de congelamento

Tabela 25 – Comparação entre as médias de sabor para as diferentes técnicas de congelamento e para os diferentes períodos de tempo.

Médias Tratamento	Tempo (dias)	Médias tempo
T ₁ 7,6333 a	0	7,5167 a
T ₂ 7,1190 b	30	7,3417 a
T ₃ 7,6333 a	60	7,4333 a
T ₄ 7,2619 b	90	7,6167 a
	120	7,4083 a
	150	7,4417 a
	180	7,1250 a

DMS1= 0,3533

MG = 7,4119

DMS2 = 0,5365

CV % = 18,9246

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5 % de probabilidade.

T₁- Congelamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ sem açúcar; T₂- Congelamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ com açúcar;

T₃- Congelamento a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ sem açúcar; T₄- Congelamento a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ com açúcar.

MG- média geral; CV- coeficiente de variação e DMS- desvio mínimo significativo.

Tabela 26- Valores médios de sabor para a interação tratamento x período de tempo.

Trat.	Sabor (1-9)						
	Tempo (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
1- CSA	a 7,83 A	a 7,50 A	a 7,97 A	a 7,83 A	a 7,50 A	a 7,43 A	a 7,37 A
2- CCA	a 7,43 A	a 7,03 A	b 6,87 A	a 7,50 A	a 7,23 A	a 7,03 A	a 6,73 A
3- ISA	a 7,67 A	a 7,53 A	a 7,83 A	a 7,60 A	a 7,73 A	a 7,67 A	a 7,40 A
4- ICA	a 7,13 A	a 7,30 A	ab 7,07 A	a 7,53 A	a 7,17 A	a 7,63 A	a 7,00 A

Obs.: Médias de 30 repetições

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

1- Convencional sem açúcar; 2- Convencional com açúcar; 3- Imersão sem açúcar; 4-Imersão com açúcar.

DMS/coluna = 0,93 (letras minúsculas)

DMS/linha = 1,07 (letras maiúsculas)

DMS - desvio mínimo significativo

5- CONCLUSÃO

Neste trabalho, onde se estudou as alterações físico-químicas e sensoriais do suco de maracujá, puro e adoçado, submetidos a 2 métodos iniciais de congelamento, a $-22,6^{\circ}\text{C}$ e a -196°C , ao longo de um período de 180 dias de armazenamento frigorificado, concluiu-se, primeiramente em relação às características físicas do fruto e do suco e do rendimento do maracujá processado, que:

- O comprimento, diâmetro e massa médios dos frutos foram de 77,82 mm, 62,45 mm e 135,57 g, respectivamente;
- a densidade média do suco foi de $1,0625\text{ g/cm}^3$ e $1,1925\text{ g/cm}^3$ respectivamente para os sucos puro e adoçado, e a umidade 84,85 e 53,2 % em base úmida, respectivamente;
- o rendimento obtido com o processamento do maracujá foi e 30,98 % para o suco puro e 31,10% para suco adoçado.

Quanto à cinética de congelamento dos sucos puro e adoçado:

- Para os sucos congelados a $-22,6^{\circ}\text{C}$ as fases de resfriamento, cristalização e pós-congelamento foram respectivamente de 1200, 5700 e 14400 segundos, para o suco puro e de 1500, 5700 e 14100 segundos para o suco adoçado.
- Para os sucos congelados a -196°C as fases de resfriamento, cristalização e pós-congelamento foram de 60, 20, e 190 segundos para o suco puro e 40, 30 e 300 segundos para o suco adoçado.
- Para os sucos congelados a $-22,6^{\circ}\text{C}$ a difusividade térmica efetiva média considerando-se os estágios 1 e 3 foi de $0,54\text{mm}^2.\text{s}^{-1}$ para o suco puro e de $0,25\text{ mm}^2.\text{s}^{-1}$ para o suco adoçado.
- Para os sucos congelados a -196°C a difusividade térmica efetiva média considerando-se os estágios 1 e 3 foi de $30,81\text{ mm}^2.\text{s}^{-1}$ para o suco puro e $26,21\text{ mm}^2.\text{s}^{-1}$ para o suco adoçado.

Relativo ao comportamento físico-químico e sensorial dos sucos:

