



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**  
**DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO**



**DESENVOLVIMENTO DE SUCO DE ABACAXI**  
**(*Ananas comosus* (L.) Merril) ATRAVÉS DA**  
**TECNOLOGIA DE ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA**  
**APLICADA À POLPA DO FRUTO**

**ALINE MOTA DE BARROS MARCELLINI**

**Campinas**  
**2006**

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

M331 Marcellini, Aline Mota de Barros  
Desenvolvimento de suco de abacaxi (*Ananas comosus* (L.)  
*Merril*) através da tecnologia de alta pressão hidrostática / Aline  
Mota de Barros Marcellini. -- Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Helena Maria André Bolini  
Co-orientador: Rosires Deliza  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de  
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Alta pressão hidrostática. 2. Polpa de frutas. 3.  
Análise sensorial. 4. Mapa da preferência. 5. Fungos  
filamentosos. 6. Leveduras. I. Bolini, Helena Maria André.  
II. Deliza, Rosires. III. Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Engenharia de Alimentos. IV. Título.

(cars/fea)

Título em inglês: Pineapple juice (*Ananás comosus* (L.) *Merril*) development using  
high hydrostatic pressure applied to the fruit puree

Palavras-chave em inglês (Keywords): High hydrostatic pressure, Fruit pulp, Sensory  
evaluation , Preference mapping, Filamentous  
moulds, Yeasts

Área de concentração: Consumo e Qualidade de Alimentos

Titulação: Mestre em Alimentos e Nutrição

Banca examinadora: Maria Amélia Chaib Moraes

Flávio Luís Schmidt

Marcelo Cristianini

**ALINE MOTA DE BARROS MARCELLINI**

**DESENVOLVIMENTO DE SUCO DE ABACAXI  
(*Ananas comosus* (L.) Merril) ATRAVÉS DA  
TECNOLOGIA DE ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA  
APLICADA À POLPA DO FRUTO**

*Dissertação de Mestrado apresentada à  
Faculdade de Engenharia de Alimentos da  
Universidade Estadual de Campinas para a  
obtenção do título de **Magister Scientiae** em  
Alimentos e Nutrição.*

**Orientadora: Profa. Dra. Helena Maria André Bolini**

**Co-orientadora: Profa. Dra. Rosires Deliza**

**Campinas  
2006**

**ALINE MOTA DE BARROS MARCELLINI**

**DESENVOLVIMENTO DE SUCO DE ABACAXI (*Ananas comosus* (L.) Merril)  
ATRAVÉS DA TECNOLOGIA DE ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA APLICADA À  
POLPA DO FRUTO**

*Dissertação de Mestrado apresentada à  
Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade  
Estadual de Campinas para a obtenção do título de  
**Magister Scientiae** em Alimentos e Nutrição.*

**Aprovada em**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profa. Dra. Helena Maria André Bolini**  
**Orientadora**  
**Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP**

---

**Profa. Dra. Maria Amélia Chaib de Moraes**  
**Membro**  
**Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP**

---

**Prof. Dr. Flávio Luis Schimidt**  
**Membro**  
**Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP**

---

**Prof. Dr. Marcelo Cristianini**  
**Membro**  
**Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP**

**Dedico...**

... aos **MEUS PAIS** que são parte fundamental do que sou hoje

... ao **PAULO SERGIO**, pela sua dedicação ao nosso amor.

## AGRADECIMENTOS

À Deus que me concedeu força, paciência e sabedoria para superar à “pressão” e assim merecer o título de Mestre, principalmente durante as dificuldades “não-experimentais” com as quais aprendi algumas lições. E ainda pela existência dos meus pais e marido.

Aos meus pais, Sirlene e Manuel, pelo amor e por mais uma vez me apoiarem de forma incondicional permitindo que este sonho se tornasse realidade, e ainda por me mostrarem durante todas as dificuldades que por pior que fossem, com estudo, esforço e dedicação eu era capaz de superá-las.

Ao Paulo Sergio, meu grande amigo e amor, o qual eu encontrei no início desta caminhada e que se manteve ao meu lado nos bons e maus momentos, me apoiando e ensinando que o importante é ser feliz.

À Dra. Rosires Deliza pela orientação e amizade, que assim como na graduação me recebeu em seu laboratório de braços abertos, me ensinando e incentivando em todos os momentos, bem como pela grande ajuda na parte final de redação da dissertação.

À Dra. Helena Bolini pela orientação, receptividade, amizade e carinho, e ainda por mostrar-me que dentro da Análise Sensorial, outros caminhos podem ser percorridos.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos e PRODETAB pelo apoio técnico e financeiro ao projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos.

