

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SILVANA LICODIEDOFF

**INFLUÊNCIA DO TEOR DE PECTINAS COMERCIAIS NAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DA GELÉIA DE ABACAXI (*Ananas comosus*
(L.) Merrill)**

CURITIBA

2008

SILVANA LICODIEDOFF

INFLUÊNCIA DO TEOR DE PECTINAS COMERCIAIS NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DA GELÉIA DE ABACAXI (*Ananas comosus* (L.) Merrill)

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Arislete Dantas de Aquino


CURITIBA
2008

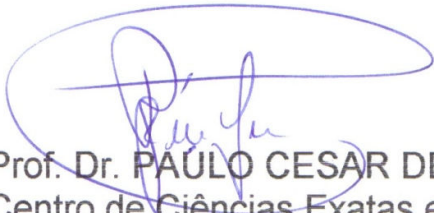
SILVANA LICODIEDOFF

**INFLUÊNCIA DO TEOR DE PECTINAS COMERCIAIS NAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DA
GELÉIA DE ABACAXI (*Ananas comosus* (L.) Merrill)**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:


Orientadora: Prof.^a Dr.^a ARISLETE DANTAS DE AQUINO
Setor de Tecnologia, UFPR


Prof.^a Dr.^a ONELIA APARECIDA ANDREO DOS SANTOS
Centro de Tecnologia, UEM


Prof. Dr. PAULO CESAR DE JESUS
Centro de Ciências Exatas e Naturais, FURB

Curitiba, 28 de março de 2008

Dedico este trabalho,
as pessoas especiais de minha vida,
meu esposo e minha família.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus pela força e a coragem em vencer obstáculos.

Agradeço também a Luciano A. D. Koslowski, meu amor por seu apoio e incentivo em todos os momentos decisivos e importantes para a realização deste trabalho.

A minha família que mesmo longe sempre foi fundamental em toda caminhada de minha vida.

As grandes amigas Rossana Catie Bueno de Godoy que me auxiliou muito nos momentos de aflição. Vânia Cássia Fonseca, amiga irmã e Maria de Fátima O. Negre, por ser a irmã mais velha deste trio. Vocês foram fundamentais em minha caminhada.

Aos grandes amigos que conquistei ao longo desta caminhada, com os quais eu aprendi muito e sempre estenderam a mão quando precisei, o meu Muito Obrigada: Dayane R. Izidoro e Bogdan D. Júnior, Marli da Silva Santos Fabiane Hamerski, Vitor Renan, Humberto B. Júnior, pela boa companhia e amizade, Jocilene de Miranda Marques, pela companhia nos almoços, Sônia Macari, Uriel Vinícius Cotarelli de Andrade, Mauricio Passos, Ivana Saldanha Mikilita, muito obrigado a todos pelos momentos agradáveis e pela amizade.

A todos os colegas de mestrado e doutorado que de uma forma ou de outra compartilharam informações.

A toda coordenação do Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, PhD. Giovani Mocelin, Agnes de Paula Scheer por terem contribuído com o desenvolvimento do curso de manipulação.

À Dr.^a Sônia Cachoeira Stertz, pela amizade e pela simpatia e incentivo para com o meu trabalho, e por ter proporcionado a oportunidade de trabalhar no IX ERSBCTA Encontro Regional de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Ao Prof. Dr. Renato João Sossela de Freitas, Prof^a Dr^a Sônia Maria Chaves Haracemiv, Prof^a Dr^a Nina Waszczyntyj e a Prof^a Dr^a Patrícia Teixeira Padilha da Silva Penteado pelas essenciais dicas, sugestões e colaborações em meu trabalho.

Ao Prof. Henrique Soares Koehler de Estatística por sanar as dúvidas e contribuir com seu conhecimento.

Ao Prof. Ms. Paulo Fontoura, pela amizade, pelos conhecimentos em Análise de Alimentos, e pela paciência em tirar as dúvidas de última hora que surgiam no laboratório. À Maria Iverly dos Santos Rosa pela contribuição para a realização das análises no laboratório.

Ao Sr. Paulo Andrade da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, pelas informações sobre o abacaxi.

A todos os demais professores que de uma forma ou de outra contribuíram para meu aprendizado.

Ao Paulo Roberto Krainski, secretário do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, pela colaboração.

Aos membros da banca de pré-defesa e defesa final por terem aceitado a participar da avaliação deste trabalho.

Às zeladoras, Sueli e Raimunda, pela simpatia e por manterem a organização e a limpeza dos laboratórios e salas de estudo.

A Universidade Federal do Paraná, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, pela acolhida e a CAPES, pelo auxílio financeiro.

A empresa CPKELCO que contribuiu fornecendo as pectinas para a realização dos produtos elaborados.

A Indústria de alimentos Franceses Alimentos pelo apoio e ajuda no desenvolvimento das geléias.

Aos técnicos do laboratório de análises microbiológicas, pela atenção e rapidez com as análises.

Sábio é aquele que encontra
motivos para fazer de cada dia,
uma ocasião especial!

A esperança não é um SONHO,
mas uma maneira de traduzir
seus sonhos em REALIDADE!

Acredite em você!
Você é capaz!

RESUMO

O abacaxi smooth cayenne é uma das frutas tropicais mais populares por seu sabor e aroma agridoce. O processamento, além de estender o período de oferta do produto, visa também o aproveitamento do excedente da produção, a qual se concentra nas épocas de safra. Atenta às expectativas da população a indústria de alimentos busca aprimorar seus produtos para atender às exigências de mercado. Em consonância com a tendência de padronização dos produtos industrializados, a vigilância sanitária estabeleceu que geléia de fruta é o produto obtido pela cocção de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de fruta, com açúcar e água e concentrado até a consistência gelatinosa, podendo sofrer a adição de glicose ou açúcar invertido. Um dos maiores problemas que se observa nas geléias de abacaxi, ofertadas no mercado interno, é a sinérese, tida como a exsudação da água na superfície da geléia. O uso de espessantes pode reduzir a formação de sinérese ao longo do armazenamento. Considerando-se que o abacaxi é uma fruta pobre em pectina fez-se necessário a adição deste aditivo para o seu aproveitamento na obtenção das geléias. O presente trabalho teve por objetivo estudar a influência do teor de pectinas comerciais (com diferentes velocidades de geleificação) nas características físico-químicas e sensoriais da geléia de abacaxi armazenada por seis meses. Para o processamento da geléia de abacaxi, utilizaram-se três tipos de pectinas de alta metoxilação nas concentrações 0,50%; 0,75% e 1,00%. O controle do produto ocorreu por meio da concentração dos sólidos solúveis variando entre 65 a 70°Brix, com pH na faixa de 3,0 a 3,2; parâmetros necessários para a formação do gel. A acidez total titulável e análise de cor por meio do espectrofotômetro também foram avaliadas, assim como a avaliação sensorial. Verificou-se que a pectina de rápida geleificação apresentou os melhores resultados para o pH e sólidos solúveis, menor percentual de líquido liberado (sinérese) e menor escurecimento. O que resultou também na melhor aceitabilidade da geléia. Em função do exposto pode-se recomendar a concentração de 1,00% da pectina de geleificação rápida (105), para a elaboração da geléia de abacaxi.

Palavras-chave: Abacaxi. Sinérese. Pectina.

ABSTRACT

The pineapple smooth cayenne is one of the most popular tropical fruit for its bittersweet flavor. The processing, as well as extending the period of supply of the product, also aims to use the surplus of production, which is concentrated in times of harvest. Given the expectations of consumers, the industry improves its search of food products to achieve the demands of the market. In line with the trend of standardization of industrial products, sanitary surveillance established that fruit jelly is the product obtained by cooking fruit, whole or in pieces, pulp or fruit juice, with sugar and water and concentrate to the gelatinous consistency, with addition of sugars. In pineapple jelly processing, sineresis is the most common problem, characterized by losses of water. The use of thickeners is able to reduce the formation of sineresis during storage. Considering that pectin content of pineapple is low, the addition of this compound is necessary for jelly producing. This work aimed to study the influence of commercial pectins (with different gelification degrees) in physical, chemical and sensory characteristics of pineapple jelly, stored for six months. Three kinds of high metoxilated pectin were used (0.50%, 0.75% and 1.00%). After processing, the final product total soluble solids ranged from 65 to 70°Brix, and pH of 3.0 to 3.2. These parameters are necessary to jelly obtaining. The total titratable acidity and color parameters were also evaluated, as well as sensory evaluation. It was found that the pectin of rapid geleificacion showed the best results for the pH and soluble solids, lower content of liquid released (sineresis) and less darkening. What also resulted in better acceptability of jelly. The results showed that can be recommended the concentration of 1.00% of pectin to pineapple jelly development.

Key-words: Pineapple. Sineresis. Pectin.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CARACTERÍSTICAS DE UM ABACAXIZEIRO.....	24
FIGURA 2 - SISTEMA DE PLANTIO DO ABACAXI.....	24
FIGURA 3 - ABACAXI SMOOTH CAYENNE.....	25
FIGURA 4 - PECTINA DE ALTO TEOR DE METOXILAÇÃO (ATM).....	39
FIGURA 5 - PECTINA DE BAIXO TEOR DE METOXILAÇÃO (BTM).....	39
FIGURA 6 - PECTINA AMIDADA.....	39
FIGURA 7 - FORMAÇÃO DO GEL.....	41
FIGURA 8 - DIAGRAMA DE RAUCH PARA A CONSISTÊNCIA DAS GELÉIAS.....	43
FIGURA 9 - REFRAÔMETRO PORTÁTIL	47
FIGURA 10 - DETERMINAÇÃO DA VISCOSIDADE (TESTE DA COLHER).....	48
FIGURA 11 - LIBERAÇÃO DE ÁGUA DA GELÉIA (SINÉRESE).....	52
FIGURA 12 - FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO DA POLPA	59
FIGURA 13 - DESCASCAMENTO E TRITURAÇÃO DO ABACAXI.....	60
FIGURA 14 - FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO DA GELÉIA	61
FIGURA 15 - FASES DE HIDRATAÇÃO DA PECTINA	62
FIGURA 16 - ETAPAS DE ENVASE DA GELÉIA	63
FIGURA 17 - FORMAÇÃO DO COÁGULO EM RELAÇÃO A QUANTIDADE DE PECTINA	69
FIGURA 18 - COORDENADAS RETANGULARES DO SISTEMA HUNTERLAB ..	69
FIGURA 19 - SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°BRIX) DAS GELÉIAS ELABORADAS COM A PECTINA 105 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 e 1,00%.....	76
FIGURA 20 - SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°BRIX) DAS GELÉIAS ELABORADAS COM A PECTINA 115 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 e 1,00%.....	77

FIGURA 21 - SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°BRIX) DAS GELÉIAS ELABORADAS COM A PECTINA 121 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 e 1,00%	78
FIGURA 22 - pH DAS GELÉIAS DE ABACAXI COM A PECTINA 105 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 e 1,00%	80
FIGURA 23 - pH DAS GELÉIAS DE ABACAXI COM A PECTINA 115 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 e 1,00%	80
FIGURA 24 - pH DAS GELÉIAS DE ABACAXI COM A PECTINA 121 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 e 1,00%	81
FIGURA 25 - ACIDEZ TOTAL TITULÁVELS DAS GELÉIAS DE ABACAXI COM A PECTINA 105 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 e 1,00%	83
FIGURA 26 - ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DAS GELÉIAS DE ABACAXI COM A PECTINA 115 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 e 1,00%	83
FIGURA 27 - ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DAS GELÉIAS DE ABACAXI COM A PECTINA 121 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 e 1,00%	84
FIGURA 28 - SINÉRESE DA GELÉIA DE ABACAXI COM A PECTINA 105 EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES	85
FIGURA 29 - SINÉRESE DA GELÉIA DE ABACAXI COM A PECTINA 115 EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES	86
FIGURA 30 - SINÉRESE DA GELÉIA DE ABACAXI COM A PECTINA 121 EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES	87
FIGURA 31 - VALORES DE LUMINOSIDADE L* NAS GELÉIAS DE ABACAXI ...	89
FIGURA 32 - VALORES DE CROMATICIDADE a* NAS GELÉIAS DE ABACAXI	90
FIGURA 33 - VALORES DE CROMATICIDADE b* NAS GELÉIAS DE ABACAXI	91
FIGURA 34 - AVALIAÇÃO DA GELÉIA DE ABACAXI PARA O ATRIBUTO APARÊNCIA NO TEMPO DE ARMAZENAMENTO ENTRE UM E SEIS MESES	92
FIGURA 35 - AVALIAÇÃO DA GELÉIA DE ABACAXI PARA O ATRIBUTO COR NO TEMPO DE ARMAZENAMENTO ENTRE UM E SEIS MESES	93
FIGURA 36 - AVALIAÇÃO DA GELÉIA DE ABACAXI PARA O ATRIBUTO SABOR NO TEMPO DE ARMAZENAMENTO ENTRE UM E SEIS MESES	94

FIGURA 37 - AVALIAÇÃO DA GELÉIA DE ABACAXI PARA O ATRIBUTO TEXTURA NO TEMPO DE ARMAZENAMENTO ENTRE UM E SEIS MESES	94
FIGURA 38 - AVALIAÇÃO DA GELÉIA DE ABACAXI PARA O ATRIBUTO ACIDEZ NO TEMPO DE ARMAZENAMENTO ENTRE UM E SEIS MESES	95
FIGURA 39 - PREFERÊNCIA DA GELÉIA DE ABACAXI	96

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRICIONAL DO ABACAXI.....	28
TABELA 2 -	TAMANHO DA EMBALAGEM E TEMPERATURA DE ENVASE DA GELÉIA.....	34
TABELA 3 -	CARACTERÍSTICAS DE ALGUMAS FRUTAS QUANTO AO TEOR DE PECTINA E pH.....	44
TABELA 4 -	CONCENTRAÇÃO DOS SÓLIDOS SOLÚVEIS E pH DA GELÉIA.....	45
TABELA 5 -	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS PECTINAS COMERCIAIS	57
TABELA 6 -	CARACTERÍSTICAS DO ABACAXI <i>IN NATURA</i> ANANAS COMOSUS (L.) MERRILL.....	73
TABELA 7 -	SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°BRIX) DA GELÉIA DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES.....	75
TABELA 8 -	pH DA GELÉIA DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES.....	79
TABELA 9 -	ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DA GELÉIA DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES.....	82
TABELA 10 -	VALORES DE SINÉRESE DA GELÉIA DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES.....	85
TABELA 11 -	PARÂMETROS DE LUMINOSIDADE (L*) DAS GELÉIAS DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES.....	88
TABELA 12 -	PARÂMETROS DE LUMINOSIDADE (a*) DAS GELÉIAS DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES.....	89
TABELA 13 -	PARÂMETROS DE LUMINOSIDADE (b*) DAS GELÉIAS DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES.....	90
TABELA 14 -	VALORES DE <i>SALMONELLA SP</i> E COLIFORMES FECALIS A 45°C DA GELÉIA DE ABACAXI	96

TABELA 15 - VALORES DE BOLORES E LEVEDURAS DAS GELÉIAS DE ABACAXI.....	97
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	22
2.1 O ABACAXI.....	22
2.1.1 Importância econômica.....	22
2.1.2 Características botânicas e agronômicas.....	23
2.1.3 Variedades e cultivares.....	24
2.1.4 Colheita e classificação.....	25
2.1.5 Maturação.....	26
2.1.6 Valor nutricional.....	28
2.2 GELÉIA.....	29
2.2.1 Legislação.....	29
2.2.2 Processamento de geléias.....	30
A) Recepção da matéria-prima e seleção.....	31
B) Limpeza e lavagem.....	31
C) Remoção da casca.....	31
D) Corte e desintegração.....	31
E) Remoção da polpa.....	32
F) Adição de açúcar.....	32
G) Adição de pectina.....	32
H) Concentração de sólidos solúveis.....	33
I) Adição do ácido.....	33
J) Envase e fechamento das embalagens.....	33
K) Resfriamento, rotulagem e armazenamento.....	34
2.3 PECTINA.....	34
2.3.1 Pectinas naturais.....	35
A) Protopectinas.....	35
B) Ácidos pectínicos.....	35
C) Ácidos pécticos.....	36
2.3.2 Extração de pectina.....	36
2.3.3 Pectinas comerciais e suas aplicações.....	36
A) Pectinas de alto teor de metoxilação (ATM).....	37

B) Pectinas de baixo teor de metoxilação (BTM).....	38
2.4 GELEIFICAÇÃO.....	40
2.4.1 Formação do gel.....	40
2.4.2 Fatores que influenciam no processamento da geléia.....	42
A) Adição e dissolução da pectina.....	42
B) Teor de açúcar.....	43
C) Teor de acidez.....	44
D) Temperatura.....	45
2.5 CONTROLE DE QUALIDADE EM GELÉIAS.....	46
2.5.1 Tempo de concentração.....	46
2.5.2 Determinação do ponto de geleificação.....	47
2.5.3 Temperatura de envase.....	48
2.5.4 Envase.....	49
2.5.5 Condições de armazenamento.....	49
2.5.6 Análises empregadas no controle de qualidade.....	50
2.6 DEFEITOS EM GELÉIAS.....	51
2.6.1 Sinérese (liberação de água).....	52
2.6.2 Flutuação da fruta.....	53
2.6.3 Geleificação antecipada.....	53
2.6.4 Gel muito firme.....	54
2.6.5 Consistência do gel fraco	54
2.6.6 Cristalização.....	55
2.6.7 Cozimento prolongado.....	55
2.6.8 Alteração de cor.....	55
2.6.9 Excesso de açúcar.....	56
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	57
3.1 MATERIAL.....	57
3.1.1 Matéria-prima.....	57
3.1.2 Equipamentos.....	58
3.2 MÉTODOS.....	58
3.2.1 Processamento da polpa.....	58
A) Abacaxi.....	59
B) Classificação.....	59
C) Limpeza.....	59

D) Remoção da casca, corte, trituração.....	60
E) Congelamento.....	60
3.2.2 Processo de fabricação da geléia.....	61
A) Descongelamento da polpa.....	61
B) Formulação.....	62
C) Adição de pectina.....	62
D) Concentração.....	63
E) Envase.....	63
F) Resfriamento.....	64
G) Armazenamento.....	64
3.2.3 Análises físico-químicas desenvolvidas.....	64
A) Sólidos Solúveis Totais (SST).....	64
B) Determinação do pH.....	65
C) Acidez total titulável (ATT).....	65
D) Determinação da vitamina C.....	66
E) Determinação da pectina no abacaxi.....	67
F) Avaliação qualitativa da pectina do abacaxi.....	68
G) Análise colorimétrica.....	69
H) Sinérese.....	70
I) Análise microbiológica.....	71
J) Análise sensorial.....	71
K) Análise estatística dos dados.....	72
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	73
4.1 ABACAXI <i>IN NATURA</i>	73
4.2 GELÉIA DE ABACAXI.....	75
4.2.1 Comportamento dos sólidos solúveis totais (°Brix).....	75
4.2.2 Comportamento do pH.....	79
4.2.3 Avaliação da acidez total titulável (ATT).....	82
4.2.4 Ocorrência de sinérese.....	84
4.2.5 Análise colorimétrica.....	87
4.2.6 Avaliação sensorial.....	91
4.2.7 Avaliação microbiológica.....	96
5 CONCLUSÃO.....	98
REFERÊNCIAS.....	99

APÊNDICES.....	113
----------------	-----

1 INTRODUÇÃO

O abacaxi é uma das frutas tropicais mais populares por seu sabor e aroma único, agridoce. O abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill), pertencente à família Bromeliaceae, é uma planta originária de regiões tropicais e subtropicais, nativo das regiões costeiras da América do Sul.

O fruto apresenta polpa de cor amarela ou laranja avermelhado, possuindo formato normalmente cilíndrico ou ligeiramente cônico, constituído por 100 a 200 pequenas bagas ou frutinhos fundidos entre si sobre o eixo central ou coração, formado por várias flores que iniciam seu desenvolvimento na base do fruto e progride em espiral até o ápice (THÉ, 2001).

O abacaxi é um fruto de grande aceitação pelo seu aroma e sabor, consumido em todo o globo terrestre, sendo rico em açúcares, sais minerais e vitaminas. Entre as cultivares mais exploradas em todo mundo destacam-se: Smooth Cayenne, Singapore Spanish, Queen, Red Spanish, Pérola e Perolera (GONÇALVES, 2000).

Para expandir os mercados nacional e internacional de frutas frescas, o Brasil conta com o interesse pelo consumo de produtos industrializados sob a forma de sucos, polpas, doces, geléias e outros. O processamento, além de estender o período de oferta do produto, tem como objetivo o aproveitamento do excedente da produção, a qual se concentra nas épocas de safra. Dentre outras vantagens, cita-se a praticidade dos produtos prontos, que cada vez mais fazem parte do hábito de consumo dos brasileiros.

Atenta às expectativas da população e as exigências do mercado, a indústria de alimentos busca aprimorar seus produtos. Em consonância com a tendência de padronização dos produtos industrializados, a vigilância sanitária estabeleceu, na década de 70, as Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas (Resolução CNNPA nº 12 de 24 de julho de 1978 da ANVISA). Segundo esta norma “geléia de fruta é o produto obtido pela cocção de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de fruta, com açúcar e água, concentrado até a consistência gelatinosa, podendo sofrer a adição de glicose ou açúcar invertido”. Ela não pode ser colorida ou aromatizada artificialmente, sendo tolerada a adição de acidulante e de pectina, caso necessário, para compensar qualquer deficiência do conteúdo natural de acidez da fruta e/ou de pectina. A consistência deve ser tal que, quando extraída de seu recipiente, seja capaz de se manter no estado semi-sólido. Uma combinação

adequada desses componentes seja na qualidade como na ordem de colocação deve ser respeitada para obter uma maior qualidade da geléia.

Um dos maiores problemas que se observa nas geléias de abacaxi, ofertadas no mercado interno, é a sinérese. Este fenômeno se dá com a exsudação da água na superfície da geléia, podendo estar correlacionado com vários fatores, dentre os quais podemos citar: pH, sólidos solúveis, temperatura de cocção e resfriamento, ordem de adição dos componentes, deficiência de pectina, deterioração ou hidratação irregular da pectina (MAIA, 1997).

As pectinas são os principais compostos envolvidos na formação do gel. Na natureza, estas substâncias formam um grupo complexo de polissacarídeos estruturais que são encontrados na parede celular primária e nas camadas intercelulares de plantas terrestres (MILOS; NIKOLIC; MOJOVIC, 2007). São responsáveis pela estrutura de geleificação, juntamente com o açúcar e o ácido presente.

As pectinas comerciais são classificadas de acordo com o seu grau de metoxilação, isto é, a quantidade de grupos carboxílicos esterificados presentes na molécula (BOBBIO; BOBBIO, 2003). As pectinas de alta metoxilação apresentam 50% ou mais dos seus grupos carboxílicos esterificados, enquanto que as de baixa metoxilação possuem menos de 50% destes grupos esterificados (SIGUEMOTO, 1993).

As indústrias fornecedoras de pectinas indicam os tipos a serem utilizados em função do pH e da concentração de sólidos solúveis do meio. No entanto, demonstrações práticas tem evidenciado outros importantes fatores na formação do gel como o tipo de processamento (condições de temperatura e tempo de cocção), tipo de concentrador e ordem de adição de ingredientes (AZEREDO, 2004).

Os estudos disponíveis em sua maioria retratam poucas avaliações com todos os tipos de pectina para um mesmo processo. Considerando-se que o abacaxi é uma fruta pobre em pectina (MORAIS, 2000) e para o seu aproveitamento na forma de geléias é necessária à adição deste composto.

O presente trabalho teve por objetivo estudar a influência do teor de pectinas comerciais com diferentes graus de metoxilação (velocidades de geleificação) nas características microbiológicas por meio de análises de bolores e leveduras, coliformes fecais e salmonelas, físico-químicas; como pH, cor, sinérese, sólidos

solúveis totais, acidez total titulável e avaliação sensorial de perfil de característica e aceitabilidade da geléia de abacaxi, armazenada por um período de seis meses.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O ABACAXI

O abacaxi é um fruto resultante de uma inflorescência do tipo espiga, com cada um dos frutinhos originando-se do desenvolvimento de uma flor completa, produzindo ao final um único fruto. No ápice deste fruto localiza-se um tufo de folhas denominado de coroa (MEDINA, 1987).

Este fruto é considerado o 'rei dos frutos' por suas qualidades sensoriais. Seu sabor e aroma são atribuídos à presença e teores de vários constituintes químicos: os açúcares responsáveis pela doçura, os ácidos pela acidez, os compostos voláteis pelo aroma característico do fruto maduro, os pigmentos carotenóides que conferem coloração amarela a polpa, as substâncias pécticas relacionadas à textura e as vitaminas que contribuem com o valor nutricional. Com todas estas características o abacaxi destaca-se tanto para o consumo *in natura* como para a industrialização (CARVALHO; CLEMENTE, 1994).

2.1.1 Importância econômica

O Brasil é o maior produtor mundial de abacaxi, respondendo por 13,4% do total anual no período de 2001 a 2006 (FAO, 2007). A produção nacional alcançou, em 2006, 1.707.088 milheiros de abacaxis (IBGE, 2007). O rendimento médio alcançou a marca de 25.538 frutos/ha; e a área colhida, 66.845 ha. O Estado do Pará é o maior estado produtor, em 2006 produziu 354.244 milheiros de frutos, 32,1% a mais que em 2005, o que correspondeu a 20,8% da produção nacional da fruta.

Atualmente, a produção brasileira de abacaxi é destinada, na maior parte, ao mercado interno, mas o aumento do consumo de abacaxi no mercado europeu tem levado empresas nacionais a traçar planos para investir em exportações (RODRIGUES, 2006).

O abacaxi apresenta grande importância econômica não só pelas suas qualidades nutricionais e organolépticas, mas também por sua rentabilidade e

importância social, devido seu cultivo exigir intensiva mão-de-obra (CUNHA *et al*, 1994). A base agrícola da cadeia produtiva frutícola abrange cerca de 2,3 milhões de hectares e gera 5,6 milhões de empregos, ou seja, 27% do total da mão-de-obra agrícola ocupada no país (RIGON *et al.*, 2005).

2.1.2 Características botânicas e agronômicas

Segundo Cunha *et al* (1994), o abacaxizeiro foi encontrado por Cristóvão Colombo na Ilha de Guadalupe, em 1493, e depois em outras ilhas das Índias Ocidentais.

A espécie *Ananas comosus* (L.) Merrill pertence à família Bromeliaceae, que contempla aproximadamente 46 gêneros e 1.700 espécies, presentes principalmente em zonas tropicais (THÉ, 2001). O gênero *Ananas* é vastamente distribuído nas regiões tropicais por intermédio da espécie *Ananas comosus* (L.) Merrill., a qual abrange todas as cultivares plantadas de abacaxi.

O abacaxizeiro tem uma altura de aproximadamente 80 cm e compõe-se de um caule (talo) curto e grosso, no qual em volta crescem folhas em forma de calha, estas normalmente são estreitas e rígidas, no qual se inserem raízes axilares, conforme mostra a FIGURA 1, (ARSHURST, 1995).

O fruto é normalmente cilíndrico ou ligeiramente cônico, constituído por 100 a 200 pequenas bagas ou frutinhos fundidos entre si sobre o eixo central ou coração. A polpa apresenta cor branca, amarela ou laranja-avermelhada, sendo o peso médio dos frutos de um quilo, dos quais 25% são representados pela coroa (GRANADA; ZAMBAZI; MENDONÇA, 2004).

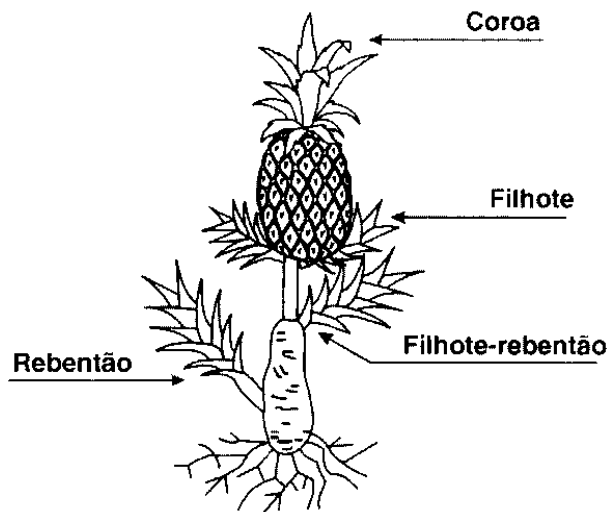


FIGURA 1 – CARACTERÍSTICAS DE UM ABACAXIZEIRO

FONTE: CUNHA (1994)

O plantio pode ser feito usando-se os sistemas de filas simples ou duplas (FIGURA 2), os quais irão influenciar na formação do fruto com maior ou menor peso, podendo variar de 1,00 a 1,50kg (CUNHA *et al.*, 1994).