- os métodos de congelamento não interferiram na estabilidade do ácido ascórbico durante o armazenamento, ou seja, permaneceram com teores estáveis embora diferentes entre os tratamentos;
- existe uma tendência nos tratamentos de manutenção da acidez ao longo da armazenagem frigorificada;
- o pH variou de 2,82 a 2,84 entre os tratamentos. os quais são considerados quimicamente estáveis;
- os sucos de maracujá, puro e adoçado, apresentaram uma tendência de redução dos sólidos solúveis ao longo dos 180 dias de armazenamento. O teor de sólidos solúveis encontrado para o suco de maracujá puro variou de 14,04 °Brix no início do congelamento a 13,49 °Brix no final do período.
- os açúcares totais e não redutores dos dois tratamentos sem açúcar e do tratamento imersão com açúcar mantiveram-se estáveis durante o armazenamento, enquanto que no tratamento convencional com açúcar houve uma tendência a redução destes parâmetros;
- os açúcares redutores se mantiveram de um modo geral estáveis e não sofreram influência dos métodos de congelamento;
- a análise sensorial resultou numa preferência, quanto a aparência, pelo suco sem açúcar, independente do método de congelamento, tendendo esta preferência a desaparecer no final do período;
- a preferência dos provadores quanto a cor, foi pelo suco sem açúcar, independente dos métodos de congelamento;
- quanto ao sabor, todos os tratamentos obtiveram igual preferência por parte dos provadores.
- o congelamento inicial feito com nitrogênio líquido e no freezer doméstico a $-22,6^{\circ}\text{C}$ não influenciaram na qualidade do produto ao longo do armazenamento.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMER, M.I.; RUBIOLO, A.C. Influencia del proceso de congelacion en la variacion de la vitamina C durante el almacenamiento de frutillas congeladas. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 2, 1998, Bahia Blanca (Bs.As.) - Argentina, **Anais...** Bahia Blanca: Palpiquei, 1998. (Publicação em CD Rom).

ANÔNIMO. Cryogeny: a system adapted for specific needs. *Food Science Technology and Agriculture. Resumos*, v.12, n.1969, 92-09-E0021, 1992.

ARAÚJO, C.M.; GAVA, A.J.; MAIA, P.C.B. Características industriais do maracujá e maturação do fruto. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos – s.l.**, n.21, p.35, set., 1972.

ASKAR, A. Quality changes during growing, postharvest treatments and storage practices **Fruit Processing**, Hachemburg, Germany, v.8, n.6, p.226-231, jun, 1998.

ASKAR, A. Importance and characteristics of tropical fruits. **Fruit Processing**, Hachemburg, Germany, v.8, n.7, p.273-276, jul., 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.). **Official methods of analysis**. Arlington: Williams, S. (Ed.) 14ed., 1984. 1141p.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M.N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu Editora, 1998, 316p.

BAKKER, W. Flavor - food matrix interactions. In: GAONKAR, A.G. **Ingredients Interactions**. New York: Marcel Dekker, Inc., 1995. cap.4, p.421-426.

- BENASSI, M.T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**. Campinas: UNICAMP, 1990. 159p. (Tese de Mestrado em Tecnologia de Alimentos).
- BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Varela, 1992, p.121-122.
- CABRAL, L.M.C; FURTADO, A.P.L. Polpa e suco de frutas. In: SEBRAE-EMBRAPA (PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA). **Curso de processamento de frutas**. Brasília: *s.d.*, cap.4.3, p.74-83.
- CALVELO F., A. Modelado matemático de la refrigeracion de alimentos. In: KASAHARA, G. I. **Tópicos en transferencia de calor y propiedades termofísicas en: refrigeracion e congelacion de alimentos**. Santiago de Chile: Maval, 1986, cap.5, p.111-132.
- CAMPOS, S.D.S. Controle de qualidade: padrões para produtos de frutas tropicais. In: **Frutas Tropicais: Aspectos tecnológicos**. Campinas: ITAL, 1980, v.5, n.10, cap.4: p.145-198.
- CARLE, R. Fruit preparations – Possibilities and limitations of diversification for the fruit juice industry. **Fruit Processing**, Hachemburg, Germany, v.7, n.8, p.299-306, ago., 1997.
- CARLE, R. Cloud stability of pulp-containing tropical fruit nectars. **Fruit Processing**, Hachemburg, Germany, v.8, n.7, p.266-272, jul., 1998.
- CARVALHO, R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990, 121p.
- CECCHI, H.M. **Pigmentos, vitamina A e outras propriedades físicas, químicas e sensoriais de sucos de caju e maracujá**. Campinas: UNICAMP, 1978. 98p. (Tese de Mestrado em Ciência de Alimentos).

CHAVES, J.B.P. **Análise sensorial: Histórico e desenvolvimento**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1993, 31p.

CHEN, C.; KUO, M.; HWANG, L.S.; WU, J.S.; WU, C. Headspace components of passion fruit juice. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.30, n.6, p.1211-1215, nov.-dez., 1982.

CRANK, J. **The mathematics of diffusion**. Oxford: Clarendon Press, 1975.

CZYHRINCIW, N. Tropical fruit technology. **Advances in Food Research**, New York, v.17, p.153-208, 1969.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1994. 652p.

FAPEP – SINE/PB (FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DA PARAÍBA – SISTEMA NACIONAL DE EMPREGO). **Curso de tecnologia de industrialização de polpas**. João Pessoa, nov., 1997. 24p.

FERNADES, Z.F.; MAIA, G.A. Aproveitamento dos resíduos industriais do maracujá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 8, 1985, Itabuna/Ilhéus. **Resumos...Ilhéus SBCTA**, 1985. p.90.