A banca examinadora, Dra. Maria Amélia Chaib Moraes e Dr. Flávio Luis Schimidt pelas valiosas correções, sugestões e considerações.

Ao Dr. Amauri Rosenthal, que gentilmente permitiu a utilização do equipamento de Alta Pressão Hidrostática e ainda conferiu todo o apoio técnico necessário.

À Ms. Lúcia Laboissière, minha grande amiga, com quem dividi todas as alegrias, tristezas, dificuldades, vitórias, derrotas e decepções dessa caminhada “na pressão”. Muito obrigada sem a sua força e coragem não teria conseguido.

À Dra. Lourdes Quaresma de Camargo, a minha Tia Zizi, pela amizade, orientação, companheirismo e ainda por me mostrar, a cada dia de ensaios, que superar dificuldades faz parte da formação do Mestre.

À Dra. Édira de Andrade, minha primeira orientadora, que tornou-se amiga e grande incentivadora. Muito obrigada por acreditar no meu trabalho e por mostrar-me que dentro da Nutrição meu caminho é através dos Alimentos.

À Ms. Ellen Menezes, pelo companheirismo e amizade durante os longos dias de ensaios.

À Dra. Regina Della Modesta, responsável pelo Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental da Embrapa Agroindústria de Alimentos, e Aline Leandro e José Carlos, técnicos do Laboratório pelo apoio durante os testes, ensinamentos e grande amizade dedicada.

Aos funcionários do Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Embrapa Agroindústria de Alimentos – Dra. Regina Siqueira, Dra. Maria da Graça F. Nascimento, Simone, Ivan, Rogério e Luís Antonio (O Bigode) – pelo espaço, apoio técnico e paciência durante a realização das análises.

Ao Filé e Willian, técnicos do equipamento de Alta Pressão Hidrostática, pelo auxílio nos ensaios.

Aos meus queridos e amados provadores; Aline, Lúcia, Luciana, Vanessa, Tatiana, Marianna, Ruan, Willian, Filé, Rosires e Lourdinha; e consumidores; funcionários e estagiários da Embrapa; que realizaram todas as análises sensoriais desta dissertação. Muito obrigada vocês foram parte fundamental deste estudo.

Às meninas e menino do Laboratório de Análise Sensorial da UNICAMP, Suzy, Patrícia, Daniela, Selma, Karina, Renata, Dora e Fábio, pela alegria, amizade e pelos bons momentos que passamos no laboratório.

Aos amigos que fiz no DEPAN, em especial a Claudia, Adriana, Cibelem, Luciano e Taciana pelo carinho, amizade e companheirismo em todos os momentos.

À Nice e Lia, técnicas do Laboratório de Análise Sensorial da UNICAMP, pela amizade, carinho e grande receptividade ao laboratório.

À todas as estagiárias que passaram pelo Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental da Embrapa Agroindústria de Alimentos, em especial, a Priscila, Elida e Ana Maria que dividiram as expectativas dos testes finais.

Às minhas amigas-irmãs do pensionato, Júlia, Alana, Martha, Araceli, Ana Cristina, Claudia, Débora, Luciana e Marielly, que fizeram do ano de 2003 o mais divertido da minha vida.

À Maria Eduarda, Adrielli, Arthur, Beatriz e Victor, as minhas crianças, pelos divertidos momentos de relaxamento, nos quais pude perceber e entender o que realmente é importante.

À minha grande família, em especial à Alessandra, Eduardo, Adeliria e Alexandre, pela amizade, confiança, bem como pelo apoio técnico e emocional durante a difícil e longa estrada que percorri.

À minha avó Armenia, que não poupou orações para que eu tenha terminado este trabalho.

Ao meu avô, Augusto (*in memoriam*), que me deixou bem antes desta caminhada começar, mas ensinou-me grandes lições de perseverança as quais pude aplicar aqui.

Às famílias Sola e Marcellini, das quais agora faço parte, pela alegria que trouxeram a minha vida, em especial a Alê. E ainda a Luísa (*in memoriam*) que permitiu que pudesse fazer parte da sua jornada.

A todos que de alguma forma participaram desta trajetória.