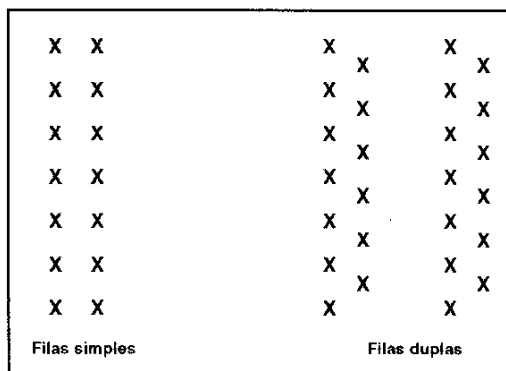


FIGURA 2 – SISTEMA DE PLANTIO DO ABACAXI

FONTE: CUNHA (1994)

2.1.3 Variedades e cultivares

As cultivares de abacaxi mais conhecidas estão distribuídas em cinco grupos: (Cayenne, Spanish, Queen, Pernambuco e Mordilona Perolera), de acordo com características comuns relativas ao porte da planta, ao formato do fruto, importância das brácteas e às características morfológicas das folhas (CUNHA *et al.*,

1994). No entanto as cultivares mais plantadas no mundo, tanto para o consumo *in natura* como para a industrialização, são: Smooth Cayenne, Pérola, Singapore Spanish, Queen, Española Roja e Perolera. Entre estas existe ainda as cultivares plantadas em menor escala, destinadas basicamente para os mercados locais e regionais, como as cultivares Primavera e Jupi (CUNHA; CABRAL, 1999).

No mundo 70% da produção mundial de abacaxis provém da variedade Smooth Cayenne (MORALES, 1999; FIGUEIREDO; QUEIROZ; NORONHA, 2003).

No Brasil as variedades mais cultivadas compreendem a Pérola e o Smooth Cayenne sendo que este é o mais importante. Tal variedade também é conhecida como abacaxi havaiano, japonês ou Cayenne Lisse (em francês); muito difundido nos estados da Paraíba, Pernambuco e Tocantins (FIGURA 3) (MANICA, 1999).

A preferência por esta cultivar deve-se às seguintes características: folhas sem espinhos, frutos cilíndricos com peso variando de 1,50kg a 2,50kg, polpa amarela escura, sólidos solúveis totais de 11,50 a 19,00°Brix e pH 3,84 (ARSHURST, 1995). O teor de pectina desta variedade, segundo THÉ (2001), varia de 0,01 a 0,06%.



FIGURA 3 – ABACAXI SMOOTH CAYENNE

FONTE: A autora

2.1.4 Colheita e classificação

A etapa de colheita é influenciada pelo destino do produto e pela distância até o mercado consumidor. Assim os frutos que se destinam ao consumo *in natura* geralmente são colhidos no estágio verde amarelo.

Após a colheita os frutos passam por uma classificação de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para a Classificação do Abacaxi (BRASIL, 2002). Nestas normas o abacaxi está dividido em Grupos (de acordo com a cor da polpa) e Subgrupos (de acordo com a coloração da casca), Classe ou Calibre (peso do fruto) e Categoria (percentual de defeitos).

Ao classificar o abacaxi em Grupo, o fruto pode apresentar polpa amarela ou branca. O subgrupo pode variar desde verde, pintado, colorido até amarelo. A classe ou calibre compreende o peso do abacaxi que pode variar de 0,90kg até 2,40kg. Os defeitos mencionados são: lesão, podridão, ausência de coroa, queimado do sol, imaturo, amassado, passado, exsudado, mole, chocolate e injúria por frio.

Para atingir um padrão de qualidade, o abacaxi deve apresentar uma coloração uniforme, porém sem estar muito maduro (SOLER *et al*, 1995). Giacomelli (1982) relata que a maturação aparente dos frutos está baseada na coloração da casca a qual se utiliza de parâmetros que variam de 0 a 3, o valor zero corresponde ao fruto que apresenta a região basal começando a passar da cor verde escura para verde clara; no ponto 1 a região basal está amarela, porém sem atingir mais que duas fileiras de frutinhos; no ponto 2 estão envolvidas mais de duas fileiras de frutinhos amarelos, sem ultrapassar a metade da superfície total da casca; e no ponto 3 está envolvido mais da metade da superfície da casca com cor amarela. No entanto, muitas vezes essa escala não condiz com o estado real de maturação da polpa, visto que a coloração sofre interferência da temperatura.

Em relação ao tamanho, a classificação empregada para as variedades Pérola e Smooth Cayenne tanto para o consumo *in natura* como para a indústria, segue os seguintes parâmetros: frutas grandes com peso maior ou igual a 2,00kg frutas médias com peso na faixa de 1,50 a 1,90kg e frutas pequenas com peso de 1,00 a 1,40kg (ANDRADE, 1999).

2.1.5 Maturação

Devido o abacaxi ser classificado como um fruto não climatérico, sua capacidade de amadurecimento apresenta queda na taxa respiratória após ser retirado da planta, por isto o mesmo deve estar no estágio ótimo de amadurecimento para consumo (RHODES, 1970).

Neste estágio o aroma do fruto quando maduro representa o aumento no teor de açúcares e uma diminuição no teor de ácidos, os quais estão associados com a produção de compostos voláteis como aldeídos, cetonas, ésteres e álcoois, responsáveis pelo seu sabor (RAMTEKE, GIPESON; PATWARDHAN, 1990). O abacaxi possui em média 66% do seu teor de açúcares totais constituído pela glucose, frutose e sacarose, responsáveis pela doçura e aroma. Dentre os açúcares, a sacarose destaca-se com teores variando de 5,9 a 12% nos frutos maduros, localizados na sua parte comestível, sendo que este dissacarídeo é mais importante que os açúcares redutores (SANTOS, 2002).

O aroma resulta da combinação de dezenas de substâncias voláteis representada por diversas classes químicas com diferentes propriedades físico-químicas. No caso do abacaxi Smooth Cayenne, Flath e Forrey (1970) identificaram 45 compostos voláteis em sua essência; além dos ésteres alifáticos que predominaram, foram também identificados alguns terpenos e álcoois.

A cor do fruto expressa o atributo mais atrativo para o consumidor. Durante a maturação, a estrutura da clorofila é decomposta tornando visível outros pigmentos que já estão presentes nos frutos, como as antocianinas e os carotenóides (CHITARRA, 1994). Este último, por sua vez, compreende a provitamina insolúvel.

As vitaminas hidrossolúveis como a Tiamina (vitamina B₁), Riboflavina (vitamina B₂), Niacina (vitamina B₃), Ácido pantotênico (vitamina B₅) e Ácido Ascórbico (vitamina C), estão presentes em grande número, mas em pequenas quantidades (MANICA, 1999).

Com a maturação os frutos tornam-se menos resistentes à torção e à flexão ocorrendo a liberação do cálcio e a solubilização da protopectina das paredes celulares modificando assim a textura dos frutos os quais tornam-se gradualmente macios. (CHITARRA, 1994).

Para o processo de industrialização, a maturação irá variar de acordo com os produtos a serem desenvolvidos. Por exemplo, para fabricação de rodela inteiras utiliza-se o fruto pouco verde, enquanto que aqueles destinados à fabricação de suco podem-se utilizar frutos maduros (MANICA, 1999).

2.1.6 Valor nutricional

Quando recém-colhido o abacaxi apresenta, em média, 80% de umidade, 12 a 15% de açúcares, 0,6% de ácidos, 0,4% de proteína, 0,50% de cinzas, 0,1% de gordura, algumas fibras e vitaminas, principalmente A e C (BOTELHO, 1998).

Sua composição química varia muito de acordo com a época em que é produzido. Porém destaca-se pelo seu valor energético, devido à sua alta composição de açúcares e pelo valor nutritivo relativo à presença de sais minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio, cobre e iodo) e de vitaminas (C, A, B₁, B₂ e Niacina). No entanto, apresenta teor protéico e de gordura inferiores a 0,50% conforme mostra a TABELA 1 (GRANADA; ZAMBIAZI; MENDONÇA, 2004).

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRICIONAL DO ABACAXI

COMPONENTES	QUANTIDADE (por 100 gramas)
Energia (kcal)	48,00
Energia (kJ)	202,00
Carboidratos (g)	12,00
Proteínas (g)	1,00
Lipídios (g)	Tr
Fibra Alimentar (g)	1,00
Cálcio (mg)	22,00
Magnésio (mg)	18,00
Fósforo (mg)	13,00
Ferro (mg)	0,30
Sódio (mg)	< 0,40
Potássio (mg)	131,00
Cobre (mg)	0,11
Zinco (mg)	0,10
Tiamina (mg)	0,17
Riboflavina (mg)	0,02
Niacina (mg)	-
Ácido ascórbico (mg) *	*

FONTE: TACO (2004)

NOTA: * as análises estão sendo reavaliadas

Tr - traços

2.2 GELÉIA

A fabricação de geléia é uma forma antiga e importante em indústrias que se destinam a fabricação de produtos derivados de frutas, devido ao aproveitamento de uma grande quantidade de frutas sadias, porém impróprias para outros fins (CRUESS, 1973).

Frutas inteiras ou em pedaços são utilizadas em pequenas e grandes unidades agroindustriais, nas linhas de fabricação de compota, ou no processamento de frutas em calda, bem como no armazenamento de frutas congeladas e polpas ou sucos.

2.2.1 Legislação

Os primeiros padrões de geléias surgiram com a Resolução CNNPA n° 12, de 24 de julho de 1978 da ANVISA (BRASIL, 1978), a qual define geléia de frutas como o produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar, e concentrado até a consistência gelatinosa. De modo que quando for extraída do seu recipiente a geléia deve se manter no estado semi-sólido, respeitando a combinação adequada desses componentes, tanto na qualidade como na ordem de adição durante o processamento para se obter uma maior qualidade da mesma.

Complementando a legislação acima, a Resolução CTA n° 05 de 1979, de 08 de outubro de 1979 (ANVISA), determina novas características às geléias, como apresentar sob o aspecto de bases gelatinosas, de consistência tal que quando extraídas de seus recipientes, sejam capazes de se manter no estado semi-sólido. As geléias transparentes sem pedaços de frutas devem apresentar elasticidade ao toque, retomando a sua forma primitiva após ligeira pressão. A cor e o odor devem ser próprios da fruta de origem. O sabor deve ser doce, semi-ácido, de acordo com a fruta de origem (BRASIL, 1979). Não pode ser colorida ou aromatizada artificialmente, sendo tolerada apenas a adição de acidulante e de pectina, caso necessário, para compensar qualquer deficiência do conteúdo natural de acidez da fruta ou de pectina.

Com o surgimento da Resolução de Diretoria Colegiada ANVISA (RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005), as resoluções CNPPA de 12/78 e CTA 05/79 foram revogadas. Nesta legislação as geléias passam a ser contempladas na categoria de produtos oriundos de frutas, inteira(s), ou em parte(s) e ou semente(s), obtidas por secagem e ou desidratação, e ou laminação e ou fermentação, e ou concentração e ou congelamento, e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos. Podem ser apresentadas com ou sem líquido de cobertura e adicionados de açúcar, sal, tempero, especiaria e ou outro ingrediente, desde que não descaracterize o produto. Devem ser designadas por denominações consagradas pelo uso, seguida de expressões relativa(s) ao(s) ingredientes que caracteriza(m) o produto. A designação pode ser seguida de expressões relativas ao processo de obtenção e ou forma de apresentação e ou característica específica (BRASIL, 2005).

As caracterizações físico-químicas recomendadas para geléias são: sólidos totais, sólidos solúveis totais, sólidos insolúveis em água, pH, acidez titulável, acidez em ácidos orgânicos, glicídios redutores em glicose e glicídios não redutores em sacarose (BRASIL, 2001). Da mesma forma os padrões microbiológicos para geléia, purês, doces em pasta ou em massa e similares seguem a Resolução da Diretoria Colegiada da ANVISA (RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001), que estabelece valores de tolerância para bolores e leveduras da ordem de 10^4 microrganismos/g.

Na prática as geléias podem ser divididas em comum e extra. A geléia comum é preparada na proporção de 40 partes de frutas frescas, ou seu equivalente, para 60 partes de açúcar. A geléia caracterizada como extra, utiliza a proporção de 50 partes de frutas frescas, ou seja, equivalentes, para 50 partes de açúcar (MORETTO, 2002).

2.2.2 Processamento de geléias

A matéria-prima para o processamento da geléia pode apresentar-se sob diversas formas, variando de acordo com o produto acabado que se deseja, por exemplo, com ou sem pedaços de frutas, frutas congeladas, polpas ou sucos (ALMEIDA, 1999). A seguir serão descritas as etapas de processamento para geléias de frutas a partir da polpa.

A) Recepção da matéria-prima e seleção

Esta etapa consiste no recebimento da matéria-prima, observando se a mesma encontra-se no ponto de maturação para a sua finalidade, se esta isenta de cortes, machucadas ou com sujidades. Posteriormente realiza-se a seleção em mesas simples ou esteiras de forma manual em indústria de pequena escala, ou de forma automatizada em grandes indústrias.

B) Limpeza e lavagem

A limpeza consiste em remover as sujidades e contaminantes que se encontram junto com as frutas. Esta etapa previne a recontaminação e auxilia no processo de lavagem, o qual consiste em um banho de imersão das frutas em água limpa, de preferência clorada, em tanques de imersão de aço inox com duas saídas: uma no fundo para a eliminação do material mais pesado e outra na superfície, para a remoção das sujidades mais leves. Esta etapa pode ser realizada também sob agitação com água ou por aspersão (MORAIS, 2000).

C) Remoção da casca

Esta etapa varia de acordo com o tamanho da indústria, sendo realizada manualmente ou mecanicamente. Quando manualmente as frutas podem ser descascadas com o auxílio de facas confeccionadas em aço inoxidável. Enquanto que o procedimento mecânico pode ser feito por corte ou raspagem da pele ou casca por meio de abrasivos (varia de acordo com a fruta). Sendo importante ressaltar que para o processo mecânico, as frutas devem apresentar uniformidade no tamanho e forma, para facilitar a regulagem da máquina e reduzir as perdas (JACKIX, 1988).

D) Corte e desintegração

Nesta fase quando se deseja conservar pedaços grandes e uniformes das frutas utilizam-se facas confeccionadas em aço inoxidável. Caso contrário para se proceder com a desintegração das frutas em polpa à temperatura em torno de 90°C.

O aquecimento visa amolecer as frutas auxiliando a sua trituração e inibindo o seu escurecimento do tipo enzimático (LOVATEL; COSTANZI, CAPELLI, 2004).

E) Remoção da polpa

Este procedimento consiste em separar a polpa do material fibroso, caroços, sementes e algumas vezes da casca, sendo realizado em despoldadeiras. A polpa pronta pode ser encaminhada para a linha de processamento de geléia. Caso a polpa não seja totalmente utilizada esta pode ser conservada por congelamento, esterilização e envase a quente (LOPES, 2007). O congelamento da polpa garante ao produto características de cor, sabor e aroma que se aproximam do produto fresco (ALVES, 1999). Este é um método de conservação muito utilizado nas indústrias, como forma de garantir a matéria-prima nos períodos de entressafra (SOLER; RADOMILLE; TOCCHINI, 1991).

F) Adição de açúcar

O açúcar utilizado com maior frequência na fabricação de geléias é a sacarose. Do total de sacarose 92% são adicionados junto à polpa no início do processo de elaboração da geléia e o restante (8%) é separado para ser homogeneizado junto com a pectina para que ocorra sua hidratação e posteriormente adicionada à mistura (polpa e açúcar).

G) Adição da pectina

As pectinas comerciais, em sua maioria utilizam como principais fontes de ácidos galacturônicos, substâncias pécticas provenientes de maçã ou de frutas cítricas.

A adição da pectina líquida ou em pó compreende uma fase importante, sendo necessário dissolver toda a pectina, a fim de se obter o efeito desejado e aproveitar toda a sua capacidade de formação do gel. Tendo-se o cuidado de adicioná-la ao final do processo de cocção, quando se utiliza recipientes abertos, para evitar riscos de degradação da pectina por cocção excessiva (MAIA, 1997).

H) Concentração de sólidos solúveis

A concentração de sólidos solúveis é considerada uma das etapas mais importantes no processo de fabricação da geléia, etapa esta necessária para a obtenção dos sólidos solúveis em seus valores desejados. O processo de concentração deve variar com o tempo de 8 a 12 minutos, até que se atinja a faixa de 64,00 a 71,00°Brix. Sendo importante ressaltar que o tempo esta relacionado com; o volume do recipiente, o volume da mistura, a superfície de contato, a condutividade térmica do aparelho e do produto bem como a diferença de sólidos solúveis entre o início e o final do processo (SOLER, 1991).

I) Adição do ácido

A acidificação deve ser feita ao final do processo de concentração, antes do envase dos recipientes, a fim de evitar a destruição da pectina e a consistência do gel formado (ALMEIDA, 1999).

J) Envase e fechamento das embalagens

O envase dos recipientes deve ser feito em temperaturas próximas a 94°C para recipientes de 0,25kg (TABELA 2). A seguir os recipientes são hermeticamente fechados a promoção do tratamento térmico, tornando-se necessário um espaço livre em torno de 1 cm nas embalagens, para que ocorra a formação do vácuo, necessário para que o produto permaneça isolando, evitando a entrada de ar (SOLER; RADOMILLE; TOCCHINI, 1991).

TABELA 2 – TAMANHO DA EMBALAGEM E TEMPERATURA DE ENVASE DA GELÉIA

TAMANHO DA EMBALAGEM (kg)	TEMPERATURA DE ENVASE (°C)
0,25	94
0,50	91
1,00	86
2,00	81
5,00	74
10,00	70
20,00	65

FONTE: SOLER (1991)

K) Resfriamento, rotulagem e armazenamento

O resfriamento das embalagens deve ser feito logo após o envase. Os potes de vidro suportam uma diferença de temperatura de no máximo 42°C, ou então estarão sujeitos à fratura por choque térmico.

As embalagens secas devem ser rotuladas com as especificações do produto elaborado e acondicionadas em recipientes apropriados para a sua comercialização. A temperatura de armazenamento deve ser inferior a 38°C, para evitar o risco de um possível crescimento de bactérias termófilas (ALMEIDA, 1999).

2.3 PECTINA

As pectinas formam um grupo complexo de polissacarídeos estruturais que são encontrados na parede celular primária e nas camadas intercelulares de plantas terrestres (MILOS; NIKOLIC; MOJOVIC, 2007). Elas estão associadas à celulose, hemicelulose e lignina e são mais abundantes em frutos e tecidos jovens, tais como cascas de frutas cítricas (30%), dentre as quais o limão é a fonte mais abundante (MORRIS; FOSTER; HARDING, 2002).

2.3.1 Pectinas naturais

O maior constituinte da estrutura da pectina é o ácido galacturônico, formado por ligações α -1,4 tipo glicosídicas. As zonas galacturônicas que representam de 80 a 90% da pectina e podem ser particularmente esterificadas com grau de esterificação (DE) variados (TSOGA; RICHARDSON; MORRIS, 2004).

Segundo Chitarra (1994), as pectinas comumente encontradas na natureza apresentam-se sob diversas formas, dentre as quais podemos citar as protopectinas, ácidos pectínicos e ácidos pécticos.

A) Protopectinas

Nos tecidos dos frutos imaturos as pectinas presentes são denominadas de protopectinas (CHITARRA, 1994). Nesta condição as protopectinas encontram-se ligadas ao cálcio das paredes celulares formando o pectato de cálcio, o qual é insolúvel em água, e tem a maior parte dos seus grupos carboxílicos esterificados.

A protopectina é abundante em frutas verdes que já tenham atingido o pleno desenvolvimento. Durante o subsequente amadurecimento ela é hidrolisada para pectina por ação de enzima e, durante o apodrecimento ou o amadurecimento demasiado, cuja pectina pode ser decomposta e formar o álcool metílico e o ácido péctico (CRUESS, 1973).

B) Ácidos pectínicos

Os ácidos pectínicos são obtidos a partir da hidrólise da protopectina pela ação das enzimas poligalacturonases (PG) (MULTON, 2000). São consideradas substâncias coloidais, não necessariamente solúveis em água e que contém uma proporção variável de grupos metoxilas na forma de ésteres. Os ácidos pectínicos aparecem nas plantas á medida que avança a sua maturação (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

C) Ácidos pécticos

Os ácidos pécticos são oriundos da ação das enzimas pectinametilesterase (PME) durante o processo de amadurecimento, promovendo a remoção dos grupos metílicos dos polímeros dando origem às substâncias pécticas que não formam gel (CHITARRA, 1994).

2.3.2 Extração de pectina

A matéria-prima mais utilizada para a produção de pectina é a casca de cítricos, mais precisamente a casca de limão e em menor escala a casca de laranja e toranja (CP KELCO, 2008).

A produção industrial de pectina envolve várias etapas, tais como; a preparação da matéria prima, a separação dos compostos presentes na matéria-prima, a conservação da protopectina, a separação de resíduos insolúveis, a precipitação, a purificação e a secagem da pectina extraída; bem como a embalagem, o armazenamento e a comercialização (IGLESIAS; LOZANO, 2004).

2.3.3 Pectinas comerciais e suas aplicações

As pectinas comerciais classificam-se no Brasil como aditivos, para os quais o Ministério da Saúde aprova a inclusão nos alimentos com a função de estabilizante, espessante, geleificante; além de ser utilizada em gelados comestíveis. A quantidade a ser utilizada condiz com o percentual necessário para se obter o efeito desejado (BRASIL, 2007).

Em geral a geléia acabada deve conter de 0,50% a 1,5% em massa de pectina, porém outros produtos comerciais podem conter um pouco mais de pectina com o intuito de obter um gel mais firme, e que possa suportar melhor o manuseio durante o transporte (MAIA, 1997). A quantidade de pectina a ser adicionada varia em função do conteúdo existente na matéria-prima, sendo importante ressaltar que o congelamento das frutas tende a diminuir o seu teor.

O grau da pectina representa o seu poder de geleificação, medido em unidades convencionais denominadas de graus “sag” que significa o número de gramas de sacarose capaz de geleificar um grama de pectina, resultando em um gel de consistência padronizada em condições pré-determinadas (JACKIX, 1988). O grau “sag” pode ser determinado de diversas formas, sendo o mais comum e utilizado USA-SAG o qual pode variar de 100 a 150-SAG (SOLER, 1991).

Como exemplo tem-se a pectina de grau 150-SAG, o que significa dizer que a mistura de 1g de pectina com 150g de açúcar e água (quando necessário) representa 65% de sólidos solúveis para formar uma geléia ideal com pH igual a 3,00 (LOPES, 2007).

Outra característica de fundamental importância nas pectinas comerciais é o seu grau de metoxilação. O grau de metoxilação relaciona-se com a quantidade de ácidos galacturônicos esterificados com grupamentos metílicos CH_3 , sendo as pectinas classificadas como de baixa e de alta metoxilação (SIGUEMOTO, 1993). O grau de metoxilação tem influência direta também nas propriedades funcionais de solubilidade, capacidade de geleificação, temperatura e condições de geleificação das pectinas (SILVA, 2006).

A) Pectina de alto teor de metoxilação (ATM)

As pectinas de alta metoxilação requerem a presença de ácidos e açúcares para a sua geleificação. Apresentam 50% ou mais de ácidos galacturônicos esterificados com grupamentos metílicos CH_3 sendo denominadas, na prática, de pectinas DM 50 como pode ser observado na FIGURA 4 (MORRIS; FOSTER; HARDING, 2002).

Diferindo das demais pectinas, as de alta metoxilação têm ainda uma segunda classificação de acordo com a sua velocidade de geleificação, ou seja; rápida, semi-rápida e lenta (BRANDÃO; ANDRADE, 1999). As de rápida geleificação demandam um tempo médio em torno de 20 a 70 segundos, as semi-rápidas e as lentas variam em torno de 180 a 250 segundos.

Na indústria de alimentos utiliza-se aproximadamente 80% da pectina de rápida geleificação para a fabricação de geléias em função do baixo valor de pH (EDWARDS, 2000; CP KELCO, 2008). Porém esta pectina também pode ser empregada em produtos a base de frutas como; espessante ou estabilizante,

preparados de frutas, concentrados de frutas para bebidas, sobremesas lácteas com sabor de fruta e até mesmo sob a forma de pó para sucos, visando promover uma palatabilidade característica de suco natural (CP KELCO, 2008).

As pectinas de alta metoxilação são também utilizadas na fabricação de geléias contendo partículas de fruta suspensas, com a necessidade de uma geleificação rápida para a fruta não decantar (MOORHOUSE, 2004).

B) Pectina de baixo teor de metoxilação (BTM)

A pectina de baixa metoxilação provém da pectina de alta metoxilação quimicamente modificada. Esta pectina apresenta 50% ou menos de ácidos galacturônicos esterificados com grupamentos metílicos CH_3 como pode ser visto na FIGURA 5 (MESBAHI; JAMALIAN; FARAHNAKY, 2004).

Os fatores que condicionam o comportamento destas pectinas são o grau de esterificação, a percentagem de cálcio e de sacarose necessários para a formação do gel. Quanto mais baixo o grau de metoxilação, menor a quantidade de sacarose requerida (SINITSYA *et al*, 2000; DICKINSON, 2003).

Características semelhantes às das pectinas de baixa metoxilação, são encontradas nas pectinas amidadas, muito utilizadas na indústria de alimentos, por serem termoreversíveis, o que facilita suas aplicações, principalmente em produtos com menor quantidade de açúcar, sendo o caso das geléias *light* e *diet* (GROSSO, 1992).

As pectinas amidadas de baixa metoxilação contêm o grupo amida (CONH_2) (FIGURA 6) que influencia fortemente as propriedades funcionais de solubilidade, capacidade de geleificação, temperatura e condições de geleificação (WEHR; MENZIES; BLAMEY, 2004).

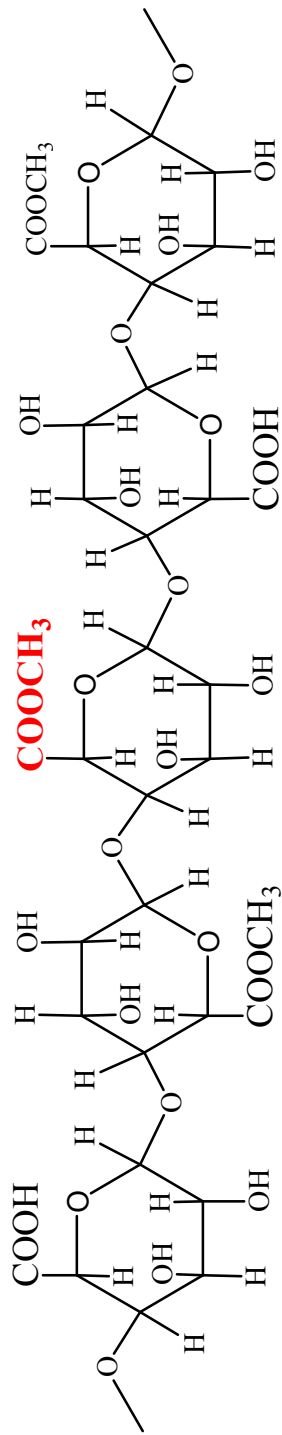


FIGURA 4 – PECTINA DE ALTO TEOR DE METOXILAÇÃO (ATM)
 FONTE: SIGUEMOTO (1993)

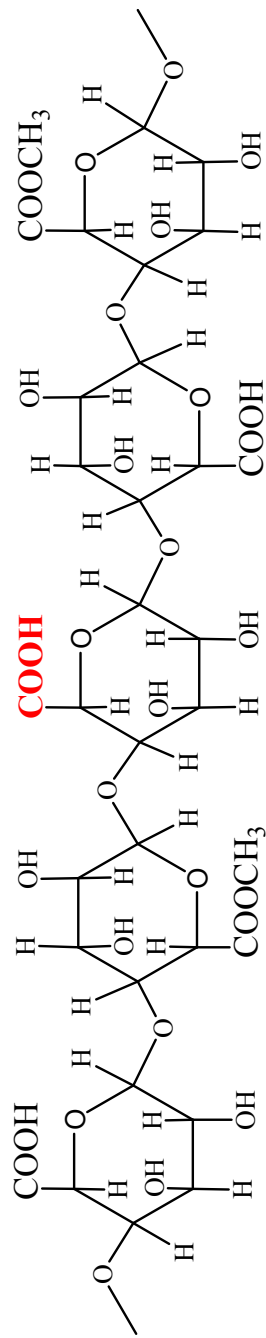


FIGURA 5 – PECTINA DE BAIXO TEOR DE METOXILAÇÃO (BTM)
 FONTE: SIGUEMOTO (1993)

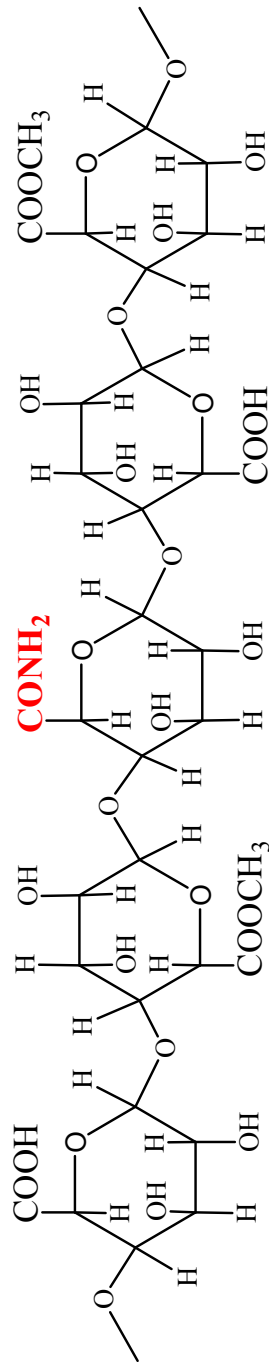


FIGURA 6 - PECTINA AMIDADA
 FONTE: SIGUEMOTO (1993)

A velocidade de geleificação para as pectinas ATM é menor quando comparada à BTM. Isto ocorre provavelmente devido a interação hidrofóbica existente entre as moléculas da pectina ATM devido ao seu alto grau de metilação.