FERREIRA, V.L.P.; FRANCIS, F.J.; YOTSUYANAGI, K. Cor e carotenóides totais do suco de maracujá (*Passiflora edulis*, Sims.). **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p.50-58, jan./jun., 1989.

FIKIN, A.; GEGOV, Ya.; KALINOV, V. Comparative technological studies of peas treated by various freezing and storage methods. **Food Science Technology and Agriculture**, Chicago, v.9, n.11, p.96, 1977.

GARRUTI, D.S. **“Contribuição ao estudo da estabilização física do suco de maracujá integral (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.)**. Campinas: UNICAMP, 1989. 198p. (Tese de Mestrado em Tecnologia de Alimentos).

GAVA, A.J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. Rio de Janeiro: Nobel, 1988.

GEIDA-FCFPTA. **Aspectos tecnológicos de alguns produtos agropecuários de interesse na áreas de irrigação do Nordeste: Maracujá**. Campinas, 1971. 67p.

GRUDA, Z.; POSTOLSKI, J. **Tecnología de la congelación de los alimentos**. Trad. de Jaime Esaín Escobar. Zaragoza: Editorial Acribia, 1986. 631p.

HERRMAN, K. **Alimentos Congelados: Tecnología y comercialización**. Trad. de Carlos Bernaldo de Quirós. Zaragoza: Editorial Acribia, 1976. 285p.

HOFSSOMMER, H.J. Determination of anthocyanins and carotenoids in fruit juices. **Fruit Processing**, Hachenburg, Germany, v.5, n.4, p.90-93, abr., 1995.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3^a.ed. São Paulo : Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 533p.

JORDÃO, P.R.; BONNAS, D.S. Aproveitamento da casca do maracujá, como um sub-produto da extração do suco, para fabricação de pectina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14., 1996, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Fruticultura. 1996. p.

KASAHARA, G. I.; GARRIDO, B. F. ; SIMPSON, R. R.; ALDUNARTE, M. M.I.; CORNEJO, F.F. Cinética de congelación y propiedades termofísicas en dos espécies de frutales menores. In: KASAHARA, G.I. **Tópicos em transferência de calor y propiedades termofísicas en: refrigeración y congelacion de alimentos**. Santiago de Chile: Maval, 1986, cap.4, p.81-109.

KEFFORD, J.F.; CHANDLER, B.V. **The chemical constituents of citrus fruits**. New York: Academic Press, 1970, 225p.

- LARA, J.C.C.; SOUZA JÚNIOR, A.J.; FARIA, J.B.; TOCCHINI, R.B.; EIROA, M.N.U.; FERREIRA, V.L.P. **Estudo comparativo das técnicas de esterilização de suco simples de maracujá. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência e tecnologia de Alimentos**, Recife: SBPC, 1974. p.5-6 (SBPC. Boletim informativo, 29)
- LEWIS, M.J. **Propriedades Físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado**. Zaragoza: Acribia, 1993. 494p.
- LINDSAY, R.C. Flavor. In: FENNEMA, O.R. **Química de los Alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. cap.9, p.659-706.
- LIPITOA, S.; ROBERTSON, G.L. The enzymatic extraction of juice from yellow passion fruit pulp. **Tropical Science**, v.19, n.2, p.105-112, 1977.
- MADRID VICENTE, A.; GOMES-PASTRANA RUBIO, J.M.; SANTIAGO REGIDOR, F.; MADRID VICENTE, J.M. **Refrigeracion, congelación y envasado de los alimentos**. Madrid: Iragra, 1994, 277p.
- MAIA, G.A.; OLIVEIRA, G.S.F. de O.; FIGUEIREDO, R.W. **Curso de especialização em tecnologia de processamento de sucos e polpas tropicais: matérias-primas**. Brasília -DF: ABEAS, 1998. v.2., cap.16, p.160-168.
- MENEZES, H.C.; DRAETTA, I.S. Bioquímica. In: **ITAL Frutas tropicais: aspectos tecnológicos**. Campinas: 1980. vol.10, cap.1: p.9-54.
- MEYER, L.H. **Food chemistry**. New York: Reinhold Book Corporation, 1968, p.148-170.
- MORTON, I.D.; MACLEOD, A.J. **Food flavours: The flavour of fruits**. Amsterdam: Elsevier, 1990. v.3. 654p.