**Por pior que seja a noite...**

**o dia sempre amanhece...**

## RESUMO

O abacaxi é uma fruta apreciada em todo mundo, devido às suas distintas características sensoriais, podendo ser consumido “in natura” ou processado de diversas maneiras, sendo o suco a forma de processamento mais popular. O Brasil é o quarto maior produtor mundial de abacaxi, e nos cinco últimos anos a exportação do suco da fruta aumentou cerca de sete vezes. Associado à produção deste está o tratamento térmico, que afeta a qualidade sensorial, produzindo alterações desagradáveis ao produto. Nos últimos anos, os consumidores têm procurado por alimentos que mantenham as características sensoriais e nutricionais do produto, aliado à garantia da segurança microbiológica. A Alta Pressão Hidrostática (APH) é uma tecnologia inovadora, capaz de inativar microorganismos patogênicos e deteriorantes, enquanto minimiza a perda da qualidade sensorial e nutricional do alimento. Este trabalho teve como objetivo processar suco de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merril, variedade Smooth Cayenne) através da tecnologia de APH aplicada à polpa do fruto e avaliar as características microbiológicas, sensoriais e a aceitabilidade do produto obtido. Os dados foram analisados através da Análise de Variância (ANOVA), testes de médias de Tukey, Análise de Componentes Principais (ACP), Mapa Interno da Preferência, “Cluster Analysis”, bem como Mapa Externo da Preferência utilizando o programa estatístico SAS e XLSAT. O processamento a APH da polpa de abacaxi por 300MPa e 5 min à 25°C, demonstrou ser eficaz para a produção de polpa com vida útil de 14 dias, estando de acordo com os parâmetros determinados pela legislação brasileira. Os resultados obtidos na determinação de concentração de polpa e doçura “ideais” para a formulação do suco de abacaxi foram 56,5% e 7,0%, respectivamente. A Análise Descritiva Quantitativa demonstrou a similaridade sensorial entre as amostras de suco de abacaxi obtida através da polpa “in natura” e da polpa tratada por APH (300MPa/5 min/25°C) e que de forma geral, possuem diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) das amostras comerciais estudadas. Os atributos sabor de suco de abacaxi natural, cor característica de suco de abacaxi

natural, aroma característico de suco de abacaxi natural, consistência e presença de fibras visual e percebida na boca apresentaram maior importância para a caracterização dos produtos obtidos através da polpa “in natura” e da polpa tratada por APH (300MPa /5 min/ 25°C). O teste de aceitação comprovou que as amostras de suco de abacaxi obtidas através da polpa “in natura” e da polpa tratada por APH (300MPa/5 min/25°C), apresentaram aceitação significativamente ( $p \leq 0,05$ ) superior às amostras comerciais avaliadas, e sem diferença ( $p \leq 0,05$ ) entre si, sendo preferidas por segmentos específicos de consumidores. Os atributos que apresentaram maior importância na caracterização dos produtos obtidos através da polpa “in natura” e da polpa tratada por APH (300MPa/5 min/25°C) dirigiram a preferência de alguns segmentos de consumidores.

## ABSTRACT

Pineapple is a well appreciated fruit worldwide due to its distinct sensory characteristics, to be consumed “in natura” or processed in many different ways, juice being the most popular industrialized product. Brazil is the fourth world pineapple producer, presenting a seven fold increase in pineapple juice exportation in the last five years. Thermal treatment associated to juice production affects its sensory quality, resulting in unacceptable changes in the industrialized product. Nowadays consumers are searching for Technologies which preserve nutritional and sensory characteristics of food, as well as guarantee its microbiological safety. High Hydrostatic Pressure (HHP) is an innovative technology capable of inactivating pathogenic and deteriorative microorganisms while minimizing loss of sensory and nutritional product quality. The objectives of this study were to process pineapple juice (*Ananas comosus* (L.) Merril, Smooth Cayenne variety) through HHP technology applied to the fruit puree and to investigate the microbiological and sensory characteristics of the obtained juice, as well as its acceptability. Data were analyzed through Analysis of Variance (ANOVA); Tukey’s mean tests; Principal Components Analysis (PCA); Internal Preference Mapping; Cluster Analysis, as well as External Preference Mapping, using statistical programs as SAS and XLSTAT. HHP processing of pineapple puree at 300 MPa for 5 minutes at 25°C resulted in the production of pineapple puree with a shelf-life of 14 days, in accordance to microbiological parameters established by Brazilian Legislation. Results found in the determination of ideal pineapple puree concentration and ideal sweetness for pineapple juice formulation were 56.5% and 7.0%, respectively. Quantitative Descriptive Analysis (QDA) revealed a sensory similarity between the pineapple juice samples obtained from the utilization of “in natura” puree and of HHP treated puree (300MPa/5min/25°C), both showing a statistically significant difference ( $p \leq 0,05$ ) compared to the commercial pineapple juice samples evaluated in this study. The following sensory attributes: natural pineapple juice flavor; characteristic natural