No caso das pectinas BTM o tempo de geleificação é maior devido ao seu baixo grau de metilação (WHISTLER; DANIEL, 1985).

2.4 GELEIFICAÇÃO

2.4.1 Formação do gel

O estado “gel” é considerado como sendo um estado próximo ao estado sólido, quando levado em consideração a sua organização o que permite manter sua forma e resistir a certas variações.

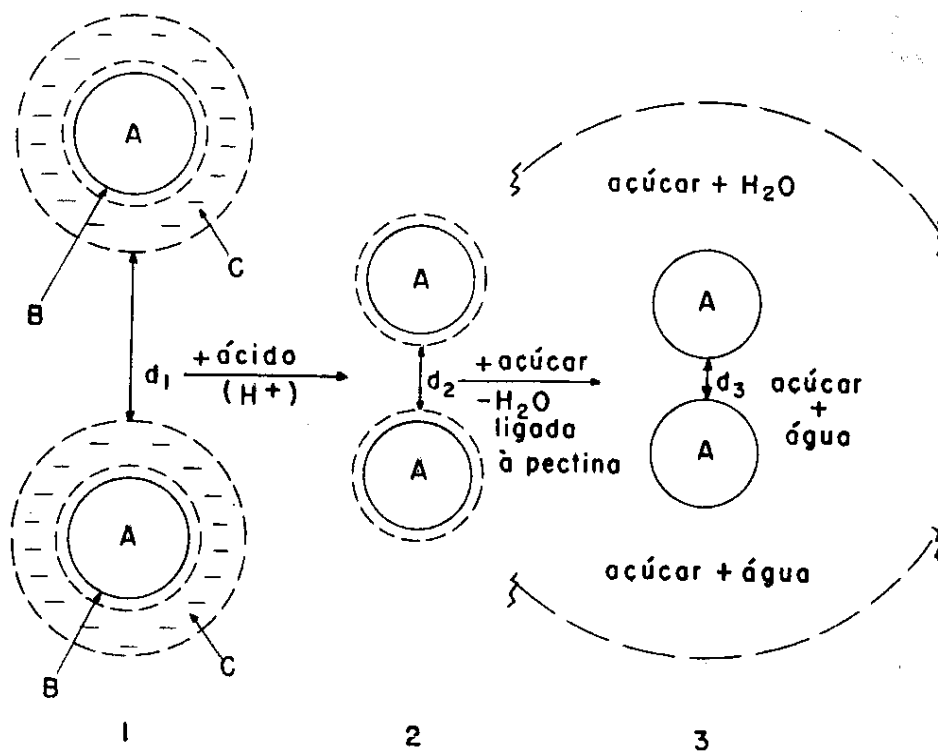
O gel pode ser definido também como uma rede tridimensional sólida que retém entre sua malha uma fase líquida (MULTON, 2000). Nesta rede a pectina é considerada um colóide hidrófilo com carga negativa, que é estabilizada por uma camada de água envolvendo cada micélio. A formação da geléia ocorre no momento em que a pectina precipita, ramificando os aglomerados de micélio na presença do açúcar, que atua como um agente desidratante, e na presença de íons de hidrogênio, que agem para reduzir a carga negativa sobre a pectina (CRUESS, 1973). E de acordo com Siguemoto (1993), gel é um sistema no qual a pectina existe no estado intermediário entre a solução e o precipitado. A adição de qualquer material que reduza a solubilidade da pectina dissolvida vai favorecer a formação do gel.

De uma maneira geral, esta rede envolve a pectina, o açúcar e o ácido, no entanto, o mecanismo de formação do gel depende do tipo de pectina empregado, se de alta ou de baixa metoxilação.

A solução coloidal de pectina de alta metoxilação contém micelas (A) altamente hidratadas e com cargas negativas devido aos grupos COO^- (C). Estas cargas causam a repulsão (d_1) entre as micelas de pectina obrigando a molécula a adotar uma configuração linear, que não forma gel e que pode ser visualizada na FIGURA 7. (PEREDA *et al.*, 2005).

Para a passagem de sol a gel é necessário que ocorra a aproximação das micelas (A), o que só ocorre mediante a redução do campo negativo ao redor destas estruturas. Para isto usam-se ácidos, os quais liberam íons H^+ que fazem a protonação dos grupos carboxílicos ionizados negativamente (C) deixando as micelas mais próximas. Geralmente este processo se dá com a redução do pH para valores na faixa de 2,80 a 3,50.

Com a protonação dos grupos carboxílicos, as micelas situam-se a uma distância menor (d_2), no entanto, ainda não é suficiente para o estabelecimento de ligações do gel devido à presença de moléculas de água ao redor das micelas. Nesta fase da geleificação os açúcares livres têm fundamental importância. Ao se ligarem na água, deixam menor quantidade de água (H_2O) disponível para as micelas, reduzindo ainda mais a distância entre estas (d_3).



A = micela de pectina dispersa em água
C = campo elétrico com cargas negativas

B = camada de água de hidratação
D = distância entre micelas

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

FIGURA 7 – FORMAÇÃO DO GEL

FONTE: BOBBIO (1984)

Nas soluções de pectinas de alta metoxilação a geleificação ocorre via ligações iônicas ou covalentes entre as cadeias de pectina adjacentes e justapostas por meio de ligações de hidrogênio e associações hidrofóbicas que formam zonas de junção (onde ocorrem as primeiras ligações das cadeias pectínicas). Embora a quantidade de ligações de hidrogênio em pectinas de alta metoxilação seja o dobro das associações hidrofóbicas estas são insuficientes para iniciar a geleificação, necessitando da sacarose para tal interação (OAKENFULL, 1987 apud BAKER *et al.*, 2004). A sacarose por sua vez tem a função de provocar uma orientação dos dipolos da água, que irão atrair-se mutuamente provocando o endurecimento do gel, através de ligações de hidrogênio com moléculas de pectina, auxiliando na formação do gel pela substituição de moléculas de água da superfície da pectina. E o aquecimento em meio ácido (60°C a 100°C, pH 1,50 a 3,00) provoca sua hidrólise, dando lugar às pectinas, formadas ainda por restos de ácido α -D-galacturônico unidos por ligações (1,4) (PEREDA *et al.*, 2005).

2.4.2 Fatores que influenciam no processamento da geléia

A) Adição e dissolução da pectina

A adição da pectina à mistura de polpa e açúcar pode ser realizada sob a forma de pó ou de líquido. Caso utilize-se a pectina em pó, recomenda-se que a formulação esteja com um valor inferior a 20,00°Brix para garantia da total solubilização da pectina (ALMEIDA; SCHMIDT; FILHO, 1999).

Para se obter o efeito desejado e aproveitar ao máximo toda a sua capacidade de formar gel faz-se necessário a dissolução total da pectina. A forma correta de homogeneizar a pectina em pó consiste em dissolvê-la em 5 a 10 partes de açúcar e água sob alta rotação. Adicionando-se esta mistura a polpa ou suco de fruta em temperaturas de 60,00 a 71,00°C, pois em temperaturas maiores o açúcar pode dissolver-se antes da pectina, prejudicando a sua dissolução com grumos difíceis de serem eliminados mesmo sob agitação (LOPES, 2007).

B) Teor de açúcar

O açúcar é um dos componentes utilizados na elaboração da geléia juntamente com a pectina e o ácido. Quando usados em proporções determinadas contribuem para a formação do gel com teor de sólidos solúveis variando de 64,00 a 71,00°Brix (MORAIS, 2000). Durante a etapa de concentração da geléia, parte da sacarose adicionada é convertida em açúcar invertido, o que também diminui a possibilidade de cristalização, de acordo com a FIGURA 8.

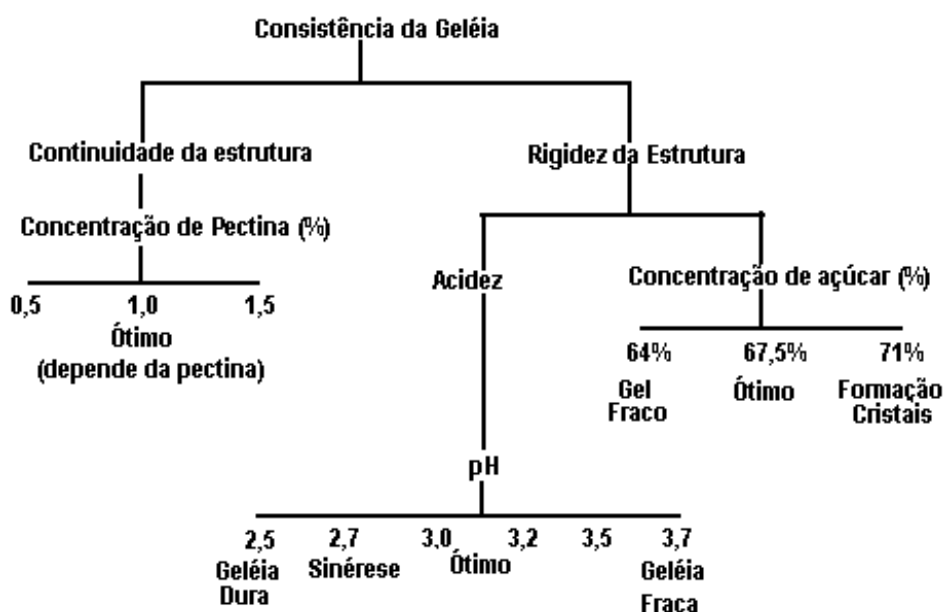


FIGURA 8 – DIAGRAMA DE RAUCH PARA A CONSISTÊNCIA DAS GELÉIAS

FONTE: JACKIX (1988)

Para a fabricação de geléia utiliza-se a sacarose e a frutose, em quantidades suficientes, para se obter uma geléia com 65,00 a 70,00°Brix (SILVA, 2001). Os teores de sólidos solúveis necessitam ser controlados a fim de evitar problemas de pré-gelificação que por sua vez irá enfraquecer o gel (SIGUEMOTO, 1993). Em escala de produção artesanal o excesso de açúcar é um dos principais fatores a ser controlado na fabricação de geléias, pois varia em função do teor de pectina presente na fruta (LOPES, 2007).

Além de contribuir para a formação do gel, o açúcar age como um conservante inibindo o crescimento de microrganismos, pelo fato de aumentar a

pressão osmótica com a consequente redução da atividade de água (ALMEIDA; SCHMIDT; GAPARINO FILHO, 1999).

C) Teor de acidez

O ácido é um constituinte importante para a formação do gel e quando a fruta a ser utilizada apresenta quantidades insuficientes ou a ausência destes conforme a (TABELA 3) torna-se necessário à adição do mesmo, obedecendo aos limites permitidos pela legislação vigente (SILVA, 2001).

TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS DE ALGUMAS FRUTAS QUANTO AO TEOR DE PECTINA E pH

	pH	PECTINA
ABACAXI	3,7 - 4,1	Pobre
ACEROLA	2,8 - 3,5	Pobre
BANANA	5,0	Média
CACAU	3,2 - 3,4	Rica
CAJU	3,2 - 4,6	Pobre
GOIABA	3,7 - 4,7	Média
MANGA	3,2 - 4,3	Rica
MARACUJÁ	2,5 - 3,2	Pobre
MORANGO	3,4 - 4,4	Pobre

FONTES: MORAIS (2000)

Segundo Moraes (2000), uma boa geleificação ocorre na faixa de valores de pH entre 3,00 e 3,20 enquanto que para Jackix (1988) o valor do pH deve estar situado entre 3,00 e 3,40. Acima destes valores a formação do gel não irá ocorrer, pois o excesso de ácido enrijece as fibras da rede.

O ácido cítrico é o mais utilizado, devido ao seu sabor agradável enquanto o ácido tartárico tem um sabor ácido menos detectável e, quando utilizado na mesma quantidade do cítrico, apresenta menores valores de pH. Assim em frutas como uva e maçã, que apresentam naturalmente o ácido tartárico em sua composição, a adição do mesmo poderá causar cristalização na geléia (SOLER, 1991). De acordo com o autor para a elaboração de geléias recomenda-se a adição do ácido ao final

do processo, se possível, antes da etapa de envase das embalagens, principalmente quando a cocção é realizada à pressão atmosférica. Isto porque a pectina, em meio ácido e sob aquecimento, sofre hidrólise perdendo totalmente o poder geleificante (SOLER, 1991).

Jackix (1988) constatou que é a concentração hidrogeniônica e não a acidez titulável que tem importância na geleificação, e que diferentes concentrações de sólidos solúveis requerem diferentes valores nas faixas de pH para uma completa geleificação, como pode ser visto na TABELA 4.

TABELA 4 – CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS E FAIXAS DE pH DA GELÉIA

% SÓLIDOS SOLÚVEIS NA GELÉIA	pH
68 – 72	3,0 – 3,3
64 - 68	2,9 – 3,1
60 – 64	2,8 – 3,0

FONTE: JACKIX (1988)

Desta forma a acidez total da geléia deve estar compreendida entre 0,50 a 0,80%, pois em valores acima de 1,00% ocorre a exsudação do líquido da geléia (sinérese). Enquanto que a baixa acidez, valores menores que 0,50% a rede de gel torna-se fraca (JACKIX, 1988).

D) Temperatura

As pectinas de alta metoxilação demandam uma faixa de temperatura específica a qual é favorável à formação do gel durante o processo de resfriamento, sendo que estas faixas variam de acordo com a velocidade de geleificação da pectina.

- Pectina de geleificação lenta: possui grau de esterificação que varia de 60 a 66% e tem como temperatura de formação do gel 45-60°C/180-250 segundos com pH que pode variar entre 2,70 e 3,50. Considerando estas condições de geleificação, essas pectinas podem ser empregadas para o envase em recipientes grandes, pois fornecem tempo suficiente para o manuseio durante a etapa de envase e de resfriamento;

- Pectina de geleificação semi-rápida: apresenta grau de esterificação entre 66-70% e tem como temperatura de formação do gel 55-75°C/180-250 segundos com pH que pode variar entre 2,70 e 3,50. Estas pectinas são utilizadas quando a deposição da pectina deve ser rápida;
- Pectina de geleificação rápida: seu grau de esterificação está compreendido entre 70-76%, e a temperatura de formação do gel entre 75-85°C/20-70 segundos com pH que pode variar entre 3,00 e 3,10. estas pectinas são empregadas quando embala-se geléia em pequenos recipientes contendo pedaços de frutas ou casca, contribuindo para evitar que os pedaços transportem-se para a superfície (SOLER, 1991; BRANDÃO; ANDRADE, 1999)

Vale ressaltar que quanto maior a temperatura de geleificação mais rápido irá ocorrer a formação do gel no período de resfriamento, e mais rígido será o gel (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

2.5 CONTROLE DE QUALIDADE EM GELÉIAS

2.5.1 Tempo de concentração

A etapa de concentração é de fundamental importância no processo de fabricação de geléias. É realizada por meio da cocção em altas temperaturas e tem por finalidade a dissolução do açúcar na polpa e a sua união com a pectina e o ácido para formar o gel. Porém o tempo de cocção deve ser o menor possível para evitar que o aquecimento prolongado desencadeie alterações no sabor e na cor do produto, inversão excessiva da sacarose e hidrólise da pectina, o que irá dificultar ou até mesmo impedir a formação do gel (MAIA, 1997).

O tempo de concentração depende ainda de outros fatores, entre eles está a relação entre o volume do recipiente, o tipo de aquecimento, o volume da mistura e a diferença de °Brix entre o início e o final do processo. Uma concentração excessiva em um curto período de tempo pode causar pouca ou nenhuma inversão da sacarose, acarretando a incompleta absorção do açúcar pela fruta, dando lugar, a processos osmóticos, durante o armazenamento. Estes processos podem ser

responsáveis pela destruição do gel formado e pela diminuição da concentração final dos sólidos solúveis (SOLER; RADOMILLE; TOCCHINI, 1991).

De um modo geral, o tempo de cocção da polpa deve ser pequeno antes da adição do açúcar e maior após a adição deste, não ultrapassando 20 minutos, para se obter uma geléia de boa qualidade (LOPES, 2007).

A densidade e a continuidade da rede de gel formado são afetadas pelo teor de pectina enquanto a rigidez da estrutura sofre alterações em função da concentração de açúcar e da acidez total titulável.

Assim quanto maior for à concentração de açúcar presente na geléia, menor será a quantidade de água que a estrutura suportará. Em contrapartida uma alta acidez afeta a elasticidade, deixando-a rígida ou, muito maleável. Tal comportamento deve-se reação de hidrólise da pectina (JACKIX, 1988).

2.5.2 Determinação do ponto de geleificação

Para se determinar a concentração ideal da geléia pode-se proceder de diversas formas, porém a principal e mais exata é a determinação do índice de refração, o qual indica a concentração de sólidos solúveis presente na geléia. Esta medida pode ser realizada usando um refratômetro portátil como mostrado na FIGURA 9 ou um refratômetro de bancada. Os resultados serão expressos em graus Brix, e devem ser lidos corretamente, usando-se uma amostra representativa do lote, sempre a temperatura igual a 20°C, para evitar variações. Caso a amostra não esteja nesta temperatura deve ser feito às devidas correções (MAIA, 1997).

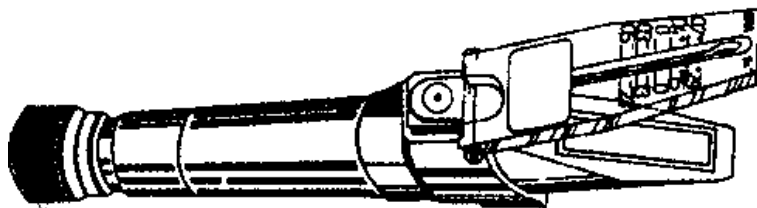


FIGURA 9 - REFRAATÔMETRO PORTÁTIL

FONTE: BOHATCH (2001)

Outro método também utilizado artesanalmente é a determinação da viscosidade por meio do teste da colher, que consiste em retirar com o auxílio de uma colher uma pequena porção de geléia, inclina-la e deixa-la escorrer, caso esorra em forma de fio ou formar gotas, a geléia não está no ponto. Segundo Lopes (2007) se a geléia ficar parcialmente solidificada ou escorrer sob a forma de lâmina ou flocos, a concentração está no ponto desejado, como pode ser visto na FIGURA 10.



FIGURA 10 – DETERMINAÇÃO DA VISCOSIDADE (TESTE DA COLHER)
FONTE: A autora

2.5.3 Temperatura de envase

O controle da temperatura de envase tem por finalidade assegurar uma adequada geleificação e distribuição homogênea dos pedaços de frutas presentes na geléia, além de reduzir o choque térmico e as alterações de cor e sabor (MAIA, 1997).

A temperatura de envase da geléia que contém a pectina de alta metoxilação varia de acordo com a velocidade de geleificação. Por exemplo, para a pectina de alta metoxilação e rápida geleificação deve-se envasar a geléia a uma temperatura superior a 85°C seguida de um resfriamento, o qual varia de acordo com o tamanho e tipo de embalagem a ser empregada (SOLER, 1991)

2.5.4 Envase

Ao envasar a geléia em embalagens plásticas, atualmente tem se utilizado o polietileno, por ser transparente, apresentar resistência e flexibilidade além de seu menor custo (SOLER; ARDITO; XAVIER, 1991).

Apesar dos inúmeros materiais de embalagem, o vidro ainda é um material muito utilizado em larga escala na indústria de alimentos, por ser transparente e apresentar formatos que facilitam a retirada do conteúdo de alimentos infantis, frutas em conserva, geléias o que contribui para a venda do produto. Além de possuir propriedades de inércia química, impermeabilidade, rigidez, resistência mecânica, empilhamento, transporte, manuseio e estocagem (FELLOWS, 2006).

O recipiente em vidro contribui ainda para a manutenção da qualidade do produto final, por protegê-lo de contaminações externas, sejam físicas, químicas ou biológicas, minimizando interações prejudiciais e prolongando seu armazenamento (FREITAS *et al.*, 2006). Tem a vantagem adicional de ser visto pelo consumidor como um material nobre, mas, por outro lado, permite a passagem de luz (AZEREDO; FARIA; BRITO, 2004).

2.5.5 Condições de armazenamento

Um dos fatores determinantes no desenvolvimento de novos produtos é a determinação da vida-de-prateleira, sendo que esta pode ser definida como o tempo decorrido entre a produção e a embalagem do produto até o ponto que este se torna inaceitável ao consumo (FU, LABUZA, 1993; ELLIS, 1996).

A qualidade dos alimentos é definida por parâmetros fisiológicos, valores nutricionais e atributos sensoriais como cor, sabor aroma e textura ou consistência. A diminuição da qualidade do produto e a redução no tempo de vida-de-prateleira podem ser conseqüências do efeito de uma ou mais destas propriedades (PFEIFFER *et al.*, 1999).

Primeiramente identificam-se quais são as características dos ingredientes que compõem o produto, e as condições de processos e de estocagem que poderão influenciar na vida-de-prateleira do produto estudado.

A seguir, determinando e controlando os parâmetros de processo, pode-se determinar exatamente o tempo final de vida-de-prateleira, ou seja, o momento em que o produto não é mais seguro para o consumo (LEWIS, DALE, 1996).

Neste caso, o produto pode apresentar microrganismos patogênicos e deteriorantes, alterações organolépticas, alterações físico-químicas e perda do valor nutricional proveniente da embalagem (PADULA, 1996).

Alguns fatores extrínsecos podem ser considerados como responsáveis por reações de transformações nos alimentos processados, a saber; luz UV, umidade relativa, composição gasosa e temperatura (LABUZA, 1984; FELLOWS, 2006). Outros fatores considerados intrínsecos estão relacionados às alterações mencionadas, ou seja; atividade de água (*aw*), pH, composição química e potencial redox (AZEREDO *et al.*, 2004).

O tempo de armazenamento de alimentos acaba sendo afetado pela temperatura. O controle de temperatura nos produtos embalados é dificultado pela resistência à transferência de calor interna e externa, e a cada acréscimo de 10°C na temperatura do produto, a velocidade de reação é duplicada, causando a descoloração, o derretimento ou até mesmo a decomposição (GERMANO; GERMANO, 2001).

2.5.6 Análises empregadas no controle de qualidade

As propriedades organolépticas dos alimentos podem ser percebidas sucessivamente em três momentos diferentes: antes, durante e após o consumo do alimento.

Desde o instante em que nascemos ingerimos alimentos, e de alguma forma, consciente ou inconsciente, estamos avaliando-os sensorialmente (BENTO, 1998).

A aceitação ou rejeição de um alimento e sua preferência em relação a outro dependem em grande parte da informação sensorial recebida. Esta é a razão pela qual a tecnologia de alimentos se interessa em determinar se um alimento é aceito ou preferido pelo consumidor. Por tal motivo, é de grande importância à análise sensorial dos alimentos, para identificar as diferenças encontradas, melhorar a qualidade dos produtos e descobrir novas fórmulas.

A análise sensorial é uma ferramenta moderna, utilizada na indústria de alimentos, contribuindo direta ou indiretamente para o desenvolvimento de novos produtos. É também utilizada para a reformulação de produtos já estabelecidos no mercado, na redução de custos, e no estudo da vida-de-prateleira, bem como na determinação de diferenças e similaridades apresentadas entre produtos concorrentes. Pode também ser usada na identificação de preferências de consumidores por um determinado produto e finalmente para o controle de qualidade do produto.

Na realização do teste sensorial é de grande importância a padronização das amostras uma vez que o atributo que se pretende avaliar é influenciado por outros fatores, como a quantidade de amostra e a cor do produto (PAL *et al.*, 1985).

Segundo Meilgaard, Civille e Carr (1991), a tendência do homem é apreciar os atributos de um alimento na seguinte ordem: aparência, odor, aroma, fragrância, consistência, textura e sabor. Atributos estes que determinam a intensidade e característica sensorial presente nas amostras e muito usados em novas formulações, no controle de qualidade, e no teste de armazenamento como forma de contribuir para a qualidade do produto (FERREIRA, 2002).

A análise sensorial se utiliza dessa capacidade para avaliar os alimentos empregando metodologia apropriada, com auxílio do tratamento estatístico aos dados obtidos (FERREIRA *et al.*, 2000).

Dentre os métodos empregados destacam-se os métodos descritivos os quais de forma qualitativa e quantitativa descrevem as amostras, caracterizando as propriedades sensoriais do produto, bem como os métodos subjetivos os quais medem o quanto uma população gostou de um produto, avaliando a preferência e a aceitabilidade (DUTCOSKY, 2007).

2.6 DEFEITOS EM GELÉIAS

O processo de fabricação de geléias envolve vários fatores, os quais podem apresentar diversos problemas desencadeando defeitos no produto final, indesejáveis e muitas vezes detectados visualmente. Por isso, é importante e necessário efetuar a determinação do teor de sólidos solúveis, acidez, pH e o grau de geleificação, a fim de confirmar a falha ocorrida durante o processamento.

A avaliação do sabor e da cor apesar de ser um método subjetivo deve ser realizada, pois é uma importante ferramenta na detecção de problemas em geléias. De acordo com Lopes (2007) os problemas mais comuns encontrados na fabricação de geléias serão descritos a seguir:

2.6.1 Sinérese (liberação de água)

O gel formado consiste na união de duas micelas de pectina por efeito do ácido e do açúcar unidas por forças de Van der Waals que conferem ao gel uma rede tridimensional sólida, que retém na sua malha uma fase líquida. No entanto, quando esta estrutura sofre alterações de desequilíbrio entre os constituintes, ocorrerá à exclusão de água denominada desta forma de sinérese.

A formação do gel implica na associação de cadeias entre si, das quais podem distinguir-se diversas etapas de transição:

- O estado sol, onde o polímero forma uma dissolução, e as macromoléculas não estão organizadas;
- O estado gel aparece quando as cadeias estão suficientemente associadas para formar uma rede de gel;
- À medida que as cadeias do gel se organizam, o gel vai se transformando, apresentando maior rigidez, dando lugar à formação da sinérese, ou seja, quando o gel se contrai e libera a fase líquida (MULTON, 2000) como pode ser visualizado na FIGURA 11.