- NARAIN, N.; BORA, P.S. Post-harvest changes in some volatile flavour constituents of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Great Britain, v.60, p.529-530, 1992.
- NEBESKY, E.A.; ESSELEN, W.B.; McCONNELL JR., J.E.W.; FELLERS, C.R. Stability of color in fruit juices. **Food Research**, Champaign, Illinois, v.14, n.3, p.261- 274, mai-jun, 1949.
- NEVES FILHO, L.C. **Resfriamento, congelamento e estocagem de alimentos**. São Paulo: IBF/ABRAVA/SINDRATAR, 1991, 176p.
- OTAGAKI, K.K.; MATSUMOTO, H. Nutritive values and utility of passion fruit by-products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.6, n.1, p.54-57. jan., 1958.
- PORETTA, S. Sensory of fruit preparations. **Fruit Processing**, Maribor, Slovenia, v.6, n.12, p.496-502, dez., 1996.
- POST, G. Excellent technology at moderate cost for a premium quality orange juice from concentrate. **Fruit Processing**, Hachenburg, Germany, v.8, n.9, p.367-372, set., 1998.
- PRUTHI, J.S. Physiology, chemistry, and technology of passion fruit. **Advances in Food Research**. New York, v.12, p.203-280, 1963.
- RIGHETTO, A.M. "Estabilidade físico-química e sensorial de suco de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), puro e adoçado, congelado". Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 1996, 107p. (Tese de Mestrado em Ciência de Alimentos).
- RUGGIERO, C. **Maracujá**. Ribeirão Preto: UNESP, 1987. 347p.
- RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A.R.; VOLPE, C.A.; OLIVEIRA, J.C.de. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília-DF: EMBRAPA, 1996. p.23-24.

SAENZ, C.; SEPULVEDA, E.; NAVARRETE, A.; RUSTOM, A. Influence of harvest season on the characteristics of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) and its juice. **Journal of Food Science and Thecnology**, v.30, n.7, p.128-129, jul, 1998.

SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. Postharvest Biotechnology of Fruits. Boca Raton, Flórida: CRC Press, 1984, v.2, p.53-58.

SENDER, S.D.; PAYNE, J.A.; KNIGHT, R.J.; AMIS, A.A. Yield and quality of juice from passion fruit (*Passiflora edulis*), maypops (*P. incarnata*) and tetraploid passion fruit hybrids (*P. edulis* x *P. incarnata*). **Journal of the Science of Food and Agriculture Great Britain**, v.62, p.67-70, 1993.

SÉSSA, M.C.M. Aspectos tecnológicos e caracterização física, físico-química e química do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará 1985. 123p. (Tese de Mestrado em Tecnologia de Alimentos).

SILVA, S.D. **Cor: definição e métodos de medição**. Campinas: ITAL,1973. p.75-85 (ITAL, Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos).

SOUTHGATE, D. Conservación de frutas y hortalizas. Trad. de Pedro Ducar-Maluenda. Zaragoza: Editorial Acribia, 1992. 216p.

SOUZA, G. **Processamento de iogurtes com novos sabores**. Campinas: ITAL, 1977. p.113-130 (ITAL,Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos).

STACK, A. Quality juice processing. **Fruit Processing**, Hachenburg, Germany, v.5, n.1-2, p.6-10, jan.-fev., 1995.

STUDER, A.; DAEPP, H.U.; SUTER, E. **Conservación casera de frutas y hortalizas**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1996. 167p.

TANNENBAUM, S.R.; YOUNG, V.R.; ARCHER, M.C. Vitaminas y minerales. In: FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. cap. 7: p.537-601.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M.; BARBETTA, P.A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1987. 180p. (Série Didática).

TUMA, A.L.S. **Modificações no suco de maracujá reconstituído**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1980. 55p. (Tese de Mestrado em Tecnologia de Alimentos).

UNCTAD-GATT. **The markets for selected exotic fruit products in the United Kingdom, the Federal Republic of Germany, Switzezrland and the Netherlands**. Geneva, 1971.

UYGUN, U.; ACAR, J. Effect of pH, metallic ions and storage temperature on colour and pigment content of cornelian cherry nectar. **Fruit Processing**, Maribor, Slovenia, v.5, n.12, p.398-400, dez., 1995.

VENNING, J.A.; BURNS, D.J.W.; HOSKIN, K.M.; NGUYEN, T.; STEC, G.H. Factors influencing the stability of frozen kiwifruit pulp. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.2, p.396-404, mar.-abr., 1989.

VIEITES, R.L.; BEZERRA, L.P. Efeito do sulfato de cálcio e da embalagem de polietileno, na conservação do maracujá amarelo, armazenado em condições de refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.18, n.2, p.235-243, ago., 1996.

WATT, B.K. The nutritive value of frozen foods. In: DESROSIER, N.W.; TRESSLER, D.K. **Fundamentals of food freezing**. Westport, Conn., AVI Publishing Co., 1977, v.14, p.506-535.

WHISTLER, R.R.; DANIEL, J.R. Carboidratos In: FENNEMA, O.R. **Química de los Alimentos**. Zaragoza: Acribia. 1993. cap.3; p.81-156.

WHITTAKER, D.E. Passion fruit: agronomy, processing and marketing. **Tropical Science**, Londres, v.14, n.1, p.59-77, 1972.

ZADERNOWSKI, R.; MARKIEWICZ, K.; NESTEROWICZ, J.; PIERZYNOWSKA, K.G
Physical and chemical characteristics of pulpy juices. **Fruit Processing**, Hachenburg,
Germany, v.7. n.11, p.441-447, 1997.

ZUROWIETZ, V. The world of senses. **Fruit Processing**, Maribor, Slovenia, v.6, n.6, p.227-231, jun. 1996.

ANEXO A – Ficha utilizada para avaliação da aparência, cor e odor do suco de maracujá puro e adoçado antes do congelamento.

ANÁLISE SENSORIAL DA POLPA DE MARACUJÁ

PROVADOR: _____

DATA: ____/____/____

Você está recebendo 2 amostras de polpa de maracujá. Avalie cada uma delas cuidadosamente apenas nos atributos **aparência, cor e odor**. Utilize a escala abaixo para demonstrar o quanto você gostou ou desgostou. Coloque a nota correspondente na tabela abaixo.

Desgostei muitíssimo	1
Desgostei muito	2
Desgostei regularmente	3
Desgostei ligeiramente	4
Indiferente	5
Gostei ligeiramente	6
Gostei regularmente	7
Gostei muito	8
Gostei muitíssimo	9

ATRIBUTO	Amostra 296	Amostra 452
APARÊNCIA		
COR		
ODOR		

Comentários: _____

ANEXO B – Ficha utilizada para avaliação sensorial do sabor do suco puro e adoçado antes do congelamento.

ANÁLISE SENSORIAL DO SUCO DE MARACUJÁ

PROVADOR: _____

DATA: ____/____/____

Você está recebendo 2 amostras de suco de maracujá. Avalie cada uma delas, apenas no atributo **sabor**. Utilize a escala abaixo para demonstrar o quanto você gostou ou desgostou. Beba água após experimentar cada amostra. Coloque a nota correspondente na tabela abaixo.

- Desgostei muitíssimo 1
- Desgostei muito 2
- Desgostei regularmente 3
- Desgostei ligeiramente 4
- Indiferente 5
- Gostei ligeiramente 6
- Gostei regularmente 7
- Gostei muito 8
- Gostei muitíssimo 9

ATRIBUTO	202	424
sabor		

Comentários:

ANEXO C – Ficha utilizada na avaliação da aparência, cor e aroma do suco de maracujá após o congelamento (tempo 0) e a cada 30 dias.

ANÁLISE SENSORIAL DA POLPA DE MARACUJÁ

PROVADOR: _____
DATA: ____/____/____

Você está recebendo 4 amostras de polpa de maracujá. Avalie cada uma delas cuidadosamente apenas nos atributos **aparência, cor e odor**. Utilize a escala abaixo para demonstrar o quanto você gostou ou desgostou. Coloque a nota correspondente na tabela abaixo.

Desgostei muitíssimo	1
Desgostei muito	2
Desgostei regularmente	3
Desgostei ligeiramente	4
Indiferente	5
Gostei ligeiramente	6
Gostei regularmente	7
Gostei muito	8
Gostei muitíssimo	9

ATRIBUTO	Amostra 202	Amostra 424	Amostra 526	Amostra 192
APARÊNCIA				
COR				
ODOR				

Comentários:

ANEXO D – Ficha utilizada na avaliação do sabor dos sucos de maracujá após o congelamento (tempo 0) e a cada 30 dias.

ANÁLISE SENSORIAL DO SUCO DE MARACUJÁ

PROVADOR: _____
DATA: ____/____/____

Você está recebendo 4 amostras de suco de maracujá. Avalie cada uma delas, apenas no atributo **sabor**. Utilize a escala abaixo para demonstrar o quanto você gostou ou desgostou. Beba água após experimentar cada amostra. Coloque a nota correspondente na tabela abaixo.

Desgostei muitíssimo	1
Desgostei muito	2
Desgostei regularmente	3
Desgostei ligeiramente	4
Indiferente	5
Gostei ligeiramente	6
Gostei regularmente	7
Gostei muito	8
Gostei muitíssimo	9

ATRIBUTO	202	424	526	192
sabor				

Comentários:

ANEXO E

Tabela E1- Temperatura a cada momento, razão de temperatura experimental e calculada obtidas no congelamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ do suco de maracujá puro.

Tempo (segundos)	Temperatura $^{\circ}\text{C}$	*Razão de Temperatura Valores experimentais	**Razão de Temperatura Valores calculados
0	19,9	1,0000	1,0000
300	12,1	0,8143	0,8211
600	5,8	0,6649	0,6741
900	0,8	0,5454	0,5535
1200	-2,3	0,4718	0,4809
1500	-2,8	0,4603	0,4760
1800	-2,8	0,4603	0,4711
2100	-2,8	0,4603	0,4663
2400	-2,8	0,4603	0,4615
2700	-2,7	0,4626	0,4568
3000	-2,8	0,4603	0,4521
3300	-2,9	0,4580	0,4475
3600	-3,2	0,4511	0,4429
3900	-3,2	0,4511	0,4384
4200	-3,5	0,4442	0,4339
4500	-3,8	0,4373	0,4294
4800	-3,9	0,4350	0,4250
5100	-4,1	0,4304	0,4207
5400	-4,4	0,4235	0,4164
5700	-4,8	0,4143	0,4121
6000	-5,2	0,4028	0,4079
6300	-5,7	0,3913	0,4037
6600	-5,9	0,3867	0,3996
6900	-6,4	0,3752	0,3985
7200	-7,1	0,3591	0,3715
7500	-7,7	0,3454	0,3463
7800	-8,6	0,3224	0,3229
8100	-9,4	0,3040	0,3010
8400	-10,6	0,2764	0,2806
8700	-11,3	0,2580	0,2616
9000	-12,1	0,2396	0,2438
9300	-12,7	0,2258	0,2274
9600	-13,3	0,2120	0,2120
9900	-13,9	0,1982	0,1976
10200	-14,5	0,1821	0,1842
10500	-14,6	0,1799	0,1718