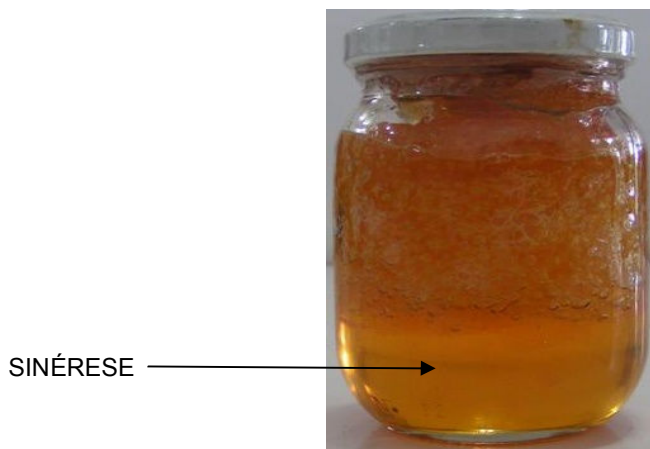


FIGURA 11 – LIBERAÇÃO DE ÁGUA DA GELÉIA (SINÉRESE)

FONTE: A autora

O processo de sinérese também pode ocorrer pela existência de um diferencial de sólidos que diminui com o aumento no tempo de cozimento ou com a imersão prévia da fruta em xarope de açúcar (SOLER, 1991). Outro fator que contribui com o processo de sinérese está relacionado à pré-gelatinização que ocorre na etapa de envase da geléia decorrente de baixas temperaturas, baixos valores de pH em torno de 2,70 e a presença de um diferencial de sólidos na fruta e no gel (JOHNSON, 2001).

Vale ressaltar também como fator determinante do processo de sinérese a deficiência, a deterioração e ou a hidratação irregular da pectina (MAIA, 1997).

Para as pectinas de baixa metoxilação a força do gel aumenta com a elevação no nível de cálcio presente até atingir uma ótima força, neste nível o gel apresenta-se forte e elástico. Além deste ponto, ocorrem ligações excessivas entre as moléculas causando uma forte contração do gel até tornar-se quebradiço, turvo e propenso à formação de sinérese (SIGUEMOTO, 1993).

2.6.2 Flutuação da fruta

O processo de aparecimento de partes da fruta na superfície da geléia, chamado de flutuação, consiste em um defeito considerado grave e indesejável ao produto.

Vários fatores a serem mencionados a seguir podem ser considerados como os responsáveis por este processo são eles; a elevada temperatura na etapa de envase, a presença de baixos valores de conteúdo de sólidos, elevados valores de pH, o tipo de pectina apropriado e sua velocidade de geleificação (SOLER, 1991).

2.6.3 Geleificação antecipada

A geleificação antecipada é um problema e caracteriza-se pelo elevado conteúdo de sólidos o qual pode ser ajustado com a adição de água, menor tempo de cozimento ou menor adição de açúcar. Tal problema pode ser resolvido com a escolha e a dosagem correta de ácido à geléia, sendo de extrema importância o conhecimento da faixa de pH de geleificação da pectina que se deseja trabalhar

(JOHNSON, 2001). Outro parâmetro a ser considerado no processo é o tempo prolongado durante a etapa de envase o que faz com que a sua temperatura diminua a valores não recomendados. A solução para este problema seria aumentar a temperatura na etapa de envase ou optar por uma pectina de geleificação mais lenta (SOLER, 1991).

2.6.4 Gel com consistência muito firme

O gel com consistência muito firme pode ser resultante de processos de fabricação resultando em elevados valores de sólidos solúveis, tempo e temperatura de concentração, acidez total (baixo pH), bem como uma pequena quantidade de açúcar e uma quantidade excessiva de pectina por um longo período de tempo de cocção (MAIA, 1997). A incidência de baixos valores de pH também pode levar a formação de um gel muito firme (JOHNSON, 2001).

A prevenção deste tipo de defeito pode se dá pela realização de um processo de cozimento em menor tempo ou com a adição de água.

2.6.5 Consistência do gel fraco

Vários fatores podem estar correlacionados para a ausência de gel ou com a pouca formação de gel, entre estes podemos citar: pectina imprópria para tal característica de gel, dissolução inadequada, pouca pectina, solução de pectina armazenada por muito tempo, baixo teor de cálcio no caso de pectinas de baixa metoxilação ou valor de pH incorreto (pH muito baixo) que irá romper o sistema reticular da geléia causando sinérese (SOLER, 1991).

A hidrólise excessiva da pectina resultante da cocção prolongada, a quantidade elevada de água adicionada à pectina, o resfriamento da geléia a temperatura muito abaixo da temperatura recomendada para a etapa de envase, também provoca a gelatinização prévia, o que resultará em um gel com grânulos (ruptura do gel), assim como o baixo teor de sólidos solúveis, por tempo insuficiente de concentração ou movimento excessivo da mistura antes da completa geleificação (MAIA, 1997).

A adição de açúcar em excesso provoca o desequilíbrio químico existente entre a pectina com o ácido na geléia, bem como o excesso de solução tampão sob a forma de sais minerais também pode impedir por completo a geleificação (LOPES, 2007).

2.6.6 Cristalização

O processo de cristalização pode ocorrer espontaneamente quando a concentração final da geléia exceder a 70% da quantidade de sólidos solúveis, em decorrência da excessiva inversão da sacarose, que formará cristais de glicose os quais irão acentuar-se durante a etapa de armazenamento, causando um aumento na acidez total da geléia.

Alguns fatores parecem ser determinantes para o aparecimento deste problema dentre eles podemos destacar o tempo de cocção prolongado ou o grande intervalo de tempo existente entre a preparação da geléia e as etapas de envase e de resfriamento (MAIA, 1997).

2.6.7 Cozimento prolongado

O cozimento prolongado da geléia, com visto anteriormente, resulta na reação de hidrólise da pectina e na caramelização do xarope, quando a polpa e o açúcar devem ser concentrados rapidamente até o ponto de geleificação (CRUESS, 1973).

2.6.8 Alteração de cor

A alteração de cor da geléia está relacionada a diferentes fatores, os quais podem ser descritos a seguir; polpa ou frutas descoloridas decorrentes de resíduos de SO₂ que é empregado na preservação das mesmas, frutas verdes por possuírem uma coloração pouco intensa, frutas maduras, contaminação metálica, caramelização do açúcar causada pelo tempo de cocção prolongado ou falhas no

processo de envase, quando este é feito em grandes recipientes onde o resfriamento prolongado resulta no escurecimento na parte central da embalagem (LOPES, 2007).

2.6.9 Excesso de açúcar

O excesso de açúcar é um defeito que aparece com frequência na fabricação de geléias, devido à adição de quantidades excessivas de açúcar em relação à pectina e ao ácido existente na polpa. É possível obter-se uma geléia firme, usando a proporção certa de açúcar em relação à pectina e ao ácido. A determinação do teor de pectina deve ser feita rapidamente pelo teste do álcool, ou medidas da acidez total titulável ou ainda pela determinação do valor do pH medido na geléia (CRUESS, 1973).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

3.1.1 Matéria-prima

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Paraná, em parceria com a Indústria Franceses Alimentos - SC. Foi utilizado como matéria-prima o abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) da variedade Smooth Cayenne adquirido no Ceasa – PR, no período compreendido entre março e abril, safra 2006/2007, provenientes de Tocantins.

As pectinas utilizadas foram fornecidas pela empresa CP KELCO, localizada na cidade de São Paulo, e apresentam as seguintes características (TABELA 5):

TABELA 5 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS PECTINAS COMERCIAIS

TIPO DE PECTINA	105	115	121
VELOCIDADE DE GELEIFICAÇÃO	Rápida	Média	Lenta
TEMPERATURA DE GELEIFICAÇÃO	85°C	75°C	65°C
TEOR DE PECTINA RECOMENDADA	0,30 – 1,00%	0,30 – 1,00%	0,30 – 1,00%
TEOR DE SÓLIDOS RECOMENDADO	60 - 65%	64 - 68%	65 -75%
pH	2,9 – 3,6	2,9 – 3,6	2,9 – 3,6

FONTE: CP KELCO (2007)

Os valores apresentados acima servem como referência para a padronização dos produtos a serem formulados, devendo-se seguir sempre as denominações mínimas especificadas para se obter a formação do gel (CP KELCO, 2007).

As pectinas apresentadas são todas de alto grau de metoxilação, porém com diferentes velocidades de geleificação, características estas que conferem aplicações em geléias caseiras, com pedaços de frutas e tempo de envase rápido

(embalagens pequenas) ou lento (recipientes grandes), de acordo com Soler; Radomille; Tocchini (1991). O açúcar utilizado foi à sacarose comercial.

3.1.2 Equipamentos

- Balança analítica de precisão, 4 casas decimais, leitura mínima 0,1 mg, marca Adventurer OHAUS;
- Espectrofotômetro Hunter Lab Mini Scan XE Plus (Reston, VA, EUA), modelo 45/0-L;
- Potenciômetro (INSTRUTHERM modelo pH-1800), calibrado com as soluções tampão (pH 4,0 e 7,0 – padrão comercial), a 25°C,
- Refratômetro de bancada (RL3 – Polskie Zaklady Optyczne S.A.), com escala de 0 a 90,00°Brix e correção de temperatura para 20°C.
- Processador de Alimentos – Master (Walita) – potência 600 Watts
- Mix Britânia – potência 180 Watts

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Processamento da polpa

O processamento da polpa pode ser visualizado em um fluxograma apresentado a seguir na FIGURA 12, conforme Jackix (1988); Soler, Radomille, Tocchini (1991); Maia (1997); Almeida (1999) e Morais (2000).

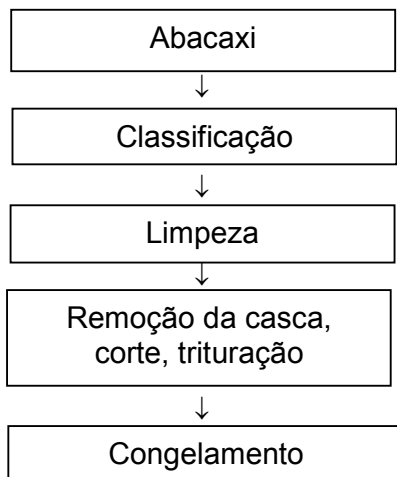


FIGURA 12 - FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO DA POLPA

A) Abacaxi

O abacaxi foi adquirido no mesmo instante em local único com o objetivo de se obter ao final uma polpa homogênea de um total de 30,00kg de frutos inteiros.

B) Classificação

A classificação do abacaxi foi realizada de acordo com o regulamento técnico de identidade e qualidade para a classificação do abacaxi de acordo com Brasil (2002). Um dos critérios adotados refere-se a coloração da casca do abacaxi que deve apresentar até 50% da sua casca amarela, de modo a se obter uma polpa de qualidade uniforme. Posteriormente procedeu-se separando os frutos verdes dos amassados, ou mesmo qualquer com qualquer outro tipo de defeito, que pudessem tornar as frutas inadequadas ao processamento.

C) Limpeza

A limpeza foi realizada no instante em que as frutas chegaram ao local do processamento, sob água potável corrente com o auxílio de uma escova de cerdas duras para a remoção eventual da carga microbiana adquirida durante o cultivo, a colheita e o transporte.

D) Remoção da casca, corte e trituração

A retirada da casca e a remoção dos frutinhos “olhos” do abacaxi foi feita manualmente com o auxílio de uma lâmina de corte em aço inox 316, conforme visualizado na FIGURA 13.



Retirada da casca



Retirada dos frutinhos
“olhos”



Polpa triturada

FIGURA 13 – DESCASCAMENTO E TRITURAÇÃO DO ABACAXI

FONTE: A autora

A trituração de todos os frutos foi realizada sequencialmente em um microprocessador de alimentos com lâmina de corte grossa, mantido sob velocidade constante. Após esta etapa toda a polpa obtida foi homogeneizada em um recipiente único sob agitação manual o que conferiu ao lote características uniformes de cor, sabor, pH e sólidos solúveis totais. Estas características são importantes para a padronização do produto final.

Após a etapa de homogeneização a polpa foi acondicionada em sacos de polietileno com capacidade de 500mL e encaminhadas para a etapa de congelamento e armazenamento.

E) Congelamento

A etapa de congelamento ocorreu com o encaminhamento das polpas para um *freezer* mantido a temperatura de -18°C permanecendo nestas condições por um período de três semanas.

3.2.2 Processo de fabricação da geléia

A formulação desenvolvida no presente trabalho foi definida na literatura como Geléia Comum cuja proporção em peso é de 40% de polpa e 60% de açúcar, por tratar-se da produção de uma geléia em escala de laboratório.

A FIGURA 14 apresenta de forma simplificada o fluxograma do processo da fabricação da geléia, de acordo com Jackix (1988); Soler (1991); Maia (1997); Alves (1999); Moraes (2000) e Lopes (2007).

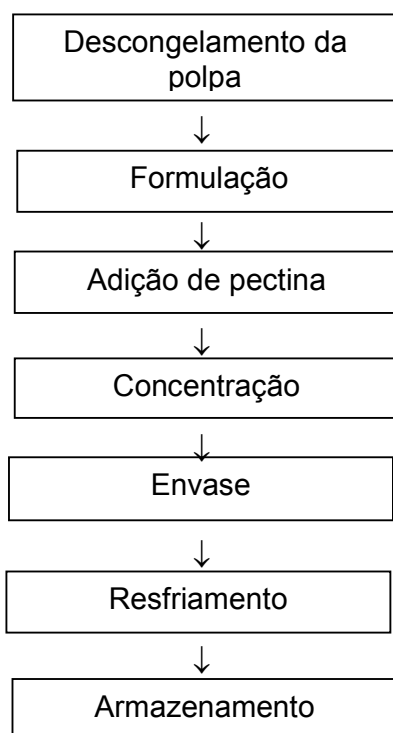


FIGURA 14 - FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO DA GELÉIA

A) Descongelamento da polpa

O descongelamento da polpa ocorreu de acordo com a necessidade de produção da geléia sendo a polpa mantida em temperatura ambiente por um período de tempo de no máximo duas horas.

B) Formulação

Para cada 1,00kg de polpa adicionou-se 1,50kg de sacarose (total de 2,50kg) e parte do açúcar (8%) foi reservada para a etapa de hidratação da pectina.

C) Adição de pectina

A quantidade de pectina a ser adicionada foi calculada com base na formulação total da geléia (polpa+sacarose) e pode ser apresentada a seguir:

- Para uma geléia com concentração igual a 0,50% a quantidade de pectina adicionada foi de 12,50g;
- Para uma geléia com concentração igual a 0,75% a quantidade de pectina adicionada foi de 18,75g;
- Para uma geléia com concentração igual a 1,00% a quantidade adicionada de pectina foi de 25,00g.

Inicialmente efetuou-se a hidratação da pectina, ou hidrocolóide, seguindo as recomendações do fabricante, ou seja, homogeneização de 5 partes de açúcar para 1 parte de pectina e em seguida foram adicionadas 10 partes de água a uma temperatura de aproximadamente 60°C, sob agitação intensa. A solução de pectina foi então adicionada ao processo, como pode ser observado na FIGURA 15.



FIGURA 15 – FASES DE HIDRATAÇÃO DA PECTINA

FONTE: A autora

D) Concentração

A etapa de concentração da geléia consiste em um processo de cocção de uma mistura constituída por polpa, açúcar e pectina, realizada em um recipiente aberto, de aço inoxidável, com capacidade para 20 litros. O período de tempo recomendado para este processo varia entre 15 e 30 minutos. A temperatura pode variar entre 100 e 105°C, até atingir a concentração de sólidos solúveis totais, indicada para cada tipo de pectina. O acompanhamento do teor de sólidos solúveis totais foi realizado com o auxílio de um refratômetro portátil.

E) Envase

A etapa de envase consiste no acondicionamento da geléia preparada, em frascos de vidro, até a altura de ombro, respeitando o espaço vazio de 1 cm entre a geléia e a tampa do frasco, espaço este necessário à formação de vácuo, como pode ser observado na FIGURA 16.



Leitura da temperatura da geléia



Envase a quente da geléia



Geléia pronta

FIGURA 16 – ETAPAS DE ENVASE DA GELÉIA

FONTE: A autora

A temperatura de operação do processo variou entre 100 e 105°C, para a embalagem de 0,25kg. Após o acondicionamento da geléia os frascos foram hermeticamente fechados e invertidos durante cinco minutos.

Vale destacar, que tanto os frascos de vidro como as tampas metálicas foram previamente esterilizadas em água a temperatura de 100°C durante um período de tempo de 25 minutos e em seguida invertidos e deixados em repouso até o momento do envase.

F) Resfriamento

Após a etapa de envase os frascos de vidro foram resfriados a temperatura ambiente, em bancada de granito, mantendo uma distância de 8 cm entre estes.

G) Armazenamento

As geléias foram armazenadas em caixas de papelão com divisórias, próprias para o seu acondicionamento e mantidas em temperatura ambiente com pequenas variações.

Segundo Climerh (2008) a temperatura média mensal dos meses de junho a novembro de 2007 variou entre 19,31; 16,70; 17,50; 21,26; 22,88 e 23,28°C, respectivamente e a umidade relativa do ar sofreu oscilações de 80,35; 79,26; 80,87; 76,26; 77,72 e 72,58%.

3.2.3 Análises físico-químicas desenvolvidas

Com o objetivo de melhor entender como ocorre a perda de qualidade de uma geléia de abacaxi comercial, durante o período de armazenamento, será feita uma descrição breve de técnicas e procedimentos experimentais de análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais durante as etapas de preparação e de armazenamento das geléias. As análises foram realizadas em triplicata.

A) Sólidos solúveis totais (SST)

Para o controle e a qualidade da geléia, utiliza-se o método de refratometria, que realiza a medição de sólidos solúveis da amostra e expressa em graus Brix.

O aparelho utilizado para esta análise é o refratômetro, que funciona pela transmissão da luz sobre a escala do aparelho, o qual tem uma linha de demarcação. A posição de linha de demarcação determina o resultado. Para se ler resultados em °Brix adiciona-se sob o prisma uma pequena porção da amostra e realiza-se a leitura direta (SOLER et al, 1995).

O teor de sólidos solúveis totais presentes nas geléias foi determinado utilizando-se um refratômetro de bancada, com escala de 0 a 90,00°Brix com correção de temperatura para 20°C, conforme BRASIL (2005).

Para o ajuste do refratômetro utilizou-se água a 20°C, de acordo com as instruções do fabricante. Posteriormente transferiu-se de 3 a 4 gotas da amostra homogeneizada para o prisma do refratômetro. Após um minuto, procedeu-se a leitura diretamente na escala em graus Brix. O ajuste de temperatura não foi necessário por que as temperaturas da amostra e do ambiente estavam em 20°C.

B) Determinação do pH

O pH é um termo que expressa a intensidade da condição ácida ou básica de um determinado meio.

A determinação do pH foi realizada utilizando um pHgâmetro calibrado com solução tampão (padrão comercial) pH 4,00 e 7,00, em temperatura de 25°C, de acordo com BRASIL (2005).

Esta análise consiste em; pesar 5g da amostra homogeneizada em um béquer e diluir com o auxílio de 50 mL de água até a completa dissolução. Com o aparelho previamente calibrado, realizar a leitura do pH, após a estabilização do valor.

C) Acidez total titulável (ATT)

As análises de acidez total titulável nas geléias de abacaxi foram quantificadas por titulação com uma solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) utilizando solução alcoólica de fenolftaleína a 1,00% como indicador, de acordo com BRASIL (2005). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

Esta análise consiste em; pesar 10g de amostra homogeneizada em um frasco de erlenmeyer e diluir em 100 mL de água. Adicionar 4 gotas de fenolftaleína. Titular com a solução de hidróxido de sódio 0,1N, sob agitação constante, até coloração rósea persistente por 30 segundos. Anotar o valor gasto de hidróxido de sódio na titulação para ser calculado de acordo com a Equação 01.

$$\text{Acidez total titulável (g ácido cítrico/ 100g)} = \frac{v \times f \times M \times PM}{10 \times P \times n} \quad (\text{Equação 01})$$

Onde:

v = n° de mL da solução de NaOH 0,1N gasto na titulação

f = fator de correção da solução de NaOH 0,1N

M = molaridade da solução de NaOH 0,1M

PM = peso molecular do ácido cítrico

P = n° em gramas da amostra

n = número de hidrogênio ionizáveis

D) Determinação da vitamina C

Esta análise foi realizada para determinar o teor de ácido ascórbico (vitamina C) presente na amostra, sendo determinado por volumetria de oxi-redução com titulação das amostras com solução 2,6-dicloro-fenol indofenolsódico (DCFI), segundo método da AOAC (2000)

Inicialmente prepararam-se as seguintes soluções:

Solução de ácido oxálico a 1% – pesar 12g de ácido oxálico monoidratado, transferir para um balão volumétrico de 1000 mL e completar o volume com água destilada.

Solução de 2,6-dicloro-fenol indofenol (DCFI) – pesar aproximadamente 2g de 2,6-dicloro-fenol indofenol, dissolver em 1000 mL de água destilada e filtrar.

Solução-padrão de ácido ascórbico – pesar 50mg de ácido ascórbico p.a.; transferir para um balão volumétrico de 100 mL, incorporar a solução de ácido oxálico a 1,00% e completar com água destilada. Esta solução deve ser realizada por último e protegida com papel alumínio em volta do frasco para evitar a oxidação. Assim como a análise de modo geral deve acontecer sob pouca iluminação.

O procedimento de determinação da vitamina C seguiu com a titulação da solução padrão, sendo necessário pipetar 10 mL da solução-padrão de ácido ascórbico em um erlenmeyer contendo 50 mL de solução de ácido oxálico e titular

com a solução de DCFI (volume P) até coloração rosada persistente durante 15 segundos.

Para a amostra, necessita-se pesar 10g da mesma e adicionar em um erlenmeyer contendo 50 mL da solução de ácido oxálico para titular com a solução de DCFI até coloração rosada persistente durante 15 segundos, obtendo-se o volume de A em mL. Os resultados obtidos serão substituídos para calcular a vitamina C presente na amostra de acordo com a Equação 02:

$$\text{Ácido ascórbico (mg/100g)} = \frac{5 \times A \times 100}{P \times \text{mL de amostra}} \quad (\text{Equação 02})$$

Onde:

5 = mg de ácido ascórbico padrão titulado

A = volume da solução DCFI utilizada para titular a amostra

P = volume da solução DCFI utilizada para titular o padrão

E) Determinação da pectina no abacaxi

Para a determinação da pectina presente no abacaxi utilizou-se polpa fresca coada em tecido sintético para obtenção do suco. A massa restante de polpa foi desidratada em estufa de circulação de ar a $50^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, por uma noite.

A extração e o isolamento da pectina foram realizados por extração ácida (quando necessária) e precipitação etanólica, segundo metodologia adaptada de Canteri-Schemin (2003). Para determinação do teor de pectina solúvel no suco, este foi resfriado em refrigerador até 4°C . Posteriormente, foi acrescentado a dois volumes de etanol 96°GL a mesma temperatura, com agitação lenta. A suspensão obtida permaneceu em repouso por 30 minutos, para flotação da pectina para a superfície. A pectina foi retirada, prensada levemente e acondicionada em frascos com etanol 96°GL por 24 horas, em volume suficiente para cobrir a amostra. Posteriormente, foi macerada com acetona em graal de porcelana, prensada manualmente em tecido sintético e permaneceu em estufa de circulação de ar a 40°C por 5 horas. Para determinação do teor de pectina insolúvel na polpa, a amostra de 2g da farinha de polpa de abacaxi, de granulometria menor que os orifícios do tamis 60 Mesh, foi suspensa em 50 mL de água. Simultaneamente, foi

preparada solução de ácido nítrico para adição. Os frascos com a suspensão e a solução foram aquecidos separadamente em chapa aquecedora até temperatura de extração desejada, quando então o conteúdo dos frascos foi misturado. A agitação foi realizada com auxílio de magneto. O tempo de extração foi de 20 minutos a 80°C, com concentração final de ácido nítrico de 50M. O frasco foi retirado do banho-maria e imediatamente resfriado sob torneira e banho de gelo. Foi realizada a filtração da suspensão ácida em tecido sintético, para obtenção do extrato ácido, resfriado em refrigerador até 4°C. O extrato ácido foi acrescentado a dois volumes de etanol 96°GL a 4°C, com agitação lenta.

A caracterização das amostras de pectina quanto ao grau de esterificação foi realizada por titulometria indireta modificada (BOCHEK; ZABIVALOVA; PETROPAVLOSVSKII, 2001), em triplicata. A quantidade de amostra conhecida, foi de aproximadamente 50mg, sendo em seguida solubilizada em 50 mL de água. Permaneceram em estufa de circulação de ar a 40°C até dissolução. Foi determinado o pH da solução, As carboxilas livres dos ácidos anidrogacturônicos foram tituladas com NaOH 0,05 mol/L, bem como as carboxilas esterificadas, após a saponificação com 10 mL de NaOH 0,5 mol/L por 30 minutos a 30°C. A neutralização foi feita com 10 mL de HCl 0,5mol/L. O ácido e o álcali apresentavam o mesmo fator de correção.

F) Avaliação qualitativa da pectina no abacaxi

Este procedimento foi executado de acordo com a metodologia citada por Maia (1997), cujo procedimento consiste em adicionar em um copo de béquer 2 partes do suco da fruta e 2 partes de álcool ou acetona. A solução foi agitada e, mantida em repouso durante 5 minutos, procedendo à observação da formação de coágulos. Um coágulo firme e transparente indica um suco rico em pectina; um coágulo pouco firme, rompendo-se em 2 a 3 partes caracteriza um suco com teor regular de pectina e a não formação de coágulo ou o rompimento deste em muitas partes revela um suco pobre em pectina (FIGURA 17).

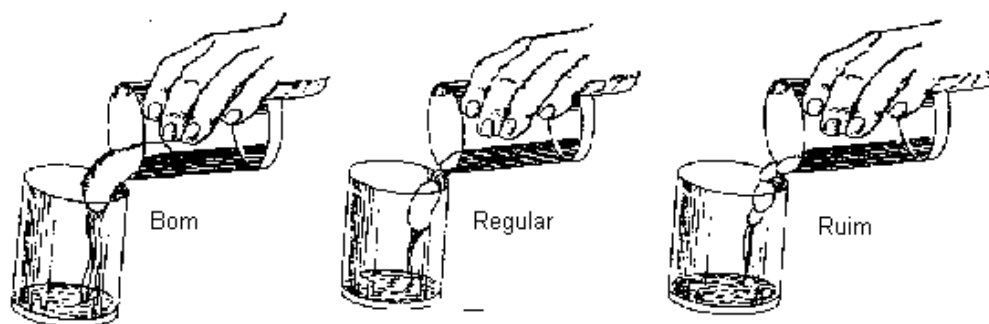


FIGURA 17 – FORMAÇÃO DO COÁGULO EM RELAÇÃO À QUANTIDADE DE PECTINA

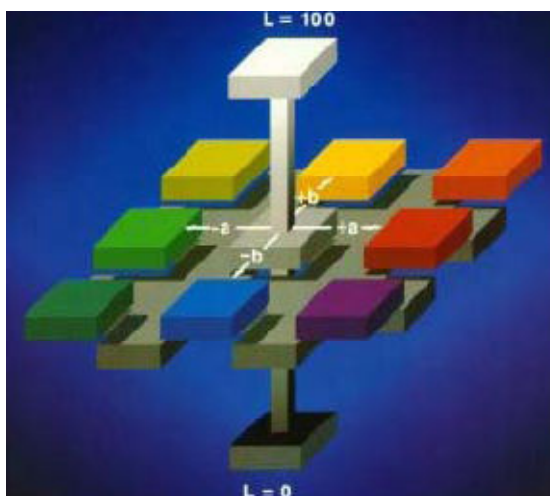
FONTE: MAIA (1997)

G) Análise colorimétrica

Segundo Sanjinez-Argandoña (2005), são usadas técnicas instrumentais por espectrofotômetros para obter avaliações objetivas da cor por meio dos sistemas de cores (Munsell, Hunter, CIE, CIELab), definindo o espaço cromático em coordenadas retangulares (L^* , a^* , b^*).

A variação no eixo L^* representa mudanças na luminosidade, com uma faixa de ($L^* = 0$ correspondendo ao preto e $L^* = 100$ correspondendo ao branco) e a^* e b^* são as coordenadas de cores responsáveis pela cromaticidade ($+a^*$ = vermelho e $-a^*$ = verde, $+b^*$ = amarelo e $-b^*$ = azul) (CALVO; SALVADOR, 2000).