Tabela E1 – Continuação

10800	-15,2	0,1662	0,1601
11100	-15,6	0,1569	0,1493
11400	-16,0	0,1477	0,1392
11700	-16,5	0,1362	0,1297
12000	-17,0	0,1223	0,1209
12300	-17,3	0,1155	0,1128
12600	-17,6	0,1086	0,1051
12900	-17,8	0,1040	0,0980
13200	-17,9	0,1017	0,0914
13500	-18,1	0,0971	0,0852
13800	-18,4	0,0902	0,0794
14100	-18,7	0,0833	0,0740
14400	-19,1	0,0741	0,0690
14700	-19,3	0,0695	0,0643
15000	-19,9	0,0557	0,0600
15300	-19,8	0,0580	0,0559
15600	-20,0	0,0511	0,0521
15900	-20,0	0,0511	0,0486
16200	-20,0	0,0511	0,0464
16500	-20,0	0,0511	0,0432
16800	-20,2	0,0465	0,0403
17100	-20,4	0,0419	0,0376
17400	-20,7	0,0350	0,0350
17700	-20,8	0,0327	0,0327
18000	-21,0	0,0281	0,0304
18300	-21,2	0,0235	0,0291
18600	-21,2	0,0235	0,0271
18900	-21,3	0,0212	0,0253
19200	-21,3	0,0212	0,0235
19500	-21,4	0,0189	0,0220
19800	-21,4	0,0189	0,0200
20100	-21,6	0,0143	0,0186
20400	-21,9	0,0074	0,0174
20700	-21,9	0,0074	0,0158
21000	-22,0	0,0051	0,0148
21300	-22,1	0,0028	0,0138

* $RT = (T - T_{\infty}) / (T_i - T_{\infty})$, onde: RT = Razão de temperatura; T = Temperatura em cada momento;

T_{∞} = Temperatura do meio de congelamento; T_i = Temperatura inicial do produto.

** $RT = a_1 \cdot \exp(a_2 \cdot t)$, onde: RT = Razão de temperatura; a_1 = Fator de atraso; a_2 = inclinação da reta (resistência à transferência de calor); t = tempo.

Tabela E2 – Temperatura a cada momento, razão de temperatura experimental e calculada, obtidas no resfriamento e congelamento a $-22,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ do suco de maracujá adoçado.

Tempo (segundos)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	*Razão de Temperatura Valores experimentais	**Razão de Temperatura Valores calculados
0	18,1	1,0000	1,0000
300	12,5	0,8571	0,8454
600	6,2	0,6983	0,7148
900	2,5	0,6045	0,6043
1200	-1,4	0,5056	0,5109
1500	-3,9	0,4431	0,4319
1800	-5,4	0,4040	0,4310
2100	-6,0	0,3910	0,4236
2400	-5,5	0,4014	0,4162
2700	-5,1	0,4118	0,4090
3000	-5,1	0,4118	0,4019
3300	-5,1	0,4118	0,3949
3600	-5,4	0,4040	0,3881
3900	-5,5	0,4014	0,3814
4200	-6,0	0,3910	0,3748
4500	-6,3	0,3832	0,3683
4800	-6,6	0,3754	0,3619
5100	-7,0	0,3650	0,3556
5400	-7,2	0,3597	0,3494
5700	-7,6	0,3493	0,3434
6000	-8,1	0,3363	0,3374
6300	-8,6	0,3233	0,3316
6600	-8,9	0,3155	0,3258
6900	-9,4	0,3051	0,3202
7200	-9,6	0,2998	0,3146
7500	-9,9	0,2920	0,2851
7800	-10,3	0,2816	0,2711
8100	-10,6	0,2738	0,2578
8400	-11,2	0,2582	0,2452
8700	-11,8	0,2426	0,2332
9000	-12,1	0,2347	0,2218
9300	-12,5	0,2243	0,2109
9600	-12,8	0,2165	0,2006
9900	-13,4	0,2035	0,1908
10200	-13,9	0,1905	0,1814
10500	-14,2	0,1827	0,1726
10800	-14,4	0,1775	0,1641