Na FIGURA 18 pode-se visualizar esta representação das coordenadas retangulares conforme cita HUNTERLAB (2001):



FIGURAS 18 – COORDENADAS RETANGULARES DO SISTEMA HUNTERLAB

FONTE: HUNTERLAB (2001)

As alterações em cada parâmetro individual de cor foram calculadas de acordo com as Equações 03, 04 e 05 (HUNTERLAB, 1996).

$$\Delta L^* = L^* - L^*_0 \quad (\text{Equação 03})$$

$$\Delta a^* = a^* - a^*_0 \quad (\text{Equação 04})$$

$$\Delta b^* = b^* - b^*_0 \quad (\text{Equação 05})$$

Sendo que: L^*_0 , a^*_0 e b^*_0 referem-se ao parâmetro inicial de cor da amostra. A diferença total de cor (ΔE^*) foi determinada usando a Equação 06, de acordo com HUNTERLAB (1996):

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (\text{Equação 06})$$

A variação nos parâmetros de cor da geléia foram medidas usando-se um espectrofotômetro calibrado com uma placa preta e uma cerâmica padrão branca, fornecidos pelo fabricante.

H) Sinérese

A presença de sinérese na geléia de abacaxi foi determinada por gravimetria utilizando-se um béquer de 250 mL e uma peneira comum. Colocou-se 100g de amostra sobre a peneira a qual ficou acoplada a um béquer, e mantido a temperatura ambiente por duas horas. O volume de água depositado no fundo do béquer foi pesado e utilizado para o cálculo da porcentagem de sinérese de acordo com a Equação 07 (KHOURYIER; ARAMOUNI; HERALD, 2005; CP KELCO, 2007). Os resultados foram expressos em grama de líquido liberado/100 g de produto.

$$\text{Sinérese (\%)} = \frac{\text{gramas de líquido liberado} \times 100}{100\text{g (total da amostra)}} \quad (\text{Equação 07})$$

I) Análise microbiológica

As análises microbiológicas das geléias de abacaxi foram realizadas de acordo com as técnicas preconizadas pela legislação, RDC n.12, de 2001 e a resolução nº12 de 1978 (ANVISA), utilizando metodologias de análises microbiológicas de alimentos segundo, “Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods”. Para pesquisa de *Salmonella sp* e contagem de bolores e leveduras a metodologia empregada foi o plaqueamento seletivo diferencial, enquanto que a determinação de coliformes fecais a 45°C foi o método dos tubos múltiplos por NMP (Número Mais Provável).

Estas análises foram realizadas em um laboratório comercial de análises microbiológicas (ZÍNIA ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS). As amostras de geléia foram analisadas no primeiro e no sexto mês de armazenamento.

J) Análise sensorial

Para a análise sensorial da geléia de abacaxi foi utilizado o método subjetivo de aceitação (teste do consumidor) do produto aplicando-se o teste de perfil de características em escala hedônica de cinco pontos (QUEIROZ; TREPTOW, 2006). Os atributos cor, sabor, acidez, textura e aparência foram avaliados tendo como nota mínima o valor de 1 (inferior) e máxima o valor de 5 (superior) conforme Apêndice 1.

Avaliou-se também a aceitabilidade geral das amostras empregando-se escala hedônica (Apêndice 2) de nove pontos com limites que variaram de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo). Neste mesmo teste foi perguntado aos consumidores sobre a amostra de melhor aceitabilidade (DUTCOSKY, 2007).

Os testes foram realizados nas dependências do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da UFPR. As amostras foram servidas em pratos descartáveis devidamente codificados com 3 dígitos, e o teste ocorreu em uma sala mantida a temperatura ambiente. Os provadores foram recrutados em função da disponibilidade de participar dos testes.

K) Análise estatística dos dados

Na análise estatística dos dados experimentais utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 9 (nove) tratamentos e três repetições em parcelas sub-divididas. Os tratamentos foram representados por arranjo fatorial (3 x 3) sendo 3 tipos de pectinas e 3 níveis de concentração (PIMENTEL, 2000).

Os tratamentos constituíram as parcelas e, a época, as sub-parcelas, totalizando 27 unidades experimentais.

Os dados analíticos foram analisados estatisticamente pelo programa MSTAT-C, versão 2.10 (MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 1989), fornecendo os valores das médias, desvios padrão, análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias (Teste de Tukey a 5% de probabilidade). Os gráficos foram gerados pelo programa Excel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ABACAXI *IN NATURA*

O abacaxi apresenta uma grande variação na sua composição química para os valores de pH, acidez total, sólidos solúveis, citada por Andrade (1999), Thé (2001), Figueiredo; Queiroz; Noronha (2003). Estas alterações em sua grande maioria dependem da variedade, estágio de maturação, clima, época do ano em que é produzido entre outros fatores (MANICA, 1999).

Os resultados das análises físico-químicas efetuadas na polpa de abacaxi utilizada no presente trabalho estão descritos a seguir na TABELA 6.

TABELA 6 – CARACTERÍSTICAS DO ABACAXI *IN NATURA* ANANAS COMOSUS (L.) MERRILL

DETERMINAÇÕES	POLPA DO ABACAXI*
Sólidos solúveis totais (°Brix)	9,00
pH	3,15
Acidez total titulável (g ácido cítrico/ 100g)	0,84
Relação SST°/ATT	10,71
Vitamina C (mg/100g)	25,00
Pectina g/100g	1,30

*NOTA: Valores médios de três repetições

O teor de sólidos solúveis totais presente na polpa de abacaxi igual a 9,00°Brix foi muito próximo daquele encontrado por Bengozi (2006) quando analisou a mesma variedade de abacaxi encontrando, ou seja, teor de 9,34°Brix.

Thé *et al.* (2001) por sua vez encontraram valores maiores que os citados anteriormente estando em torno de 11,50°Brix. Acredita-se que esta diferença esteja relacionada ao processo de maturação do fruto em função de sua época de colheita, a qual tem influência direta do clima.

Manica (1999), por sua vez, encontrou valores de sólidos solúveis na faixa de 9,85 a 14,98 para frutos mais verdes e 13,31 a 18,84 para frutos maduros.

Para os valores de pH obteve-se a média de $3,15 \pm 0,5$ a qual está próxima dos resultados apresentados por Andrade (1999) para a mesma variedade de abacaxi no estado de maturação considerado verde 3,20. No entanto, ficou distante dos valores de 3,80 e 3,63 encontrados por Sarzi e Durigan (2002) e também dos teores obtidos por Pinheiro, Vilas Boas e Lima (2005) para o abacaxi cv. Pérola.

A acidez total no abacaxi variou de 0,60 a 1,62% sendo expressa como a porcentagem (%) de ácido cítrico. Os ácidos cítricos e málicos são os principais componentes, contribuindo, respectivamente com 80 e 20% da acidez total (THÉ, 2001). Esta acidez, porém, varia entre as cultivares, entre frutos de uma mesma cultivar e entre diferentes seções de um mesmo fruto. A matéria-prima avaliada neste estudo apresentou teor de acidez da ordem de 0,84g ácido cítrico/100g (TABELA 6), estando na faixa mencionada para o abacaxi.

A relação entre os sólidos solúveis totais/acidez total titulável, representa o balanço dos açúcares com os ácidos e confere dentre outros atributos, principalmente o sabor dos frutos (CHITARRA, 1990). Thé *et al.* (2001) encontraram a relação SST/ATT de 11,01 para os abacaxis da variedade Smooth Cayenne. Enquanto neste estudo, a relação SST/ATT foi de 10,71.

A vitamina C tem relativa importância no processamento de frutos pois confere certa proteção contra o escurecimento interno (ANDRADE, 1999). No abacaxi, considerado uma fruta cítrica, seu teor varia de acordo com a maturação como mostra Andrade (1999) que encontrou teores de 17,00mg ác.ascórbico/100g em frutos maduros e 10,00mg ác.ascórbico/100g em frutos verdes. Souza (2006) encontrou 11,82mg ác.ascórbico/100g de ácido ascórbico para o abacaxi cv. Cayenne em estágio verde. No presente trabalho, os teores de vitamina C foram de 25,00mg ác.ascórbico/100g, estágio maduro, sendo portanto, superiores aos apresentados pelos autores supracitados. Estas variações provavelmente sejam decorrentes das condições edafo-climáticas nas quais as frutas foram cultivadas.

O teor de pectina presente na polpa de abacaxi foi de 1,30g/100g. Valores de pectina em abacaxi cv Pérola foram citados na literatura como de 0,10g/100g (PINHEIRO; VILAS BOAS; LIMA, 2005). No teste da viscosidade observou-se que a polpa de abacaxi analisada apresentou coágulos que romperam-se em diversos pedaços, caracterizando uma polpa pobre em pectina de acordo com os estudos de Maia (1997) e Moraes (2000).

4.2 GELÉIA DE ABACAXI

4.2.1 Comportamento dos sólidos solúveis totais (SST)

De acordo com Siguemoto (1993), os sólidos solúveis totais (SST) estão relacionados diretamente com a formação do gel, uma vez que se ligam às moléculas de água, favorecendo a estrutura da rede tridimensional. Portanto, a padronização de sólidos solúveis totais na fabricação de geléias é de importância fundamental no controle de qualidade das mesmas.

TABELA 7 – SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°BRIX) DA GELÉIA DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES

PECTINA	105			115			121		
	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%
1	69,00 _B ^a	65,00 _A ^c	67,00 _B ^b	65,00 _C ^b	67,00 _B ^a	66,50 _B ^a	67,00 _B ^a	66,00 _B ^b	67,00 _C ^a
3	70,00 _A ^a	65,00 _A ^b	67,00 _B ^b	66,00 _B ^c	67,00 _B ^b	68,00 _A ^a	68,00 _A ^a	66,00 _B ^b	68,00 _B ^a
6	70,00 _A ^a	65,00 _A ^c	68,00 _A ^b	67,00 _A ^c	69,33 _A ^a	68,00 _A ^b	68,50 _A ^a	67,00 _A ^b	69,00 _A ^a

NOTA: Letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

PECTINA 105

Verifica-se que utilizando a pectina 105 de rápida geleificação na concentração de 0,50% os SST apresentaram uma variação significativa do início ao final do tratamento, assim como na concentração de 1,00% (TABELA 7, FIGURA 19). No entanto, a 0,75% não houve variação no teor de SST. O aumento médio observado nos teores de SST foi de 1,47% quando comparados os teores no início e no final do período de armazenamento.

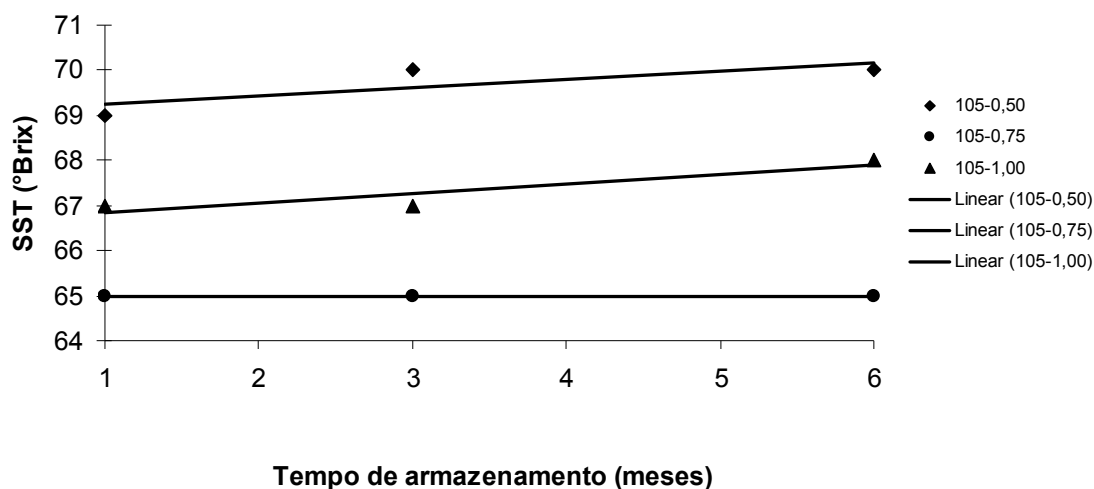


FIGURA 19 – SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°BRX) DAS GELÉIAS ELABORADAS COM A PECTINA TIPO 105 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 E 1,00%

Os teores de SST nas geléias elaboradas com pectinas de rápida geleificação variaram de 65,00 a 70,00°Brix ao final de seis meses. Os padrões recomendados pelo fabricante estabelecem a faixa específica de 60,00 a 65,00°Brix (TABELA 5) para pectinas de rápida geleificação (CP KELCO, 2007). Soler (1991) recomenda a faixa de 70,00 a 76,00°Brix para este tipo de pectina. Neste estudo, o único tratamento que se enquadrou na faixa citada pelo fabricante foi aquele obtido com pectina na concentração de 0,75% (65,00°Brix). O tratamento de 1,00% promoveu SST finais de 68,00°Brix, fora dos padrões estabelecidos pelo fabricante e também por Soler (1991). O tratamento com 0,50% resultou em SST de 70,00°Brix, em consonância com padrão estabelecido por Soler (1991).

PECTINA 115

Em todas as concentrações utilizadas da pectina 115 (média geleificação) houve aumento significativo nos teores de SST quando comparado o final do período de armazenamento com o início (TABELA 7, FIGURA 20). O incremento médio de SST ao final de seis meses foi de 2,92%.

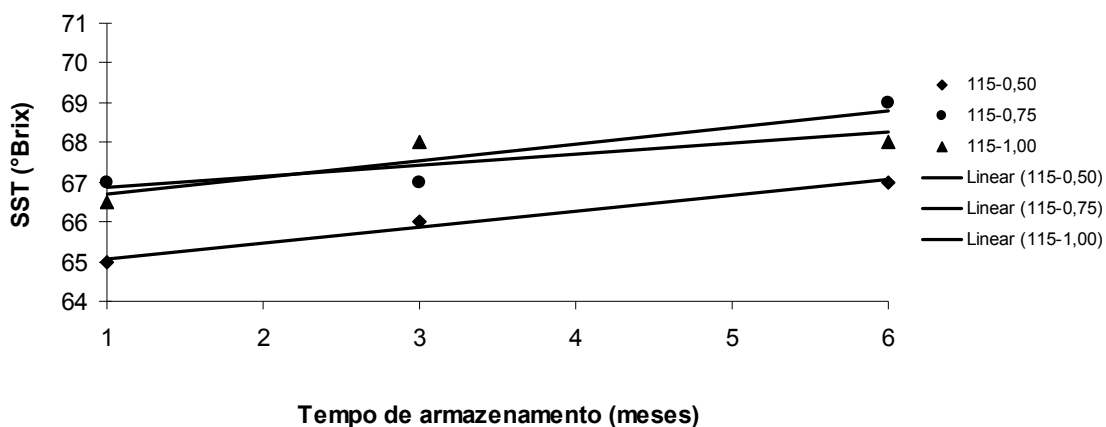


FIGURA 20 – SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°BRIX) DAS GELÉIAS ELABORADAS COM A PECTINA TIPO 115 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 E 1,00%

Os valores de SST apresentados nos tratamentos com a pectina 115 (média geleificação) nas concentrações de 0,50; 0,75 e 1,00% variaram de 67,00 a 69,30°Brix (FIGURA 20) no final do armazenamento. O fabricante recomenda a faixa de 64,00 a 68,00°Brix de concentração final para pectinas de média geleificação (CP KELCO, 2007). No presente estudo, verificou-se que os tratamentos conduziram aos respectivos valores de SST um pouco acima dos padrões citados pelo fornecedor, mas dentro da faixa citadas por Soler (1991) de 66,00 a 70,00°Brix.

PECTINA 121

Observou-se o mesmo comportamento para a pectina de lenta geleificação, ou seja, incremento no teor de SST, ao final do período analisado. No caso desta pectina, houve um acréscimo médio de 2,24% de SST.

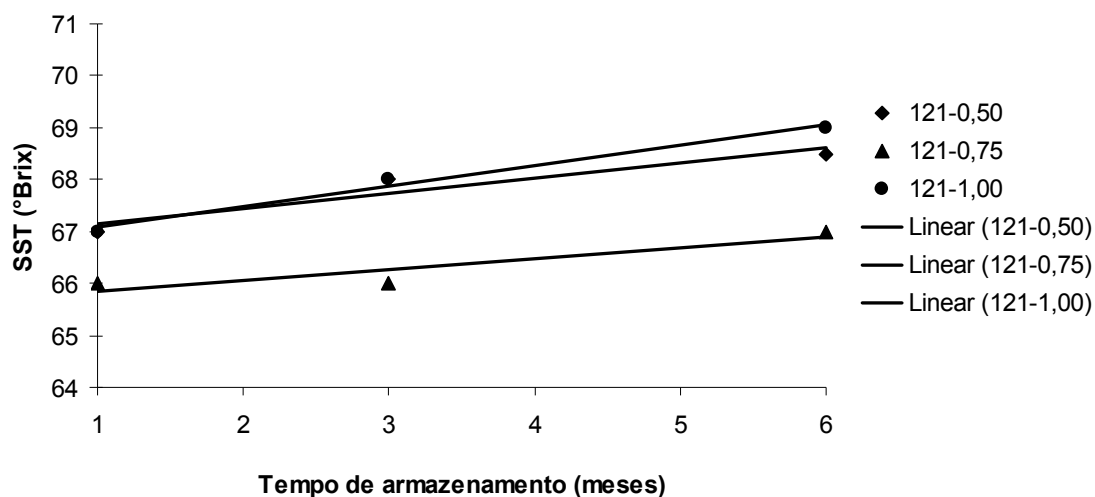


FIGURA 21 – SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°BRUX) DAS GELÉIAS ELABORADAS COM A PECTINA TIPO 121 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 E 1,00%

As geléias elaboradas com pectina tipo 121 (lenta geleificação), nas concentrações de 0,50; 0,75 e 1,00% apresentaram valores de SST que variaram de 67,00 a 69,00 °Brix ao final do período de armazenamento (FIGURA 21). Os teores se enquadram na faixa recomendada pelo fabricante (CP KELCO, 2007) que é de 65,00 a 75,00°Brix. No entanto, situa-se acima da faixa preconizada por Soler (1991) que é de 60,00-65,00°Brix. Possivelmente tais variações entre os resultados obtidos e os citados pelo autor acima, sejam decorrentes do processo de fabricação, matéria prima entre outros fatores que envolvem a fabricação de geléias.

Azeredo e Brito (2004) enfatizam que as variações ocorridas nos teores de sólidos solúveis totais estão relacionadas às condições de processamento. Alguns trabalhos, na literatura, têm reportado o aumento de sólidos solúveis totais em geléias, durante o período de armazenamento. Figueiredo *et al.* (1986) estudaram a estabilidade físico-química, química e microbiológica de geléia de jenipapo durante cinco meses e verificaram que os SST permaneceram relativamente estáveis no tempo de armazenamento, no entanto, aos dois meses estes valores foram maiores.

Assis *et al.* (2007) avaliaram a estabilidade de geléia de caju durante quatro meses e verificaram que o teor de sólidos solúveis totais variou significativamente (1%) de 70,20°Brix para 71,63°Brix.

Policarpo *et al.* (2007) estudaram a vida de prateleira de umbuzada (doce em massa de umbu), acondicionadas em embalagens de celofane e polipropileno. Neste estudo os autores verificaram aumento significativo nos teores de SST dos

produtos ao final de três meses em todos os tratamentos. Com estas informações foi possível visualizar que o armazenamento influencia o produto final.

4.2.2 Comportamento do pH

PECTINA 105

Para a geléia elaborada com a pectina de rápida geleificação (105) na concentração de 0,50% o aumento foi de 3,30%, na concentração de 0,75% o pH foi acrescido em 4,60% e na concentração de 1,00% o incremento foi de 3,50%. Verifica-se uma tendência das geléias de se tornarem menos ácidas com o tempo (TABELA 8, FIGURA 22). Os menores valores encontrados foram no tratamento com concentração de 0,50% e o maior com concentração de 1,00%. Godoy, Antunes e Zonta (1998) avaliaram a influência da adição de hidrocolóides (goma xantana, carragena e amido ceroso) na composição físico-química de néctar de goiaba e verificaram aumentos significativos nos valores do pH à medida que se utilizaram maiores concentrações destes aditivos.

TABELA 8 - pH DA GELÉIA DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES

MÊS	PECTINA			105			115			121		
	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%
1	3,02 _C ^b	3,03 _C ^a	3,07 _C ^{ab}	3,04 _C ^b	3,05 _C ^{ab}	3,07 _C ^a	3,03 _B ^a	3,04 _B ^a	3,03 _B ^a			
3	3,09 _B ^a	3,06 _B ^b	3,10 _B ^a	3,10 _B ^b	3,12 _A ^a	3,11 _A ^a	3,16 _A ^a	3,16 _A ^a	3,15 _A ^a			
6	3,12 _A ^b	3,17 _A ^a	3,18 _A ^a	3,16 _A ^a	3,17 _B ^b	3,15 _B ^b	3,17 _A ^a	3,17 _A ^a	3,16 _A ^a			

NOTA: Letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

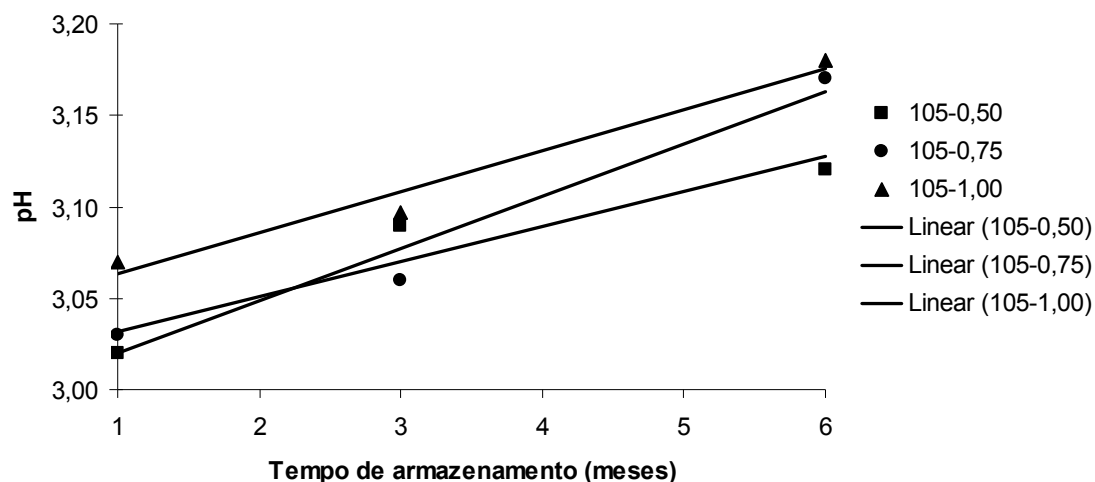


FIGURA 22 - pH DAS GELÉIAS DE ABACAXI COM A PECTINA 105 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 E 1,00%

PECTINA 115

Comportamento semelhante foi observado nas geléias tratadas com pectinas de média geleificação (TABELA 8, FIGURA 23), caracterizando aumento gradativo nos teores de pH com o tempo de armazenamento. Na concentração de 0,50% este aumento foi de 3,94% comparando-se o pH dos produtos ao final de seis meses com o pH dos produtos no primeiro mês. Na concentração de 0,75% este aumento foi semelhante e na concentração de 1,00% foi de 2,06%.

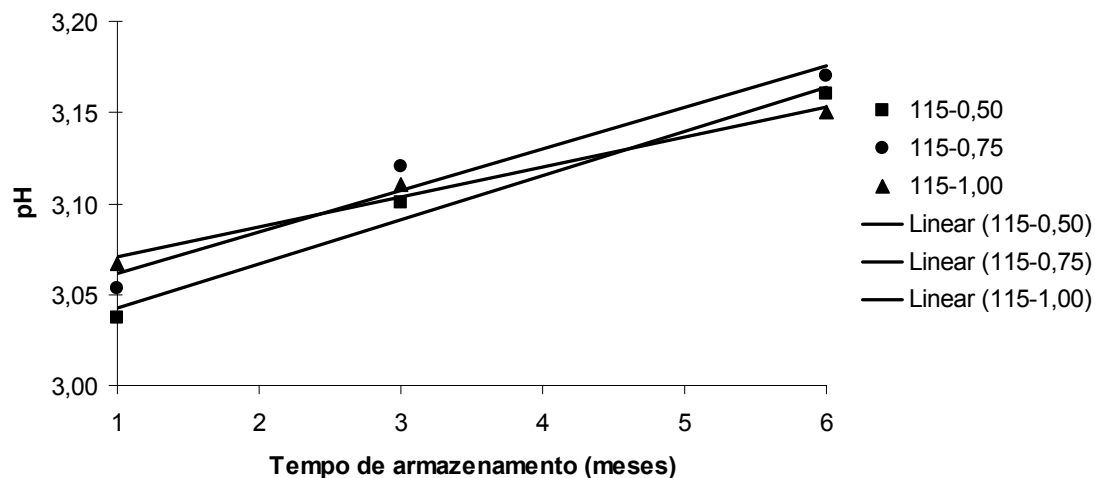


FIGURA 23 - pH DAS GELÉIAS DE ABACAXI COM A PECTINA 115 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 E 1,00%

Não se observa aumento do pH em decorrência do aumento da concentração da pectina de média geleificação, tal como observado nas pectinas de rápida geleificação. Figueiredo *et al.* (1986) também observou que o pH inicial das geléias de jenipapo, foi ligeiramente inferior aos demais tratamentos com maior tempo de armazenamento.

Os resultados encontrados no presente estudo diferem dos valores de pH encontrados por outros autores, por trabalhar com geléias de diferentes espécies. Nachtgall *et al.* (2004) avaliaram o comportamento do pH de geléias de amora e constataram estabilidade nos valores de pH em todos os tratamentos observados. Policarpo *et al.* (2007) estudaram a vida de prateleira de umbuzada (doce em massa de umbu) e concluíram que o pH manteve-se estável ao longo do período avaliado.

PECTINA 121

Houve um incremento significativo a nível de 5%, do pH, para todos os tratamentos realizados com pectina de lenta geleificação, observado logo no terceiro mês de armazenamento (TABELA 8, FIGURA 24). Ao final do tempo de vida útil os valores de pH foram maiores que no primeiro mês, no entanto, não houve diferença (5%) nos valores de pH entre os tratamentos com diferentes concentrações de pectina.

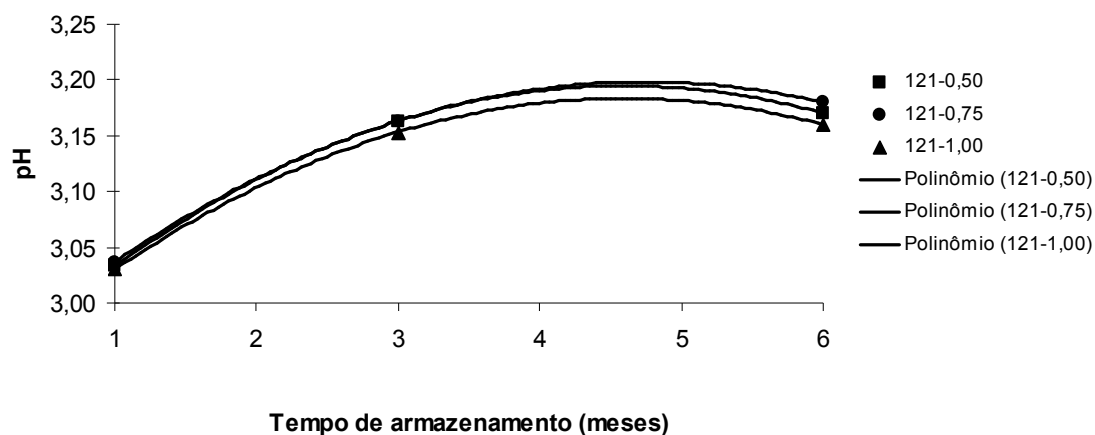


FIGURA 24 - pH DAS GELÉIAS DE ABACAXI COM A PECTINA 121 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 E 1,00%

4.2.3 Avaliação da acidez total titulável (ATT)

Conforme recomendações de Jackix (1988), as geléias de modo geral, devem conter de 0,30 a 0,80% de acidez. Sendo assim, todos os tratamentos elaborados, com exceção daquele efetuado com pectina de rápida geleificação a 0,50%, estão em conformidade com as orientações mencionadas pela autora.

Os tratamentos com pectinas de rápida geleificação na concentração de 0,50% e aqueles com pectina de média geleificação em todas as concentrações, tiveram aumento significativo (5%) nos teores de ATT ao final de seis meses (TABELA 9, FIGURA 25, 26 e 27).