Tabela E2 - Continuação

11100	-14,9	0,1644	0,1561
11400	-15,2	0,1566	0,1484
11700	-15,6	0,1462	0,1412
12000	-15,9	0,1384	0,1343
12300	-16,4	0,1254	0,1277
12600	-16,6	0,1228	0,1214
12900	-17,0	0,1124	0,1155
13200	-17,1	0,1097	0,1098
13500	-17,3	0,1045	0,1045
13800	-17,5	0,0993	0,0993
14100	-17,7	0,0941	0,0945
14400	-18,0	0,0863	0,0899
14700	-18,4	0,0759	0,0855
15000	-18,7	0,0681	0,0813
15300	-18,9	0,0629	0,0773
15600	-18,9	0,0629	0,0735
15900	-19,0	0,0603	0,0699
16200	-19,1	0,0577	0,0676
16500	-19,2	0,0551	0,0643
16800	-19,3	0,0525	0,0612
17100	-19,6	0,0446	0,0582
17400	-19,6	0,0446	0,0553
17700	-19,8	0,0394	0,0526
18000	-20,0	0,0342	0,0500
18300	-20,3	0,0290	0,0484
18600	-20,4	0,0264	0,0460
18900	-20,5	0,0238	0,0438
19200	-20,5	0,0238	0,0416
19500	-20,6	0,0212	0,0396
19800	-20,8	0,0160	0,0370
20100	-20,8	0,0160	0,0352
20400	-21,0	0,0107	0,0335
20700	-21,1	0,0081	0,0313
21000	-21,2	0,0055	0,0298
21300	-21,2	0,0055	0,0283

* $RT = (T - T_{\infty}) / (T_i - T_{\infty})$ Onde: RT = Razão de temperatura; T = Temperatura em cada momento;

T_{∞} = Temperatura do meio de congelamento; T_i = Temperatura inicial do produto.

** $RT = a_1 \cdot \exp(a_2 \cdot t)$, onde: RT = Razão de temperatura; a_1 = Fator de atraso; a_2 = inclinação da reta (resistência à transferência de calor); t = tempo.

Tabela E3 – Temperatura a cada momento, razão de temperatura experimental e calculada, obtidas no congelamento a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ de suco de maracujá puro.

Tempo (segundos)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	*Razão de Temperatura Valores experimentais	**Razão de Temperatura Valores calculados
0	27,8	1,0000	1,0000
10	27,2	0,9972	0,9907
20	25,7	0,9907	0,9815
30	24,1	0,9833	0,9724
40	20,6	0,9677	0,9634
50	18,0	0,9562	0,9545
60	12,5	0,9314	0,9456
70	-5,2	0,8522	0,8006
80	-52,2	0,6419	0,6725
90	-80,3	0,5162	0,5459
100	-100,5	0,4260	0,4517
110	-112,7	0,3713	0,3738
120	-122,0	0,3298	0,3094
130	-129,5	0,2962	0,2560
140	-138,2	0,2571	0,2118
150	-147,9	0,2139	0,1753
160	-158,3	0,1674	0,1451
170	-165,8	0,1338	0,1200
180	-172,3	0,1048	0,0993
190	-179,0	0,0749	0,0822
200	-182,2	0,0606	0,0680
210	-188,2	0,0335	0,0563
220	-192,9	0,0127	0,0466
230	-195,3	0,0017	0,0386
240	-195,4	0,0012	0,0319
250	-195,5	0,0008	0,0264
260	-195,7	0,0000	0,0218

* $RT = (T - T_{\infty}) / (T_i - T_{\infty})$ Onde: RT = Razão de temperatura; T = Temperatura em cada momento; T_{∞} = Temperatura do meio de congelamento; T_i = Temperatura inicial do produto.

** $RT = a_1 * \exp(a_2.t)$, onde: RT = Razão de temperatura; a_1 = Fator de atraso; a_2 = inclinação da reta (resistência à transferência de calor); t = tempo.

Tabela E4 – Temperatura a cada momento, e razão de temperatura experimental e calculada, obtidas no congelamento a $-196,^{\circ}\text{C}$ de suco de maracujá adoçado.

Tempo (segundos)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	*Razão de Temperatura Valores experimentais	**Razão de Temperatura Valores calculados
0	26,7	1,0000	1,0000
10	26,5	0,9990	0,9832
20	23,2	0,9841	0,9667
30	17,8	0,9600	0,9504
40	7,6	0,9139	0,9344
50	-4,2	0,8604	0,8632
60	-15,1	0,8116	0,8056
70	-29,0	0,7488	0,7519
80	-49,8	0,6548	0,6609
90	-70,8	0,5599	0,5470
100	-97,2	0,4408	0,4528
110	-117,0	0,3515	0,3748
120	-127,9	0,3022	0,3102
130	-135,1	0,2697	0,2567
140	-141,4	0,2413	0,2125
150	-147,8	0,2124	0,1759
160	-155,3	0,1785	0,1456
170	-161,7	0,1496	0,1205
180	-167,6	0,1231	0,0998
190	-173,3	0,0975	0,0826
200	-177,4	0,0789	0,0683
210	-181,3	0,0613	0,0566
220	-184,3	0,0478	0,0468
230	-186,7	0,0371	0,0388
240	-188,5	0,0287	0,0321
250	-189,9	0,0227	0,0266
260	-191,0	0,0175	0,0220
270	-192,0	0,0129	0,0182
280	-192,9	0,0092	0,0150
290	-193,3	0,0073	0,0125
300	-193,6	0,0059	0,0103
310	-194,0	0,0040	0,0085
320	-194,1	0,0036	0,0071
330	-194,4	0,0022	0,0059
340	-194,5	0,0017	0,0048
350	-194,6	0,0013	0,0040
360	-194,6	0,0013	0,0033
370	-194,8	0,0003	0,0027

* $RT = (T - T_{\infty}) / (T_1 - T_{\infty})$ Onde: RT = Razão de temperatura; T = Temperatura em cada momento;
 T_{∞} = Temperatura do meio de congelamento; T_1 = Temperatura inicial do produto.

** $RT = a_1 * \exp(a_2.t)$, onde: RT = Razão de temperatura; a_1 = Fator de atraso; a_2 = inclinação da reta
(resistência à transferência de calor); t = tempo.

ANEXO F- Análise de variância de ácido ascórbico para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento.

Análise de Variância				
Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	3	453,3878	151,1293	53,66 **
Tempo	6	82,9310	13,8218	4,91 **
Tratamento x Tempo	18	52,3569	2,9087	1,03 ns
Resíduo	56	157,7266	2,8165	
Total	83	746,4023		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns Não significativo

G.L - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados e Q.M. - Quadrado médio dos desvios

ANEXO G - Análise de variância de acidez para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento.

Análise de Variância				
Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	3	27,4010	9,1337	5575,64 **
Tempo	6	0,1366	0,0228	13,90 **
Tratamento x Tempo	18	0,0805	0,0045	2,73 **
Resíduo	56	0,0917	0,0016	
Total	83	27,7099		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

G.L - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados e Q.M. - Quadrado médio dos desvios

ANEXO H- Análise de variância de pH para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento.

Análise de Variância				
Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	3	0,0049	0,0016	50,37 **
Tempo	6	0,0261	0,0044	134,55 **
Tratamento x Tempo	18	0,0028	0,0002	4,89 **
Resíduo	56	0,0018	0,0000	
Total	83	0,0356		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

G.L - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados e Q.M. - Quadrado médio dos desvios

ANEXO I - Análise de variância de sólidos solúveis para as diferentes técnicas de congelamento função do tempo de armazenamento.

Análise de Variância				
Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	3	16320,8516	5440,2837	565158,75 **
Tempo	6	8,1771	1,3628	141,58 **
Tratamento x Tempo	18	4,9714	0,2762	28,69 **
Resíduo	56	0,5391	0,0096	
Total	83	16334,5391		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

G.L - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados e Q.M. - Quadrado médio dos desvios

ANEXO J- Análise de variância de açúcares totais para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento.

Análise de Variância				
Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	3	20270,3301	6756,7769	1855,25 **
Tempo	6	63,9961	10,6660	2,93 *
Tratamento x Tempo	18	148,9922	8,2773	2,27 *
Resíduo	56	203,9512	3,6420	
Total	83	20687,2695		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados e Q.M. - Quadrado médio dos desvios

ANEXO L - Análise de variância de açúcares redutores para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento.

Análise de Variância				
Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	3	33,1996	11,0665	1197,92 **
Tempo	6	0,8977	0,1496	16,20 **
Tratamento x Tempo	18	1,1431	0,0635	6,87 **
Resíduo	56	0,5173	0,0092	
Total	83	35,7577		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados e Q.M. - Quadrado médio dos desvios

ANEXO M - Análise de variância de sacarose para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento.

Análise de Variância				
Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	3	19800,4570	6600,1523	2011,84 **
Tempo	6	50,0801	8,3467	2,54 *
Tratamento x Tempo	18	136,6973	7,5943	2,31 **
Resíduo	56	183,7168	3,2807	
Total	83	20170,9512		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

G.L - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados e Q.M. - Quadrado médio dos desvios

ANEXO N - Análise de variância de aparência para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento.

Análise de Variância				
Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	3	64,9949	21,6650	8,25 **
Tempo	6	37,1568	6,1928	2,36 *
Trat. x tempo	18	109,3385	6,0744	2,31 **
Resíduo	812	2131,5334	2,6250	
Total	839	2343,0234		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

G.L - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados e Q.M. - Quadrado médio dos desvios

ANEXO Q - Análise de variância de sabor para as diferentes técnicas de congelamento em função do tempo de armazenamento.

Análise de Variância				
Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	3	43,3281	14,4427	7,34 **
Tempo	6	16,9805	2,8301	1,44 ns
Tratamento x Tempo	18	21,5719	1,1984	0,61 ns
Resíduo	812	1597,6000	1,9675	
Total	839	1679,4805		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns Não significativo

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados e Q.M. - Quadrado médio dos desvios