Nota-se, nos demais tratamentos, oscilações ao longo do período avaliado mas que não caracterizam um padrão de comportamento específico, tão pouco são alterações estatisticamente significativas.

Comportamento semelhante foi observado pelos autores Figueiredo *et al.* (1986) os quais não evidenciaram diferenças significativas nos teores de ATT em geléias de jenipapo no período de cinco meses. Estudos antigos sobre a estabilidade da acidez no armazenamento de produtos açucarados já foram mencionados, a exemplo Holanda *et al* (1973) avaliando a estabilidade de doce de caju em massa ao longo de cinco meses, verificaram a estabilidade da acidez destes produtos ao longo do período de estudo.

TABELA 9 – ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DA GELÉIA DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES*

PECTINA	105			115			121			
	MÊS	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%
1		0,19 _B ^b	0,32 _A ^a	0,33 _B ^a	0,34 _B ^a	0,32 _B ^b	0,33 _B ^{ab}	0,34 _A ^{ab}	0,35 _A ^a	0,33 _B ^b
3		0,30 _A ^b	0,31 _A ^b	0,34 _{AB} ^a	0,35 _B ^b	0,38 _A ^a	0,35 _B ^b	0,35 _A ^a	0,34 _A ^a	0,34 _{AB} ^a
6		0,32 _A ^b	0,32 _A ^b	0,35 _A ^a	0,38 _A ^{ab}	0,39 _A ^a	0,37 _A ^b	0,35 _A ^a	0,34 _A ^a	0,35 _A ^a

NOTA: Letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

* Todos os resultados estão expressos em g de ácido cítrico/ 100g.

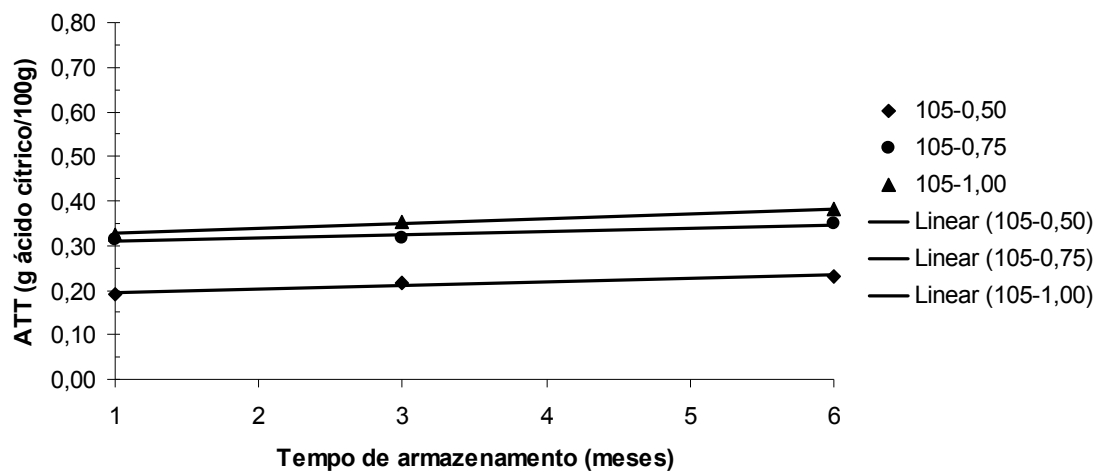


FIGURA 25 – ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DAS GELÉIAS DE ABACAXI COM A PECTINA 105 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 E 1,00%

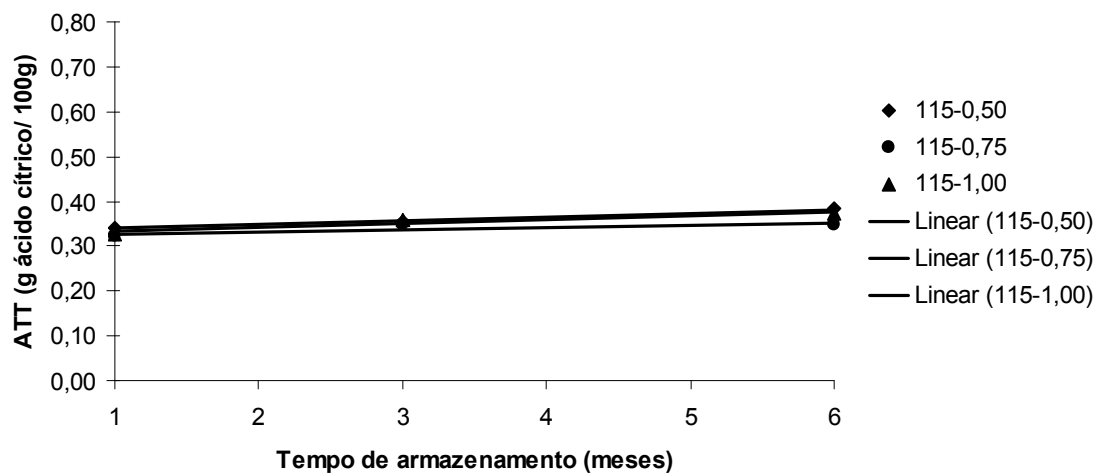


FIGURA 26 – ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DAS GELÉIAS DE ABACAXI COM A PECTINA 115 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 E 1,00%

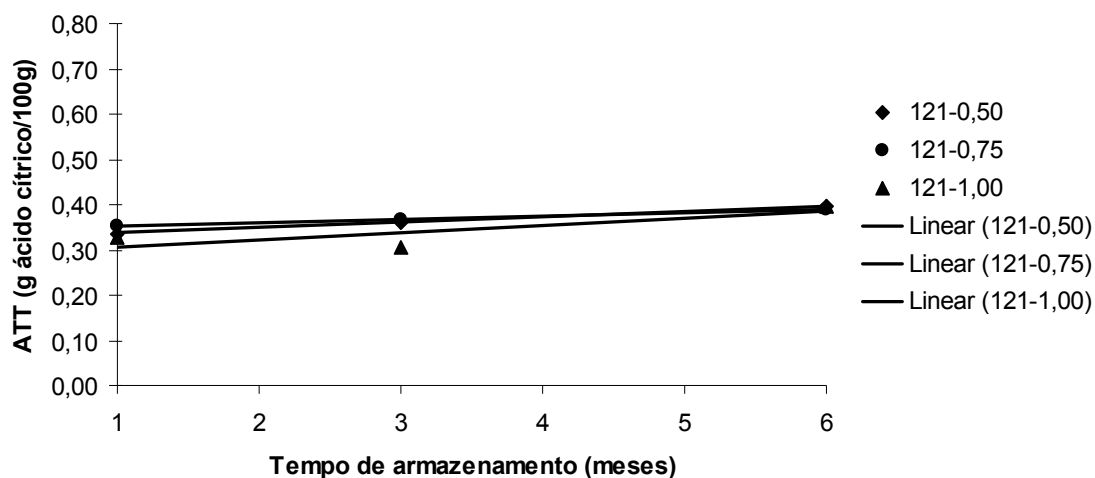


FIGURA 27 – ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DAS GELÉIAS DE ABACAXI COM A PECTINA 121 NAS CONCENTRAÇÕES 0,50; 0,75 E 1,00%

4.2.4 Ocorrência de sinérese

PECTINA 105

Usando a pectina de rápida geleificação (105) constatou-se que a geléia liberou de 0,66% a 4,79% do seu peso, em água, ao final de seis meses.

A sinérese foi significativa com o tempo de armazenamento sendo que à medida que se aumenta a concentração da pectina, diminui linearmente a sinérese ao longo do tempo (TABELA 10, FIGURA 28).

TABELA 10 – VALORES DA SINÉRESE DA GELÉIA DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES*

PECTINA	105			115			121		
	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%
1	2,44 _C ^a	0,72 _C ^b	0,13 _C ^c	2,48 _B ^a	1,84 _C ^b	0,35 _C ^c	2,63 _C ^a	1,12 _C ^b	0,05 _C ^c
3	3,87 _B ^a	1,14 _B ^b	0,24 _B ^c	2,44 _B ^a	2,42 _B ^a	0,89 _B ^b	3,42 _B ^a	2,29 _B ^b	1,85 _B ^c
6	4,79 _A ^a	1,58 _A ^b	0,66 _A ^c	4,11 _A ^a	3,16 _A ^b	2,54 _A ^c	4,57 _A ^a	3,77 _A ^b	2,48 _A ^c

NOTA: Letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

* Todos os valores obtidos são expressos em g H₂O/100g de produto.

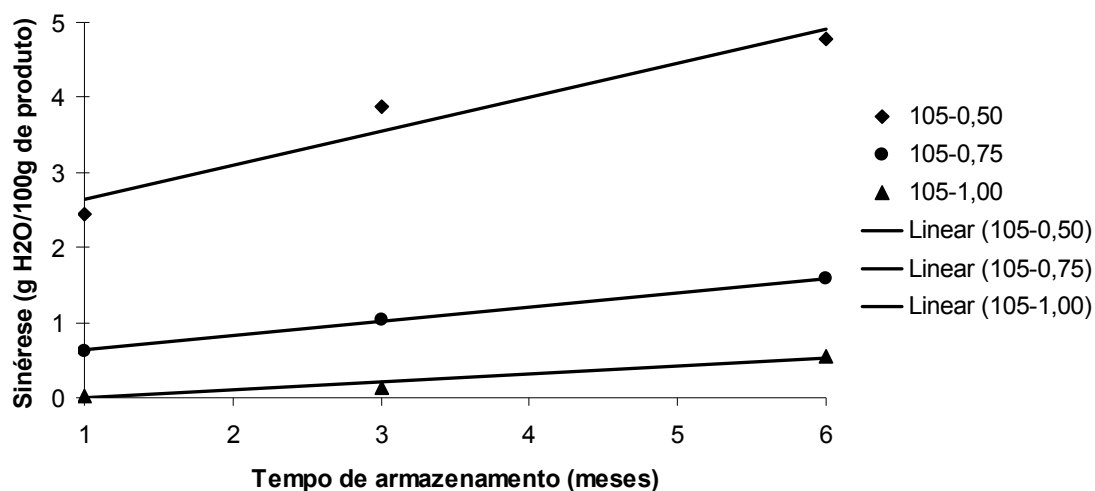


FIGURA 28 - SINÉRESE DA GELÉIA DE ABACAXI COM A PECTINA 105 EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES

PECTINA 115

Utilizando-se a pectina de média geleificação a geléia liberou de 0,35% a 4,11% de seu peso ao final de seis meses. A sinérese foi significativa com o tempo de armazenamento sendo que a concentração de 1,00% foi a que apresentou os menores valores de sinérese (TABELA 10, FIGURA 29).

Em comparação com a pectina de rápida geleificação esta foi menos efetiva na prevenção da ocorrência da sinérese, já que a média de água liberada foi de 3,27% em todos os tratamentos enquanto que nos tratamentos com pectina de rápida geleificação, esta média caiu para 2,34%.

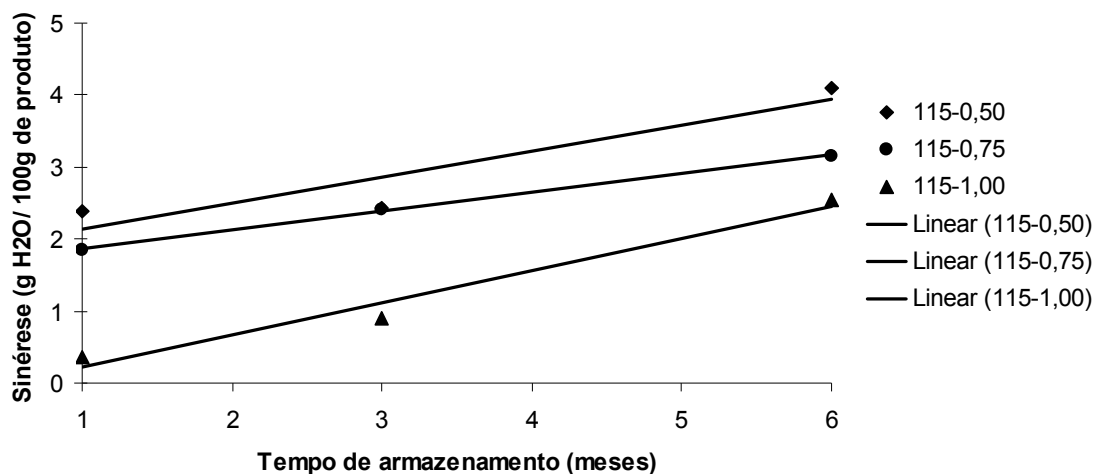


FIGURA 29 - SINÉRESE DA GELÉIA DE ABACAXI COM A PECTINA 115 EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES

PECTINA 121

O comportamento da sinérese em geléias elaboradas com pectinas de lenta geleificação foi similar ao observado nos tratamentos com pectina de rápida e média geleificação, ou seja, aumentando-se a concentração de pectina, a sinérese tende a ser reduzida (FIGURA 30). No entanto, comparando-se a eficiência destes hidrocolóides na prevenção da sinérese, foi o menos eficaz dentre todos, pois, sua média de liberação de água atingiu 3,60% ao final de seis meses. Khouryieh, Aramouni e Herald (2005) avaliaram as propriedades físico-químicas e sensoriais de geléias artificiais de morango elaboradas com pectinas, gomas xantana, goma locusta e xantana durante 15, 60 e 90 dias. Os autores observaram diferenças significativas de sinérese em função do espessante utilizado.

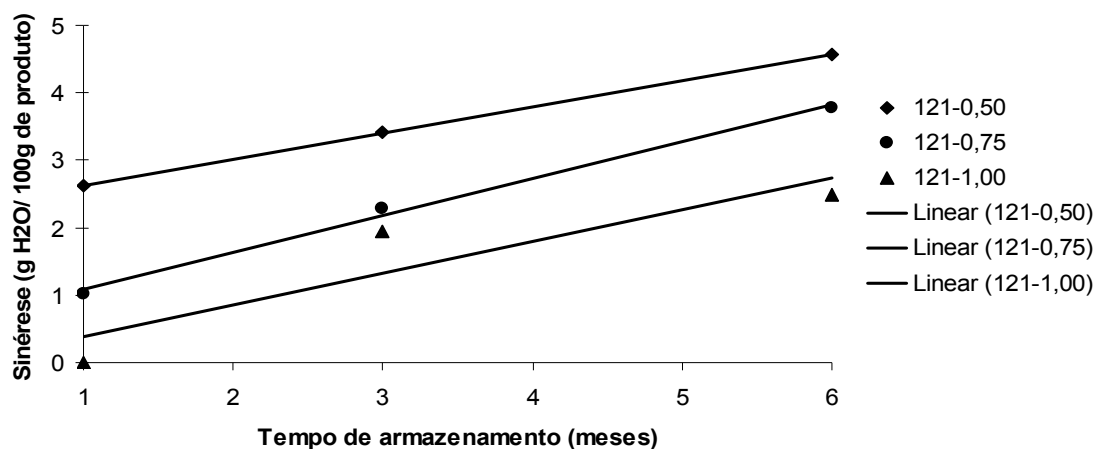


FIGURA 30 - SINÉRESE DA GELÉIA DE ABACAXI COM A PECTINA 121 EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES

4.2.5 Análise colorimétrica

A cor é o primeiro contato que se tem com os alimentos, o qual se associa aos tratamentos tecnológicos aplicados e os processos que os mesmos podem sofrer, além de nos permitir avaliar em conjunto com outras análises, como a qualidade destes alimentos (PÉREZ-ALVAREZ *et al.*, 1999).

Portanto, a cor dos alimentos expressa pelos parâmetros estudados de colorimetria, indica o índice de transformação natural dos alimentos frescos assim como as mudanças ocorridas no processo industrial (PINHEIRO; VILAS BOAS, 2005).

Em geléias de abacaxi a cor relaciona-se com os pigmentos carotenóides da fruta. Os carotenóides são responsáveis por colorações que vão desde o amarelo ao vermelho, de fácil degradação. Sua estabilidade ao longo do tempo depende de uma série de fatores, como temperatura, disponibilidade de O₂, transmissão de luz do material de embalagem, aw, entre outros (AZEREDO; BRITO; GARRUTI, 2004).

No início deste estudo as geléias tratadas com pectinas de rápida geleificação foram as mais claras, apresentando maiores valores de luminosidade (L*). Os demais tratamentos tiveram valores bastante próximos, com mínima oscilação (TABELA 11, FIGURA 31).

Ao final de seis meses, observou-se o mesmo comportamento de luminosidade, as geléias tratadas com pectina de rápida geleificação permaneceram como as mais claras. No entanto, a luminosidade (L^*) foi alterada significativamente em função do tempo, promovendo o escurecimento das geléias.

O escurecimento de geléias é relatado na literatura. Figueiredo *et al.* (1986) observaram um lento escurecimento em geléias de jenipapo com o decorrer do período de estocagem desse produto. Policarpo *et al.* (2007) detectaram o escurecimento de doce de umbu em massa, em todos os tratamentos observados, ao final de três meses.

No presente estudo observou-se que a geléia elaborada com a pectina de rápida geleificação (105) na concentração 0,75% destacou-se por apresentar cor mais clara e mais próxima à cor da polpa de abacaxi *in natura*, L^* 70,23 (LICODIEDOFF, 2007).

TABELA 11 – PARÂMETRO DE LUMINOSIDADE (L^*) DAS GELÉIAS DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES

PECTINA	105			115			121			
	MÊS	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%
1		61,27 _A ^b	63,64 _A ^a	60,46 _A ^b	58,84 _A ^a	58,80 _A ^a	57,01 _A ^b	55,48 _A ^b	59,27 _A ^a	59,05 _A ^a
3		61,34 _A ^a	60,30 _B ^{ab}	58,96 _A ^b	58,33 _A ^a	57,11 _B ^{ab}	55,76 _{AB} ^b	55,42 _A ^a	54,58 _B ^a	54,42 _B ^a
6		53,91 _B ^b	61,35 _B ^a	54,33 _B ^b	49,79 _B ^b	53,62 _C ^a	55,14 _B ^a	53,53 _B ^b	55,35 _B ^a	53,53 _A ^b

NOTA: Letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

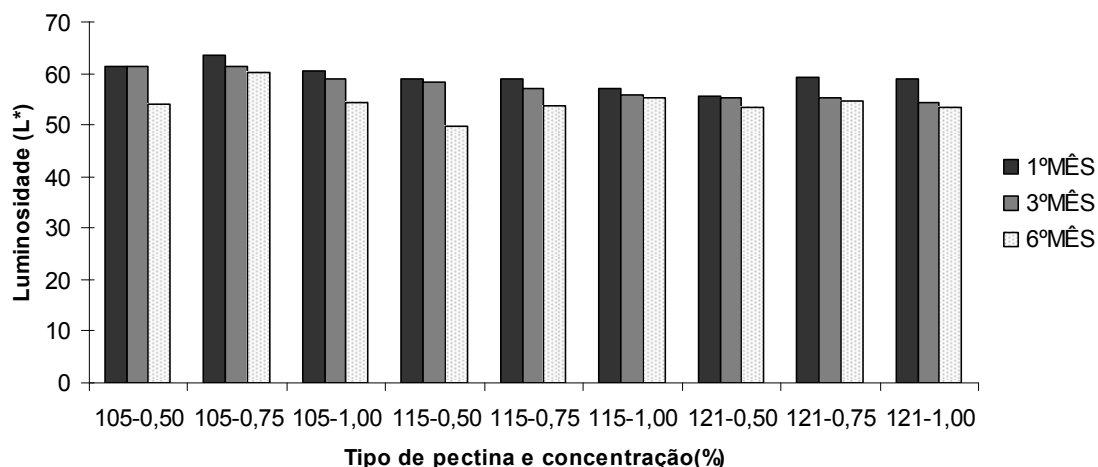


FIGURA 31 - VALORES DE LUMINOSIDADE L* NAS GELÉIAS DE ABACAXI

Todas as amostras tiveram predominância da cor amarela (b*) sobre a vermelha (a*), que é a cor original do fruto (TABELAS 12 e 13; FIGURAS 32 e 33). Como já mencionado, os tratamentos com pectina de rápida geleificação tenderam a ser mais claros também para cromaticidade a* e b*, confirmando o que foi observado em termos de luminosidade (L*).

Dentre todos os tratamentos, as maiores médias para a cromaticidade (a* 10,90) foram observadas naqueles tratados com pectina de média geleificação (115), com produtos tendendo ao vermelho. Nos tratamentos com as pectinas de rápida, e lenta geleificação, esta média caiu para valores entre 7,34% e 8,50%, respectivamente.

TABELA 12 – PARÂMETRO DE CROMATICIDADE (a*) DAS GELÉIAS DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES

PECTINA	105			115			121			
	MÊS	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%
1		-0,28 _B ^b	-0,40 _B ^b	0,17 _C ^a	2,02 _C ^a	0,74 _C ^b	0,98 _C ^b	2,23 _B ^a	0,22 _C ^c	1,21 _C ^b
3		-0,41 _B ^b	-0,95 _C ^c	1,81 _B ^a	3,07 _B ^a	2,21 _B ^b	1,82 _B ^b	2,11 _B ^a	1,41 _B ^b	1,66 _B ^b
6		1,26 _A ^c	2,55 _A ^b	3,53 _A ^a	4,84 _A ^a	2,79 _A ^c	3,27 _A ^b	3,16 _A ^a	2,25 _A ^b	3,09 _A ^a

NOTA: Letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna indicam uma diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

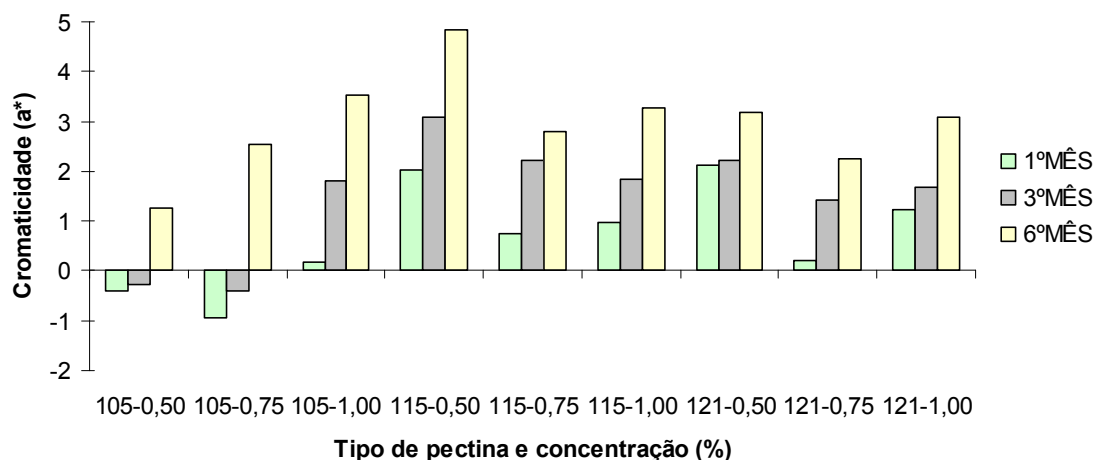


FIGURA 32 - VALORES DE CROMATICIDADE a* NAS GELÉIAS DE ABACAXI

O comportamento da cromaticidade (b*) em geléias elaboradas com pectinas de média e de lenta geleificação foi similar e suas médias variaram entre 36,86% e 37,65%. Já para as geléias elaboradas com a pectina de rápida geleificação esta média caiu para 33,61% levando a crer que estes produtos tendem a se aproximar da coloração azul (TABELA13, FIGURA 33).

TABELA 13 – PARÂMETRO DE CROMATICIDADE (b*) DAS GELÉIAS DE ABACAXI DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEIS MESES

PECTINA	105			115			121			
	MÊS	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%	0,50%	0,75%	1,00%
1		31,57 _B ^a	15,58 _C ^b	31,86 _B ^a	31,30 _B ^b	33,79 _B ^a	33,74 _B ^a	31,17 _C ^b	34,66 _B ^a	32,80 _B ^{ab}
3		33,34 _{AB} ^a	25,13 _B ^b	32,92 _B ^a	34,71 _A ^a	35,02 _B ^a	35,96 _A ^a	34,84 _B ^b	36,87 _A ^a	34,28 _B ^b
6		34,63 _A ^a	30,79 _A ^b	35,40 _A ^a	36,21 _A ^a	38,02 _A ^a	36,36 _A ^a	37,53 _A ^a	37,67 _A ^a	37,74 _A ^a

NOTA: Letras minúsculas diferentes na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

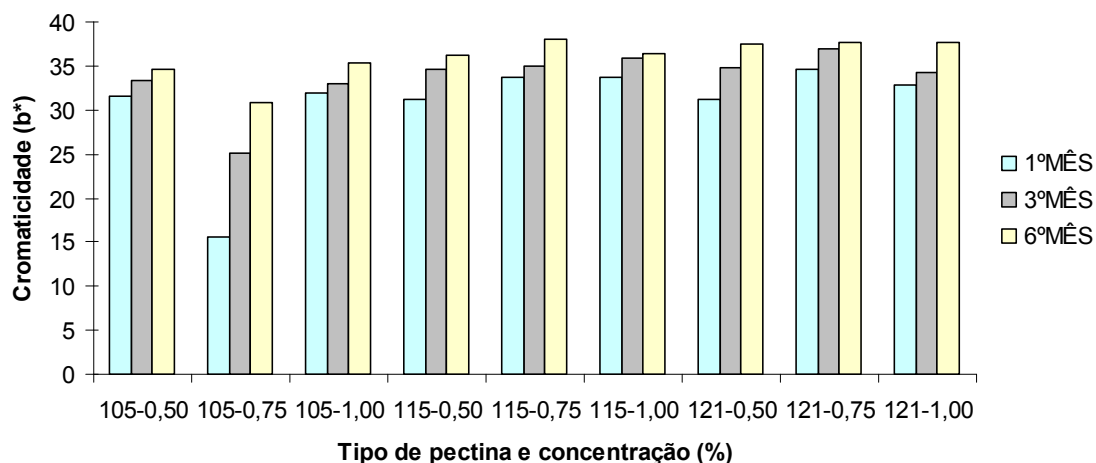


FIGURA 33 - VALORES DE CROMATICIDADE (b*) NAS GELÉIAS DE ABACAXI

4.2.6 Avaliação sensorial

Os provadores que participaram da análise sensorial apresentaram o seguinte perfil: 13% do sexo masculino e 87% do sexo feminino entre estudantes, técnicos e professores da UFPR.

Durante o estudo do tempo de armazenamento de seis meses (FIGURA 34) constatou-se que, a maioria das formulações de geléias de abacaxi obteve boa aceitação para o atributo aparência o que corresponde a gostar ligeiramente, exceto para a geléia de abacaxi elaborada com a pectina tipo 105 nas concentrações de 0,50 e 0,75%. Situação semelhante foi obtida por Granada *et al* (2005) ao analisar a formulação controle de geléia de abacaxi que obteve nota 7,60 corresponde a gostar regularmente. Assim como Lago (2006) ao avaliar a geléia de jambolão, também obteve a nota 7,00.

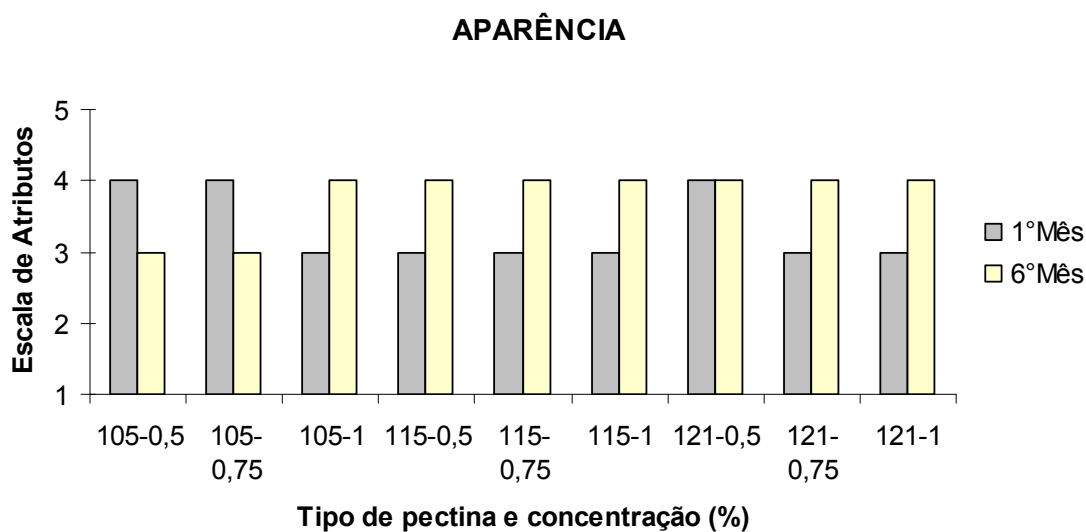


FIGURA 34 - AVALIAÇÃO DA GELÉIA DE ABACAXI PARA O ATRIBUTO APARÊNCIA NO TEMPO DE ARMAZENAMENTO ENTRE UM E SEIS MESES

Granada *et al.* (2005) elaborou geléias light de abacaxi com diferentes pectinas e comparou-as com a geléia de abacaxi tradicional utilizando painel de julgadores treinados que avaliaram, dentre vários atributos, a aparência. O tratamento com melhores médias para este atributo foi à geléia controle (tradicional), atingindo médias de 7,80 (gostei regularmente). No presente estudo, a média da aparência das geléias atingiu valores de 4,00 (gostei ligeiramente).

Para o atributo cor, constatou-se que durante o primeiro mês as geléias de abacaxi apresentaram uma coloração amarela clara muito semelhante à cor do abacaxi *in natura*. Enquanto que para o sexto mês a cor da geléia de abacaxi acentuou-se mais para o vermelho. Esta característica conferiu à geléia maior aceitabilidade, quando comparadas entre si, exceto para a geléia elaborada com a pectina tipo 105 na concentração de 0,75% que manteve a coloração mais clara durante todo o tempo de armazenamento (FIGURA 35), de acordo com a leitura do espectrofotômetro (62,13). Situação contrária encontrada por Folegatti *et al* (2003) na geléia de umbu que apresentou escurecimento gradual durante a estocagem em temperatura ambiente, diminuindo a aceitação da cor do produto.

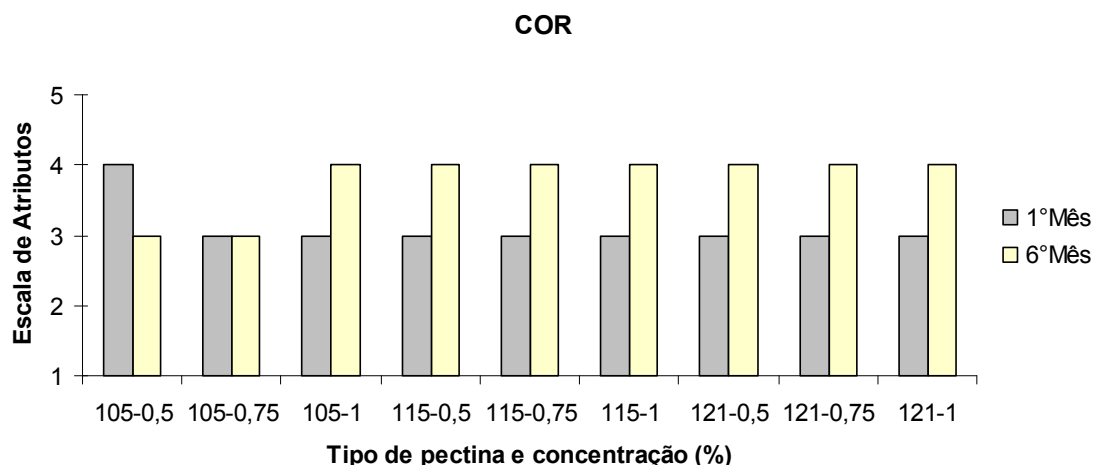


FIGURA 35 - AVALIAÇÃO DA GELÉIA DE ABACAXI PARA O ATRIBUTO COR NO TEMPO DE ARMAZENAMENTO ENTRE UM E SEIS MESES

A aceitação do sabor aumentou expressivamente com o tempo de armazenamento, variando de 2,00 (desgostar ligeiramente) no primeiro mês a 4,00 (gostei ligeiramente) após seis meses. Este fator pode estar relacionado com a relação SST/ATT do produto, no primeiro mês esta relação foi maior do que quando comparada com sexto mês, conferindo menor balanço entre açúcares e acidez, conferindo melhor aceitação do sabor.

Provavelmente com o tempo de armazenamento, houve maior interação entre os constituintes da geléia o que acarretou em seu primeiro mês de tempo de armazenamento sabor mais adocicado desfavorável para aceitação, como pode ser observado na FIGURA 36 (FELLOWS, 2006). Alguns provadores mencionaram em suas fichas que as geléias apresentavam-se excessivamente doce no primeiro mês de avaliação.

O único tratamento no qual não se observou diferenças na aceitação do sabor entre o primeiro e sexto mês, foi para a geléia elaborada com a pectina de rápida geleificação na concentração de 0,50%.

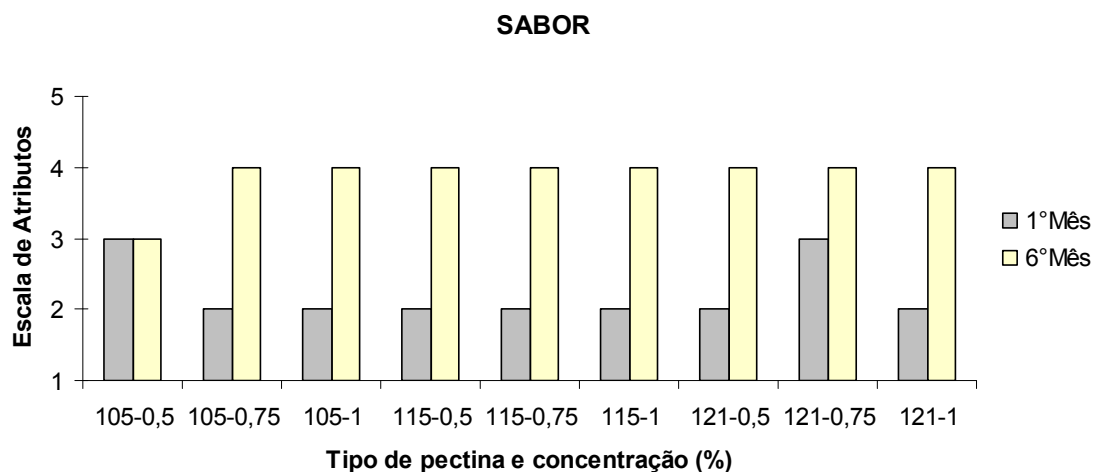


FIGURA 36 - AVALIAÇÃO DA GELÉIA DE ABACAXI PARA O ATRIBUTO SABOR NO TEMPO DE ARMAZENAMENTO ENTRE UM E SEIS MESES

Ao analisar-se a textura da geléia de abacaxi por meio do perfil de características constatou-se que não houve diferença entre as formulações em seu primeiro mês de estocagem. No entanto, as análises de textura ao final de seis meses tiveram melhor aceitação atingindo média igual a 4,00. Com exceção dos tratamentos com pectina de rápida geleificação (nível 0,50 e 0,75%) os provadores não detectaram alterações na textura entre os demais tratamentos (FIGURA 37).

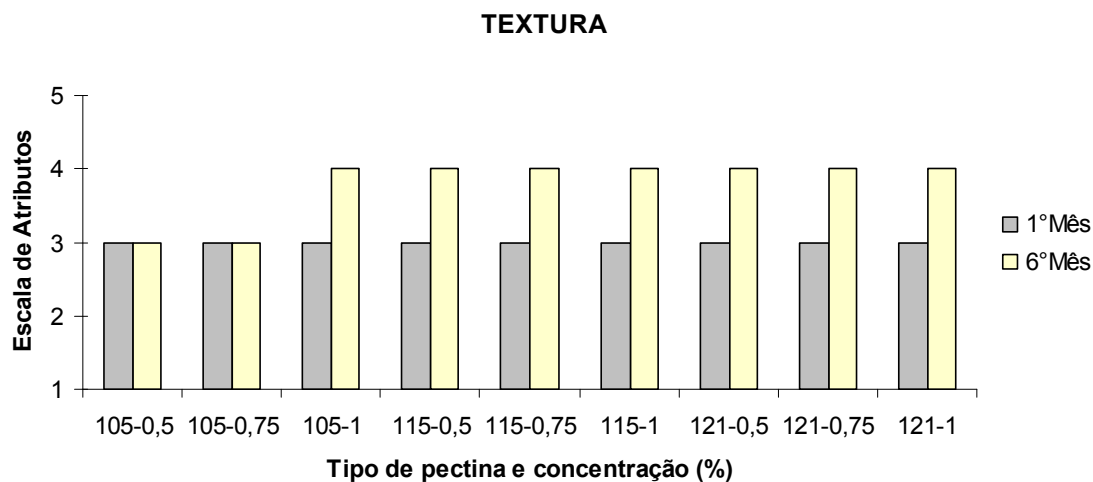


FIGURA 37 - AVALIAÇÃO DA GELÉIA DE ABACAXI PARA O ATRIBUTO TEXTURA NO TEMPO DE ARMAZENAMENTO ENTRE UM E SEIS MESES

Através dos resultados apresentados na FIGURA 38, pode-se observar um acréscimo na aceitação do atributo acidez entre as formulações de geléia de abacaxi analisadas entre o primeiro e sexto mês de armazenamento, situação semelhante foi encontrada por Nachtigall e Zambiasi (2006) para a geléia de hibisco.

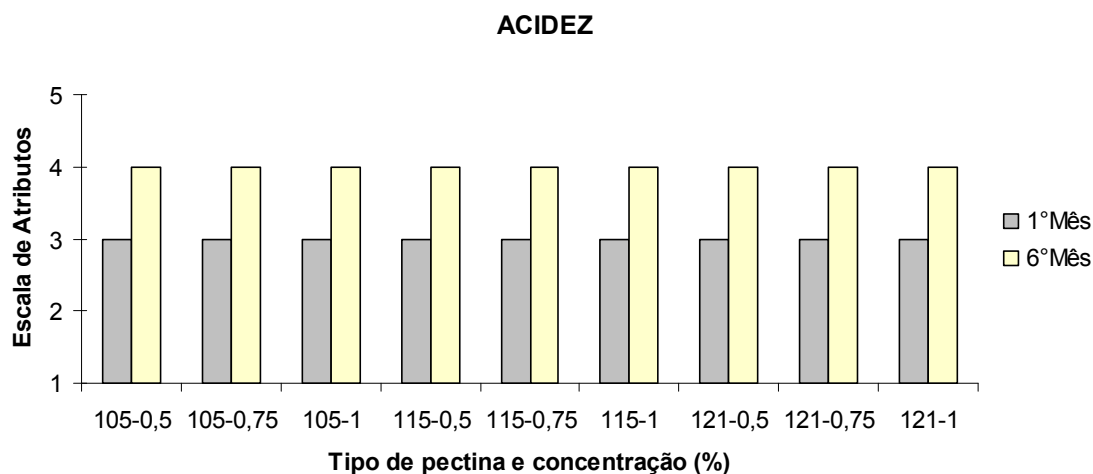


FIGURA 38 - AVALIAÇÃO DA GELÉIA DE ABACAXI PARA O ATRIBUTO ACIDEZ NO TEMPO DE ARMAZENAMENTO ENTRE UM E SEIS MESES

Avaliação global

As geléias elaboradas com a pectina 105 e 115 para a concentração de 1,00% e a pectina 115 na concentração de 0,50% indicaram maior aceitação do início ao final do armazenamento, atingindo médias de 7,00 na escala de nove pontos (Escala Hedônica, Apêndice 2), enquanto que as demais foram consideradas inferiores na opinião dos provadores.

Com relação à indicação da amostra preferida constatou-se que dentre as nove formulações, as geléias elaboradas com a pectina de rápida geleificação (105) na concentração 1,00% e a de lenta geleificação (121) na concentração de 0,75%, foram às preferidas pelos degustadores, tal afirmação pode ser visualizada na FIGURA 39.

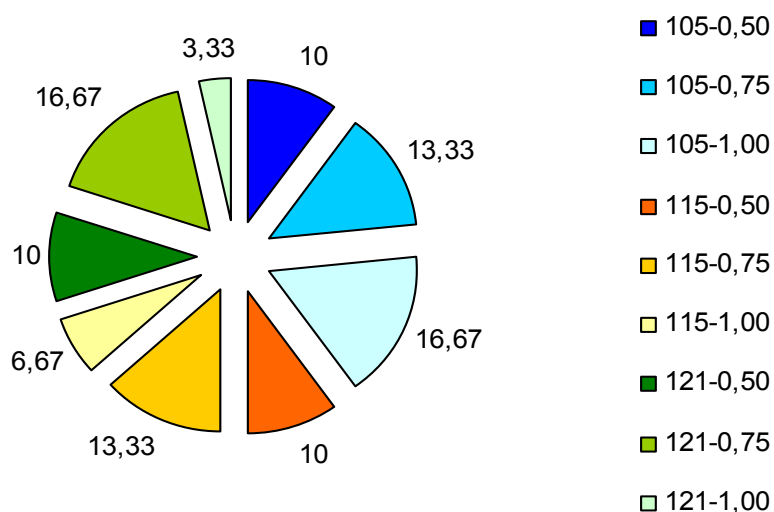


FIGURA 39 - PREFERÊNCIA DA GELÉIA DE ABACAXI

4.2.7 Avaliação microbiológica

Os resultados das avaliações microbiológicas das geléias de abacaxi encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação quanto à presença de *Salmonella sp*, coliformes fecais a 45°C e bolores e leveduras, o que demonstra que o processo de fabricação da geléia foi realizado adequadamente (TABELA 14 e 15).

TABELA 14 – VALORES DE *SALMONELLA SP* E COLIFORMES FECAIS ANALISADOS A 45°C DA GELÉIA DE ABACAXI

FORMULAÇÕES	COLIFORMES FECAIS A 45°C	<i>SALMONELLA SP</i>
Pectina 105-0,50%	< 03 NMP/g	Ausência em 25g
Pectina 105-0,75%	< 03 NMP/g	Ausência em 25g
Pectina 105-1,00%	< 03 NMP/g	Ausência em 25g
Pectina 115-0,50%	< 03 NMP/g	Ausência em 25g
Pectina 115-0,75%	< 03 NMP/g	Ausência em 25g
Pectina 115-1,00%	< 03 NMP/g	Ausência em 25g
Pectina 121-0,50%	< 03 NMP/g	Ausência em 25g
Pectina 121-0,75%	< 03 NMP/g	Ausência em 25g
Pectina 121-1,00%	< 03 NMP/g	Ausência em 25g
LEGISLAÇÃO	máx. 100 NMP/g	Ausência em 25g

NOTA: NMP (Número Mais Provável)

Estes resultados repetiram-se tanto para o primeiro quanto para o sexto mês de tempo de armazenamento das geléias.

TABELA 15 – VALORES DE BOLORES E LEVEDURAS DA GELÉIA DE ABACAXI

FORMULAÇÕES	BOLORES E LEVEDURAS
Pectina 105-0,50%	000 UFC/g
Pectina 105-0,75%	000 UFC/g
Pectina 105-1,00%	000 UFC/g
Pectina 115-0,50%	590 UFC/g
Pectina 115-0,75%	000 UFC/g
Pectina 115-1,00%	000 UFC/g
Pectina 121-0,50%	000 UFC/g
Pectina 121-0,75%	000 UFC/g
Pectina 121-1,00%	128 UFC/g
LEGISLAÇÃO	máx. 10000 UFC/g

NOTA: UFC (Unidades Formadoras de Colônias)

Embora não exigida pela legislação, mas para atestar a qualidade da geléia, a contagem de coliformes fecais a 45°C e *Salmonella* foi realizada neste estudo, pois sua presença indica a contaminação do produto pós-processamento, processamento tecnológico inadequado ou mesmo a limpeza e sanitização deficiente de utensílios e equipamentos (SIQUEIRA, 1995).

De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada da ANVISA (RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001) as diferentes formulações de geléias encontram-se dentro da legislação vigente, no primeiro e no sexto mês de avaliação, indicando que as diferentes pectinas e suas respectivas concentrações não influenciam na estabilidade microbiológica das geléias.

5 CONCLUSÃO

Dos resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que:

- As pectinas de alta metoxilação têm comportamento diferenciado quando aplicadas em geléias de abacaxi, possivelmente em função do armazenamento.
- Mesmo sendo feito um controle dos sólidos solúveis totais durante a produção, as geléias elaboradas com diferentes velocidades de geleificação apresentaram um incremento de sólidos no decorrer do tempo de armazenamento.
- As análises do pH indicam que este parâmetro também teve um acréscimo com o tempo de armazenamento.
- Todas as geléias estão em conformidade com a acidez total titulável, exceto a geléia elaborada com a pectina de alta geleificação (105) na concentração de 0,50%.
- A sinérese foi significativa com o tempo de armazenamento. À medida que aumenta a concentração da pectina, diminui linearmente a sinérese ao longo do tempo.
- A geléia elaborada com a pectina de rápida geleificação (105) apresentou-se como a mais eficaz, com os menores valores de sinérese para a concentração de 1,00% .
- A análise colorimétrica indicou que com o tempo de armazenamento ocorreu um escurecimento das geléias. No entanto, a geléia que utilizou a pectina de rápida geleificação apresentou-se como a mais clara.
- Por meio da análise sensorial pode-se perceber que as geléias elaboradas com as pectinas 105-1,00% e 121-0,75% foram às preferidas pelos julgadores.
- As análises microbiológicas estão de acordo com a legislação.

A partir dos resultados obtidos constatou-se que a geléia de abacaxi elaborada com a pectina de rápida geleificação (105) na concentração de 1,00% apresentou; os menores valores de sinérese, os maiores valores de cor e também a melhor aceitação e preferência por parte dos provadores. Com estas características a pectina de rápida geleificação passou a ser a mais recomendada para este tipo de produto.

REFERÊNCIAS

AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. Gaithersburg, 2000.

ALBUQUERQUE, J. P. Fatores que influenciam no processamento de geléias e geleadas de frutas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 268-278, dez. 1997.

ALMEIDA, M. E. M. ; SCHMIDT, F. L.; FILHO, J. G. **Processamento de compotas, doces em massa e geléias**: Fundamentos básicos. Manual Técnico, nº16. Campinas: ITAL/ FRUTHOTEC, 62p, 1999.

ALVES, R. E. **Qualidade de acerola submetida à diferentes condições de congelamento, armazenamento e aplicação pós-colheita de cálcio**. Lavras: UFLA, 117p, 1999.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2 ed. Washington, D.C: Marvin L. Speck, 1984.

ANDRADE, A. P. S. **Padrões de identidade e qualidade para o abacaxi, a goiaba e o mamão**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Setor de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1999.

ARSHURST, P. R. **Producción y Envasado de Zumos y Bebidas de Frutas sin Gas**. Zaragoza: Acribia, 1995.

ASSIS, M. M. M.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, E. A. T. de; FIGUEIREDO, R. W. de; MONTEIRO, J. C. S. Processamento e estabilidade de geléia de caju. **Revista Brasileira de Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.8, n.1, p. 46-51, 2007.

AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 65-75, 2004.

AZEREDO, H. M. C., BRITO, E. S. Alterações físicas durante a estocagem. In: AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 65-75, 2004.

AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S., FARIA, J. A. F. Fundamentos de cinética de degradação e estimativa de vida de prateleira. In: AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 77-96, 2004.

AZEREDO, H. M. C., BRITO, E. S.; GARRUTI, D. dos S. Alterações químicas durante a estocagem. In: AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 37-59, 2004.

BAKER, R. A. ; BERRY, N. ; HUI, Y. H. and BARRETT, D. M. Fruit preserves and jams In: BARRET, D. M.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, H. **Processing Fruits Science and Technology**, 2.ed. New York: CRC Press, p. 113-125, 2004.

BENGOZI, F. J. **Procedência, sazonalidade e qualidade físico-química do abacaxi comercializado na CEAGESP – São Paulo**. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Holericultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp. Botucatu, 2006.

BLUMENKRANTZ, N., ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytic Biochemistry**, 54, 484-489, 1973.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 3ª ed. São Paulo, Livraria Varela, 2003. a

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Manual de laboratório de química de alimentos**. 2ª ed. São Paulo, Livraria Varela, 2003. b

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Química do Processamento de Alimentos**. Campinas-SP. Editora R.Vieira, 1984.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Química do Processamento de Alimentos**. Campinas-SP. Editora Varela, 3ª Ed., 1992.

BOCHEK, A. M.; ZABIVALOVA, N. M.; PETROPAVLOSVSKII, G. A. Determination of the esterification degree of polygalacturonic acid. **Russian Journal of Applied Chemistry**, v. 74, n. 05, p. 775-777, mai. 2001.

BOHATCH, A.; MARCHI, J. F.; CASAGRANDE, A. **Transformação artesanal de frutas: sucos, néctares e polpas**. EMATER-PR. Curitiba, 44p, 2001.

BOTELHO, L. **Avaliação química da casca e cilindro central do abacaxi (*Smooth Cayenne*), visando seu aproveitamento na alimentação humana.** 63 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Área de Concentração: Química, Físico-Química e Bioquímica de Alimentos. Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1998.

BRAGA NETO, J. A. **Desenvolvimento de produto alimentar assistido por computador: uma sistematização interativa pela aplicação combinada de métodos para planejamento, modelagem, análise e otimização na formulação de pudim.** 253 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos, Universidade Estadual de Londrina. 1998.

BRANDAO, E. M.; ANDRADE, C. T. Influência de fatores estruturais no processo de gelificação de pectinas de alto grau de metoxilação. **Polímeros**. São Carlos, v. 9, n. 3, p. jul-set. 1999.

BRASIL, Ministério da Saúde. Resolução de Diretoria Colegiada nº 12, de 24 de Julho de 1978. Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 24 dez. 1978. Seção 1, p. 1-75.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CTA nº 05, de 1979. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 08 out. 1979. Seção 1, p. 1-2.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. **Métodos Microbiológicos**, Brasília, DF, 1999c.

BRASIL, Resolução de Diretoria Colegiada - RDC ANVISA/MS nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2 jan. 2001. Seção 1.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa/SARC nº001, de 1 de fevereiro de 2002. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para a Classificação do Abacaxi. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 1 fev. 2002.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 272, de 22 de Setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 22 set. 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, Ed. IV. Série A. Normas e Manuais Técnicos – Instituto Adolfo Lutz, 2005. p. 1018.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC ANVISA/MS nº 65, de 04 de outubro de 2007. Atribuição de aditivos alimentares, suas funções e seus limites máximos para geléias de frutas, vegetais, baixa caloria e mocotó. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 4 out. 2007. Seção 1.

CALVO, C.; SALVADOR, A. Use of natural colorants in food gels. Influence of composition of gels on their colour and study of their stability during storage. **Food Hydrocolloids**, Spain, v. 14, p. 439- 443, april. 2000.

CARVALHO, V. D.; CLEMENTE, P. R. Qualidade, colheita, industrialização e consumo de abacaxi. Informe **Agropecuário**: Belo Horizonte, v. 7, n. 74, p. 37-42, fev 1994.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990.

CHITARRA, M. I. F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 179, p. 8-18, 1994.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Viçosa – Centro de Produções Técnicas, 1998.

Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina (CLIMERH). Dados meteorológicos de temperatura e umidade relativa. Disponível em: http://www.univille.net/pagina.phtml?id_pagina=3238 Acesso: 10 de fevereiro de 2008.

CRAVEIRO, A.C.; CRAVEIRO, A. A. **Alimentos funcionais**: A nova revolução. Fortaleza: Padetec, 2003.

CRUESS, W. V. **Produtos industriais de frutas e hortaliças**. São Paulo, Edgar Blücher, 1973.

CP KELCO BRASIL S/A A Huber Company. **Pectinas**: Especificações Técnicas. Limeira, SP, p. 6, 2007.

CP KELCO. **Powder Characteristics and Storage Stability**. Disponível em: http://www.cpkelco.com/pectin/raw_materials.html. Acesso em: 10 de Fev. 2008.

CUNHA, G. A. P. da.; MATOS, A. P. de; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S.; SANCHES, N. F.; REINHARDT, D. H. R. C. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio a Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais. **Abacaxi para exportação: aspectos técnicos da produção** - Brasília: Embrapa-SPI. Série Publicações Técnicas, 1994.

CUNHA, G. A. P. da.; CABRAL, J. R. S. Taxonomia, espécies, cultivares e morfologia. In: CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA L. F. S. (org.) **Abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: EMBRAPA: Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 17-51, 1999.

DICKINSON, E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. **Food Hydrocolloids**. UK, v. 17, p. 25-39, November, 2003.

DUTCOSKI, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2ª ed. rev.. e ampl. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2007.

EDWARDS, W. P. **The science of sugar confectionery**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 5-53p, 2000.

ELLIS, M.J. **Shelf life evaluation of foods**. London: Black Academic & Professional, 321p., 1996.

EL-NAWAWI, S. A.; HEIKEL, Y. A. Factors affecting gelation of high-ester citrus pectin. **Process Biochemistry**. Egypt. V. 32, n. 5, p. 381-385, August, 1996.

EVAGELIOU, V.; RICHARDSON, R. K.; MORRIS, E. R. Effect of pH, sugar, type and thermal annealing on high-methoxy pectin gels. **Carbohydrate Polymers**. UK, v. 42, p. 245-259, October, 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) Summary of Food and Agricultural Statistics. 2007. FAOSTAT. Disponível em <http://www.fao.org>, acessado em 10 de novembro de 2007.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2º ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERREIRA, S. M. R. **Controle de qualidade em sistemas de alimentação coletiva**. I. São Paulo, SP: Livraria Varela, 2002.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C.; SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. M. **Análise Sensorial: Testes discriminativos e afetivos**. Manual: Série Qualidade. Campinas SBCTA, 127p., 2000.

FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; HOLANDA, L. F. F. de; MONTEIRO, J. C. S.; TEIXEIRA, E. A. M. Estudo do processamento e estabilidade da geléia de jenipapo (*Genipa Americana* L.). **Revista Brasileira Ciência e Agrônômica**. Fortaleza, 17 (1): p. 117-123 – Junho, 1986.

FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; NORONHA, M. A. S. Armazenamento de abacaxi minimamente processado. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, n. 1, p. 95-103, 2003.

FLATH, R. A.; FORREY, R. R. Volatile components of papaya (*Carica papaya* L., Solo Variety). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. USA, v. 25, p.103-109, 1977.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L.; MACHADO, S. S.; ROCHA, A. S.; LIMA, R. R. Aproveitamento industrial do umbu: processamento de geléia e compota. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 27, n.6, p. 1308 – 1314, nov./dez., 2003.

FREITAS, C. A. S de.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C. da; FIGUEIREDO, R. W.; RODRIGUES, M. C. P.; SOUSA, P. H. M. Estabilidade do suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) adoçado envasado pelos processo hot-fill e asséptico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26, n. 3, p. 544-549, jul- set. 2006.

FU, B.; LABUZA, T.P. Shelf-life prediction: theory and application. **Food Control**, v.4, n. 3, p. 125-133, 1993.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

GIACOMELLI, E. J. **Expansão da abacaxicultura no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 79 p., 1982.

GODOY, R. C. B. de; ANTUNES, P. L.; ZONTA, W. P. Estabilização de néctar de goiaba (*Psidium guayava* L.) com gomas xantana, carragena e amido ceroso. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.2, n° 2, p. 105-110, mai-ago., 1998.

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. **Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi c.v. Smooth Cayenne**. 199 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

GONÇALVES, N.B. **Abacaxi: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, SCT. Frutas do Brasil, 5 - 45 p., 2000.

GRAF, E.; SAGUY, I. **Food product development** – From concept to the marketplace, New York, AVI, 441p., 1991.

GRANADA, G. G., ZAMBIAZI, R. C., MENDONÇA, C. R. B, Abacaxi: Produção, mercado e subprodutos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.22, n.2, p.405-422, jul/dez. 2004.

GRANADA, G. G., ZAMBIAZI, R. C., MENDONÇA, C. R. B.; SILVA, E. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de geléias *light* de abacaxi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 25 (4): 629-635, out.-dez., 2005.

GROSSO, C. F. **Efeito de diferentes açúcares pectinas e ligações de água na formação de géis pécticos**. 116 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Setor de Ciência de Alimentos, Unicamp, São Paulo, 1992.

HOLANDA, L. F. F. de; FÉ, J. de A. M.; MARTINS, C. B.; MAIA, G. A. Resultados preliminares sobre a estabilidade do doce de caju em massa. **Revista Brasileira de Ciência Agrônômica**. Fortaleza, 3 (1 e 2): p. 67-70, dez, 1973.

HUNTERLAB. **Applications Note**. v. 8, n. 7, 1996. Disponível em: <<http://www.hunterlab.com>> Acesso em 18 de abril de 2007.

HUNTERLAB. **Applications Note**. v. 13, n. 2, 2001. Disponível em: <<http://www.hunterlab.com>> Acesso em 18 de abril de 2007.

IGLESIAS, M. T.; LOZANO, J. E. Extraction and characterization of sunflower pectin. **Journal of Food Engineering**, Argentina, v. 62, p. 215-223, June. 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Comunicado Social 17 de outubro de 2007. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 fev. 2008.

JOHNSON, S.R. **Preserve it right making fruit spreads**. Iowa State University of Science and Technology, Ames. PM 1366, September, 2001.

JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**: Teórico e Prático. Campinas: Ed. Ícone, 1988.

KHOURYIER, H. A.; ARAMOUNI, F. M; HERALD, T. J., Physical, chemical and sensory properties of sugar-free jelly. **Journal of Food Quality**, Manhattan, 28: 179-190, 2005.

LAGO, E. S., GOMES, E., SILVA, R. Produção de geléia de jabolão (*Syzygium cumini Lamarck*): processamento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**., Campinas, 26(4): 847-852, out.- dez. 2006.

LEWIS, M., DALE, R.H. Chilled yogurt and other dairy desserts. In: MAN, C.M.D., JONES, A.A. **Shelf life evaluation of foods**. New York: Blackie Academic & Professional, 321p., 1996.

LICODIEDOFF, S.; HAMERSKI, F.; IZIDORO, D. R.; NEGRE, M de F. O.; AQUINO, A. D. de. Análise físico-química e colorimétrica de polpa e geléia de abacaxi. IX ERSCTA - ENCONTRO REGIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Anais de Resumos**. Curitiba, PR, 2007.

LOPES, R. L. T. **Fabricação de Geléias**: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais CETEC. Minas Gerais, 2007.

LOVATEL, J. L.; COSTANZI, A. R.; CAPELLI, R. **Processamento de frutas e hortaliças**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2004.

MAIA, L. L. M. **Curso de Processamento de Frutas**: Geléia e doce em massa. Programa de Capacitação Tecnológica Sebrae/Embrapa, 23 a 27 de junho de 1997 - Rio de Janeiro, 1997.

MANICA, I.. Fruticultura tropical: 5. **Abacaxi**. Porto Alegre, Ed. Cinco Continentes, 1999.

MEDINA, J. C. **Instituto de tecnologia de alimentos**. Abacaxi: Cultura. 2ª ed. Campinas: ITAL, 1987.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.; V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3ª ed. Boca Raton: CRC Press, 1991.

MESBAHI, G.; JAMALIAN, J.; FARAHNAKY, A. A comparative study on functional properties of beet and citrus pectins in food systems. **Food Hydrocolloids**. UK, v.xx, p. 1-8, August, 2004.

MICHIGAN STATE UNIVERSITY, **MSTAT-C**, versão 2.10, East Lansing, MI, 1989, 2 disquetes 3^{1/2} pol., MSDOS.

MILOS, V.; NIKOLIC, A.; MOJOVIC, B. L. Hydrolysis of apple pectin by the coordinated activity of pectin enzymes. **Food Chemistry**. Servia, v. 101, p. 1-9, May, 2007.

MOORHOUSE, R. Ubiquitous hydrocolloids. **The world of Food Ingredients**, Germany. p. 24-30, set., 2004.

MORAIS, J. **Como montar e operar uma pequena fábrica de Doces e Geléias**. Viçosa, Manual nº 207, Centro de Produções Técnicas, 2000.

MORALES, J. O.Z. **Processamento de suco de abacaxi (*Abacaxi comosus* L. Merrill): qualidade sensorial e físico-química**. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Setor de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1999.

MORETTO, E. **Introdução à ciência de alimentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002.

MORRIS, G. A.; FOSTER, T. J.; HARDING, S. E., A hydrodynamic study of the depolymerisation of a high methoxy pectin at elevated temperatures. **Carbohydrate Polymers**. UK, v. 48, p. 361-367, June, 2002.

MULTON, J. L. **Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias**. Zaragoza: Acibia, 2000.

MUNHOZ M. P., WEBER, F. H.; CHANG, Y. K.. Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 24, n. 3, p.15, jul-set. 2004.

NACHTIGALL, A. M.; SOUZA, E. L. de; MALGARIM, M. B.; ZAMBIAZI, R. C. Geléias *light* de amora-preta. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, n. 2, p. 337-354, jul./dez. 2004.

NACHTIGALL, A. M., ZAMBIAZI, R. C. Geléias de hibisco com reduzido valor calórico: características sensoriais. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 47-58, jan./jul. 2006.

OLIVEIRA, A. M. C., COSTA, J. M. C., MAIA, G. A., Qualidade higiênico sanitária de abacaxi "Pérola" minimamente processado. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde - Braziliam Journal in Health Promotion**, vol. 16, n. 1- Fortaleza: Universidade de Fortaleza, – p. 19-24, 2006.

OLIVEIRA, G. R.; ASSIS, L. M.; RODRIGUEZ, A. F.; ZAMBIAZI, R. C. **Elaboração de geléia de araçá e avaliação de sua aceitabilidade**. In: XIV Congresso de Iniciação Científica - VII Encontro de Pós-Graduação, 2006, Pelotas. XIV Congresso de Iniciação Científica - VII Encontro de Pós-Graduação, 2006.

OETTERER, M.; D'ARCE, M. A. B. R.; STOPO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006.

PADULA, M. **Influência da embalagem na vida de prateleira de alimentos**. Manual Técnico, 2. ed., n. 6, Campinas: ITAL, 1996.

PAL, D.; SACHDEVA, S.; SINGH, S. Methods for determination of sensory quality of foods: A critical appraisal. **Journal Food Science**, USA, v.32, n. 5, p. 357- 367, 1985.

PEREDA, J. A. O.; RODRÍGUES, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. de F.; PERALES, L. de la H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de Alimentos**. Porto Alegre. Artmed. Vol. 1, 2005.

PÉREZ- ALVAREZ, J. A.; FERNANDEZ-LOPES, J.; ROSMINI, M. R.; SAYA, M. E. El color de los alimentos. **Technology Food**. Esperanza, Argentina, n. 8, p.32-43, 1999.

PFEIFFER, C. *et al.* Optimizing food packaging and shelf life. **Technology Food**. Chicago, v.53, n.6, p.52-59, 1999.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: Nobel, 2000.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. B. Influência do CaCl₂ sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. Pérola. **Ciência de Alimentos**, Lavras, v. 25(1), p. 32-36, jan.-mar, 2005.

PINTO, L. G.; PACHECO, A. M.; SOUSA, C. L.; NEVES, E. C. A. Elaboração de compota de abacaxi (*ananas comosus*, *l. merril*) e aproveitamento dos resíduos no processamento de néctar. In: XIX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2004. Recife-PE. **Anais** do XIX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos in CD-ROM, 2004.

POLICARPO, V. M. N.; BORGES, S. V.; ENDO, E.; CASTRO, F. T.; ANJOS, V. D.; CAVALCANTI, N. B. Green umbu (*Spondias Tuberosa Arr.Cam.*) preserve: physical, chemical and microbiological changes during store. **Journal of Food Processing and Preservation** 31. Canada, p.201-210, 2007.

QUEIROZ, M. I; TREPTOW, R. de O. **Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande. Ed. Da FURG, 2006.

RAMTEKE, R. S.; GIPESON, W.; PARTWARDHAN, M. V. Behavior of aroma volatile during the evaporative concentration of some tropical fruit-juices and pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 50, n.3, p. 399-405, 1990.

RHODES, M. J. Étude sur l'utilisation de l'ananas en conserve. **Fruits**, Paris, v. 25, n. 5, p. 349-356, 1970.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo, Edgard Blücher: Instituto Mauá de Tecnologia, 2004.

RIGON, L.; CORRÊA, S.; REETZ, E.; VENCATO, A.; ROSA, G.R.; BELING, R.R. Pequenas frutas. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**, Santa Cruz do Sul, v.1, n.1, p.90-97, 2005.

RODRIGUES, E. **Secagem de abacaxi em secador de leito fixo**. 125 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SANJINÉZ-ARGANDOÑA, E. J. **Goiabas desidratadas osmoticamente e secas: Avaliação de um sistema osmótico semi-contínuo, da secagem e da qualidade**. 157f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SABIONI, J.G.; PARK, Y.K. Aplicação de Carboidratos em Alimentos. **Anais do Simpósio sobre Hidrocolóides**, 24 a 25 de abril de 1991 – Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1993.

SANTOS, J. C. B. **Influência da atmosfera modificada ativa sobre a qualidade do abacaxi “Pérola” minimamente processado**. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciência dos Alimentos. Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2002.

SARZI, B.; DURIGAN, J. F. Avaliação física e química de produtos minimamente processados de abacaxi ‘Pérola’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 333-337, 2002.

SIGUEMOTO, A. T. **Propriedades de pectina – Braspectina**. Anais do Simpósio sobre Hidrocolóides, 24 a 25 de abril de 1991 – Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1993.

SILVA, A. C. A. **SBRT – Serviço Brasileiro Resposta Técnica**. Senai-RS. Porto Alegre, 2006.

SILVA, B.S.; PAULINO, C. P. L. **Caracterização físico-química do abacaxi *ananas comosus* cultivado no estado do Rio Grande do Norte**. São Paulo: UFRN, 2006.

SILVA, J. A. **Tópicos da Tecnologia de Alimentos**. São Paulo, Livraria Varela, 2001.

SINITSYA, A.; COPÍKOVÁ, J.; PRUTYANOV, V.; SKOBLYA, S.; MACHOVIE, V. Amidation of highly methoxylated citrus pectin with primary amines. **Carbohydrate Polymers**. Czech Republic, v. 42, p. 359-368, October. 2000.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Rio de Janeiro. Embrapa, 1995.

SOLER, M. P. **Industrialização de Geléias**: Processamento Industrial. Manual Técnico n° 7. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos: ITAL, 1991.

SOLER, M. P.; RADOMILLE, L. R.; TOCCHINI, R. P. **Industrialização de frutas**: Processamento. Manual Técnico n° 8. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos: ITAL, 1991.

SOLER, M. P.; ARDITO, E. F. G.; XAVIER, R. L. **Industrialização de Frutas**: Embalagem. Manual Técnico n° 8. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos: ITAL, 1991.

SOLER, M. P.; FADINI, A. L.; HILST, M. A. S.; OKADA, C. E. **Frutas: compotas, doce em massa, geléias e frutas cristalizadas para micro e pequena empresa**. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos: ITAL - 73p, 1995.

SOUZA, J. M. L. Obtenção de geléia de cupuaçu a partir da polpa congelada. Comunidade Técnico: Embrapa. Rio Branco, n. 103, p. 1-3, dez. 1999.

SOUZA, S. J. F. **Estudo comparativo de onze variedades de manga (*Mangifera indica* L.), produzidas em visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e à elaboração de geléias**. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Setor de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1983.

SOUZA, O. P. **Densidades de plantio e irrigação nas características físicas e químicas do abacaxi cultivar Smooth cayenne**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Setor de Fitotecnia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2006

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA - UNICAMP – Campinas: NEPA-UNICAMP, 2004. 42p.

THAKUR, B. R.; SINGH, R. K.; HANDA, A. V. Chemistry and uses of pectin – A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 37, n. 1, p. 47-73, 1997.

THÉ, P. M. P.; CARVALHO, V. D. de; ABREU, C. M. P.; NUNES, R. de P.; PINTO, N. A. V. D. Efeito da temperatura e armazenamento e do estágio de maturação sobre a composição química do abacaxi cv. Smooth Cayenne L. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 356-363, 2001.

THÉ, P. M. P. **Efeitos da associação de tratamento hidrotérmico, cloreto de cálcio e atmosfera modificada sobre o escurecimento interno e qualidade do abacaxi cv. Smooth cayenne**. 128 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

TOCCHINI, R. P., NISIDA, A. L. A., MARTIN, Z. J., **Industrialização de polpas, sucos e néctares de frutas**. Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) – 85p, 1995.

TSOGA, A.; RICHARDSON, R. K.; MORRIS, E. R. Role of cosolutes in gelation of high-methoxy pectin. Part 1. Comparison of sugar and polyols. **Food Hydrocolloids**. UK, v. 18, p. 907-919, March, 2004.

WANG, Q.; PAGÁN, J.; SHI, J. **Pectin from fruits**. [S.l.]: CRC, p. 1-47, 2002.

WEHR, J. B.; MENZIES, N.W.; BLAMEY, F. P. C., Alkali hydroxide-induced gelation of pectin. **Food Hydrocolloids**. UK, v. 18, p. 375-378, April, 2004.

WHISTLER, R. L.; DANIEL, J. R. Carbohydrates. In: FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, p. 69-137, 1985.

ANEXOS

ESCALA PERFIL DE CARACTERÍSTICAS

Nome: _____ Idade: ___ anos Data: ___/___/___

Prezado Proveedor,

Você está recebendo amostras de geléia de abacaxi devidamente codificadas. Prove cuidadosamente as amostras e avalie uma de cada vez seguindo a ordem, de acordo com a escala abaixo:

	Amostra	573	481	217	356	672	743	854	951	165
Aparência	1- Desgostei muito	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	2- Desgostei ligeiramente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	3- Não gostei nem desgostei	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	4- Gostei ligeiramente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	5- Gostei muito	()	()	()	()	()	()	()	()	()

	Amostra	573	481	217	356	672	743	854	951	165
Cor	1- Desgostei muito	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	2- Desgostei ligeiramente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	3- Não gostei nem desgostei	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	4- Gostei ligeiramente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	5- Gostei muito	()	()	()	()	()	()	()	()	()

	Amostra	573	481	217	356	672	743	854	951	165
Acidez	1- Desgostei muito	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	2- Desgostei ligeiramente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	3- Não gostei nem desgostei	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	4- Gostei ligeiramente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	5- Gostei muito	()	()	()	()	()	()	()	()	()

	Amostra	573	481	217	356	672	743	854	951	165
Textura	1- Desgostei muito	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	2- Desgostei ligeiramente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	3- Não gostei nem desgostei	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	4- Gostei ligeiramente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	5- Gostei muito	()	()	()	()	()	()	()	()	()

	Amostra	573	481	217	356	672	743	854	951	165
Sabor	1- Desgostei muito	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	2- Desgostei ligeiramente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	3- Não gostei nem desgostei	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	4- Gostei ligeiramente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
	5- Gostei muito	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Comentários?

ESCALA HEDÔNICA

Nome: _____ Idade: ____ anos Data: __/__/__

Você está recebendo amostras de geléia de abacaxi.
 Prove cuidadosamente as amostras e avalie uma de cada vez seguindo a ordem, marcando com um **x** o quanto gostou ou desgostou cada amostra:

Amostra	573	481	217	356	672	743	854	921	165
1- Desgostei muitíssimo	()	()	()	()	()	()	()	()	()
2- Desgostei muito	()	()	()	()	()	()	()	()	()
3- Desgostei regularmente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
4- Desgostei ligeiramente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
5- Não gostei nem desgostei	()	()	()	()	()	()	()	()	()
6- Gostei ligeiramente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
7- Gostei regularmente	()	()	()	()	()	()	()	()	()
8- Gostei muito	()	()	()	()	()	()	()	()	()
9- Gostei muitíssimo	()	()	()	()	()	()	()	()	()

Qual amostra você mais gostou? _____

Comentários:

APÊNDICE 3 - TESTE DE TUKEY PARA OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA GELÉIA DE ABACAXI

TIPO 1	BRIX
<p>Concentração 1 Case Range : 130 – 132 Variable 6 : BRIX Error Mean Square = 0.1230 Error Degrees of Freedom = 36 No. of observations to calculate a mean = 3 Tukey's Honestly Significant Difference Test $s/\sqrt{x} = 0.2025$ at $\alpha = 0.050$</p> <p>Original Order Ranked Order Mean 1 = 69.00 B Mean 2 = 70.00 A Mean 2 = 70.00 A Mean 3 = 70.00 A Mean 3 = 70.00 A Mean 1 = 69.00 B</p> <p>Concentração 2 Mean 1 = 65.00 A Mean 1 = 65.00 A Mean 2 = 65.00 A Mean 2 = 65.00 A Mean 3 = 65.00 A Mean 3 = 65.00 A</p> <p>Concentração 3 Mean 1 = 67.00 B Mean 3 = 68.00 A Mean 2 = 67.00 B Mean 1 = 67.00 B Mean 3 = 68.00 A Mean 2 = 67.00 B</p>	<p>Época 1 Mean 1 = 69.00 A Mean 1 = 69.00 A Mean 2 = 65.00 C Mean 3 = 67.00 B Mean 3 = 67.00 B Mean 2 = 65.00 C</p> <p>Época 2 Mean 1 = 70.00 A Mean 1 = 70.00 A Mean 2 = 65.00 C Mean 3 = 67.00 B Mean 3 = 67.00 B Mean 2 = 65.00 C</p> <p>Época 3 Mean 1 = 70.00 A Mean 1 = 70.00 A Mean 2 = 65.00 C Mean 3 = 68.00 B Mean 3 = 68.00 B Mean 2 = 65.00 C</p>
<p>TIPO 2</p> <p>Concentração 1 Mean 1 = 65.00 C Mean 3 = 67.00 A Mean 2 = 66.00 B Mean 2 = 66.00 B Mean 3 = 67.00 A Mean 1 = 65.00 C</p> <p>Concentração 2 Mean 1 = 67.00 B Mean 3 = 69.33 A Mean 2 = 67.00 B Mean 1 = 67.00 B Mean 3 = 69.33 A Mean 2 = 67.00 B</p>	<p>Época 1 Mean 1 = 65.00 B Mean 2 = 67.00 A Mean 2 = 67.00 A Mean 3 = 66.50 A Mean 3 = 66.50 A Mean 1 = 65.00 B</p> <p>Época 2 Mean 1 = 66.00 C Mean 3 = 68.00 A Mean 2 = 67.00 B Mean 2 = 67.00 B Mean 3 = 68.00 A Mean 1 = 66.00 C</p>

<p>Concentração 3</p> <p>Mean 1 = 66.50 B Mean 2 = 68.00 A Mean 2 = 68.00 A Mean 3 = 68.00 A Mean 3 = 68.00 A Mean 1 = 66.50 B</p> <p>TIPO 3</p> <p>Concentração 1</p> <p>Mean 1 = 67.00 B Mean 3 = 68.50 A Mean 2 = 68.00 A Mean 2 = 68.00 A Mean 3 = 68.50 A Mean 1 = 67.00 B</p> <p>Concentração 2</p> <p>Mean 1 = 66.00 B Mean 3 = 67.00 A Mean 2 = 66.00 B Mean 1 = 66.00 B Mean 3 = 67.00 A Mean 2 = 66.00 B</p> <p>Concentração 3</p> <p>Mean 1 = 67.00 C Mean 3 = 69.00 A Mean 2 = 68.00 B Mean 2 = 68.00 B Mean 3 = 69.00 A Mean 1 = 67.00 C</p>	<p>Época 3</p> <p>Mean 1 = 67.00 C Mean 2 = 69.33 A Mean 2 = 69.33 A Mean 3 = 68.00 B Mean 3 = 68.00 B Mean 1 = 67.00 C</p> <p>Época 1</p> <p>Mean 1 = 67.00 A Mean 1 = 67.00 A Mean 2 = 66.00 B Mean 3 = 67.00 A Mean 3 = 67.00 A Mean 2 = 66.00 B</p> <p>Época 2</p> <p>Mean 1 = 68.00 A Mean 1 = 68.00 A Mean 2 = 66.00 B Mean 3 = 68.00 A Mean 3 = 68.00 A Mean 2 = 66.00 B</p> <p>Época 3</p> <p>Mean 1 = 68.50 A Mean 3 = 69.00 A Mean 2 = 67.00 B Mean 1 = 68.50 A Mean 3 = 69.00 A Mean 2 = 67.00 B</p>
pH	
<p>TIPO 1</p> <p>Concentração 1</p> <p>Variable 7 : PH Function : _RANGE_ Case Range : 359 – 361 0.0001000 Error Degrees of Freedom = 36 Error Mean Square = No. of observations to calculate a mean = 3 Tukey's Honestly Significant Difference Test s/x= 0.005774 at alpha = 0.050</p> <p>Original Order Ranked Order</p> <p>Mean 1 = 3.087 B Mean 3 = 3.117 A Mean 2 = 3.020 C Mean 1 = 3.087 B Mean 3 = 3.117 A Mean 2 = 3.020 C</p>	<p>Época 1</p> <p>Mean 1 = 3.087 A Mean 1 = 3.087 A Mean 2 = 3.063 B Mean 3 = 3.070 AB Mean 3 = 3.070 AB Mean 2 = 3.063 B</p>

<p><u>Concentração 2</u> Mean 1 = 3.063 B Mean 3 = 3.170 A Mean 2 = 3.030 C Mean 1 = 3.063 B Mean 3 = 3.170 A Mean 2 = 3.030 C</p> <p><u>Concentração 3</u> Mean 1 = 3.070 C Mean 3 = 3.177 A Mean 2 = 3.097 B Mean 2 = 3.097 B Mean 3 = 3.177 A Mean 1 = 3.070 C</p>	<p><u>Época 2</u> Mean 1 = 3.020 B Mean 3 = 3.097 A Mean 2 = 3.030 B Mean 2 = 3.030 B Mean 3 = 3.097 A Mean 1 = 3.020 B</p> <p><u>Época 3</u> Mean 1 = 3.117 B Mean 3 = 3.177 A Mean 2 = 3.170 A Mean 2 = 3.170 A Mean 3 = 3.177 A Mean 1 = 3.117 B</p>
<p>TIPO 2</p> <p><u>Concentração 1</u> Mean 1 = 3.037 C Mean 3 = 3.160 A Mean 2 = 3.100 B Mean 2 = 3.100 B Mean 3 = 3.160 A Mean 1 = 3.037 C</p> <p><u>Concentração 2</u> Mean 1 = 3.053 C Mean 2 = 3.167 A Mean 2 = 3.167 A Mean 3 = 3.123 B Mean 3 = 3.123 B Mean 1 = 3.053 C</p> <p><u>Concentração 3</u> Mean 1 = 3.067 C Mean 2 = 3.153 A Mean 2 = 3.153 A Mean 3 = 3.110 B Mean 3 = 3.110 B Mean 1 = 3.067 C</p>	
<p><u>Concentração 1</u> Mean 1 = 3.033 B Mean 3 = 3.170 A Mean 2 = 3.163 A Mean 2 = 3.163 A Mean 3 = 3.170 A Mean 1 = 3.033 B</p>	<p><u>Época 1</u> Mean 1 = 3.033 A Mean 2 = 3.037 A Mean 2 = 3.037 A Mean 1 = 3.033 A Mean 3 = 3.030 A Mean 3 = 3.030 A</p>

<p><u>Concentração 2</u> Mean 1 = 3.037 B Mean 3 = 3.173 A Mean 2 = 3.163 A Mean 2 = 3.163 A Mean 3 = 3.173 A Mean 1 = 3.037 B</p> <p><u>Concentração 3</u> Mean 1 = 3.030 B Mean 3 = 3.157 A Mean 2 = 3.153 A Mean 2 = 3.153 A Mean 3 = 3.157 A Mean 1 = 3.030 B</p>	<p><u>Época 2</u> Mean 1 = 3.163 A Mean 1 = 3.163 A Mean 2 = 3.163 A Mean 2 = 3.163 A Mean 3 = 3.153 A Mean 3 = 3.153 A</p> <p><u>Época 3</u> Mean 1 = 3.170 A Mean 2 = 3.173 A Mean 2 = 3.173 A Mean 1 = 3.170 A Mean 3 = 3.157 A Mean 3 = 3.157 A</p>
SINERESE	
<p>TIPO 1</p> <p><u>Concentração 1</u> Variable 9 : SINE Function : _RANGE_ Error Mean Square = 0.0020 Error Degrees of Freedom = 36 No. of observations to calculate a mean = 3 Tukey's Honestly Significant Difference Test s/x = 0.02582 at alpha = 0.050</p> <p>Original Order Ranked Order Mean 1 = 2.440 C Mean 3 = 4.790 A Mean 2 = 3.870 B Mean 2 = 3.870 B Mean 3 = 4.790 A Mean 1 = 2.440 C</p> <p><u>Concentração 2</u> Mean 1 = 0.7200 C Mean 3 = 1.580 A Mean 2 = 1.140 B Mean 2 = 1.140 B Mean 3 = 1.580 A Mean 1 = 0.7200 C</p> <p><u>Concentração 3</u> Mean 1 = 0.1300 C Mean 3 = 0.6600 A Mean 2 = 0.2400 B Mean 2 = 0.2400 B Mean 3 = 0.6600 A Mean 1 = 0.1300 C</p> <p><u>Época 1</u> Mean 1 = 2.440 A Mean 1 = 2.440 A Mean 2 = 0.7200 B Mean 2 = 0.7200 B Mean 3 = 0.1300 C Mean 3 = 0.1300 C</p> <p><u>Época 2</u> Mean 1 = 3.870 A Mean 1 = 3.870 A Mean 2 = 1.140 B Mean 2 = 1.140 B Mean 3 = 0.2400 C Mean 3 = 0.2400 C</p> <p><u>Época 3</u> Mean 1 = 4.790 A Mean 1 = 4.790 A Mean 2 = 1.580 B Mean 2 = 1.580 B Mean 3 = 0.6600 C Mean 3 = 0.6600 C</p>	

<p>TIPO 2</p> <p><u>Concentração 1</u> Mean 1 = 2.480 B Mean 3 = 4.110 A Mean 2 = 2.440 B Mean 1 = 2.480 B Mean 3 = 4.110 A Mean 2 = 2.440 B</p> <p><u>Concentração 2</u> Mean 1 = 1.840 C Mean 3 = 3.160 A Mean 2 = 2.420 B Mean 2 = 2.420 B Mean 3 = 3.160 A Mean 1 = 1.840 C</p> <p><u>Concentração 3</u> Mean 1 = 0.3500 C Mean 3 = 2.540 A Mean 2 = 0.8900 B Mean 2 = 0.8900 B Mean 3 = 2.540 A Mean 1 = 0.3500 C</p>	<p><u>Época 1</u> Mean 1 = 2.480 A Mean 1 = 2.480 A Mean 2 = 1.840 B Mean 2 = 1.840 B Mean 3 = 0.3500 C Mean 3 = 0.3500 C</p> <p><u>Época 2</u> Mean 1 = 2.440 A Mean 1 = 2.440 A Mean 2 = 2.420 A Mean 2 = 2.420 A Mean 3 = 0.8900 B Mean 3 = 0.8900 B</p> <p><u>Época 3</u> Mean 1 = 4.110 A Mean 1 = 4.110 A Mean 2 = 3.160 B Mean 2 = 3.160 B Mean 3 = 2.540 C Mean 3 = 2.540 C</p>
<p>TIPO 3</p> <p><u>Concentração 1</u> Mean 1 = 2.630 C Mean 3 = 4.570 A Mean 2 = 3.420 B Mean 2 = 3.420 B Mean 3 = 4.570 A Mean 1 = 2.630 C</p> <p><u>Concentração 2</u> Mean 1 = 1.120 C Mean 3 = 3.770 A Mean 2 = 2.290 B Mean 2 = 2.290 B Mean 3 = 3.770 A Mean 1 = 1.120 C</p> <p><u>Concentração 3</u> Mean 1 = 0.05000 C Mean 3 = 2.480 A Mean 2 = 1.850 B Mean 2 = 1.850 B Mean 3 = 2.480 A Mean 1 = 0.05000 C</p>	<p><u>Época 1</u> Mean 1 = 2.630 A Mean 1 = 2.630 A Mean 2 = 1.120 B Mean 2 = 1.120 B Mean 3 = 0.05000 C Mean 3 = 0.05000 C</p> <p><u>Época 2</u> Mean 1 = 3.420 A Mean 1 = 3.420 A Mean 2 = 2.290 B Mean 2 = 2.290 B Mean 3 = 1.850 C Mean 3 = 1.850 C</p> <p><u>Época 3</u> Mean 1 = 4.570 A Mean 1 = 4.570 A Mean 2 = 3.770 B Mean 2 = 3.770 B Mean 3 = 2.480 C Mean 3 = 2.480 C</p>