pineapple juice color; characteristic natural pineapple juice aroma; consistency and visual and mouth-perceived fiber presence were considered the most important concerning the sensory characterization of both juices obtained from the utilization of “in natura” puree and of HHP treated puree (300MPa/5min/25°C). The acceptance test established that the pineapple samples obtained from the utilization of “in natura” puree and of HHP treated puree (300MPa/5min/25°C) showed higher statistically significant acceptance ( $p \leq 0,05$ ) in relation to the evaluated commercial samples, bearing no statistical significant difference ( $p \leq 0,05$ ) between them; each one being preferred by specific consumer segments. The sensory attributes which mostly contributed to the characterization of pineapple juices obtained from the utilization of “in natura” puree and of HHP treated puree (300MPa/5min/25°C) drove the preference in some consumer segments.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Fluxograma da obtenção de polpa de abacaxi .....	26
<b>Figura 2.</b>	Equipamento de Alta Pressão Hidrostática (a)vista frontal (b) detalhe do suporte de amostra .....	32
<b>Figura 3.</b>	Acondicionamento das amostras (a) Embalagem da polpa de abacaxi sendo inserida no suporte de amostra (b) Suporte de amostra sendo acoplado ao equipamento de APH .....	33
<b>Figura 4.</b>	Fungos filamentos e leveduras em polpa de abacaxi sem tratamento (controle) e tratada por APH (300MPa/5min/25°C), armazenada sobre temperatura de refrigeração ( $5\pm 1^{\circ}$ C) .....	46
<b>Figura 5.</b>	Determinação da diluição “ideal” de polpa para a formulação de suco de abacaxi .....	50
<b>Figura 6.</b>	Determinação da doçura “ideal” para a formulação de suco de abacaxi .....	51
<b>Figura 7.</b>	Representação gráfica dos atributos de aparência e aroma .....	64
<b>Figura 8.</b>	Representação gráfica dos atributos de sabor e consistência das amostras estudadas .....	64
<b>Figura 9.</b>	Análise de Componentes Principais (ACP) das amostras de suco de abacaxi, obtidas a partir da polpa “in natura” (SUN), processada por APH (SAP) e diferentes marcas comerciais (C, D E e F) – posição das amostras .....	67

<b>Figura 10.</b> Análise de Componentes Principais (ACP) das amostras de suco de abacaxi – posição dos atributos .....	67
<b>Figura 11.</b> Histogramas de distribuição de porcentagem das notas dos participantes. Amostras de sucos de abacaxi preparado a partir da polpa “in natura” (SUN), processada por APH (SAP) e diferentes marcas comerciais (C, D, E e F) (1=desgostei muitíssimo, 9=gostei muitíssimo) .....	72
<b>Figura 12.</b> Representação gráfica das dimensões 1 e 2 do Mapa Interno da Preferência mostrando a posição das amostras de suco de abacaxi preparado a partir “in natura” (SUN), processada por APH (SAP) e diferentes marcas comerciais (C, D, E e F) .....	74
<b>Figura 13.</b> Posição dos consumidores no espaço definido pela primeira e segunda dimensões .....	74
<b>Figura 14.</b> Dendrograma dos consumidores (n=102) .....	76
<b>Figura 15.</b> Mapa Interno da Preferência apresentando os 4 segmentos de consumidores formados, e a posição das amostras de suco de abacaxi .....	76
<b>Figura 16.</b> Histograma de distribuição de porcentagem da intenção de compra das amostras de suco de abacaxi obtido através da polpa “in natura” (SUN), processada por APH (SAP) e diferentes marcas comerciais (C, D, E e F) .....	83
<b>Figura 17.</b> Representação gráfica das dimensões 1 e 2 do Mapa Externo da Preferência do suco de abacaxi – atributos e consumidores .....	86

<b>Figura 18.</b> Representação gráfica das dimensões 1 e 2 do Mapa Externo da Preferência – segmentos de consumidores e amostras .....	86
---	----

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Quantidade de abacaxi produzida, valor da produção e área plantada no Brasil .....	4
<b>Tabela 2.</b>	Exportações de sucos de abacaxi .....	6
<b>Tabela 3.</b>	Delineamento experimental .....	31
<b>Tabela 4.</b>	Caracterização microbiológica da polpa de abacaxi coletada na indústria .....	40
<b>Tabela 5.</b>	Polpa de abacaxi (não pressurizada) adicionada de sacarose .....	41
<b>Tabela 6.</b>	Contagem de coliformes a 45°C, fungos filamentosos e leveduras a partir do delineamento experimental utilizado .....	42
<b>Tabela 7.</b>	Atributos, definições e referências indicados pela equipe de provadores para suco de abacaxi .....	54
<b>Tabela 8.</b>	Níveis de significância (p) para provadores considerando amostra e repetição para os atributos de aparência e aroma .....	57
<b>Tabela 9.</b>	Níveis de significância (p) para provadores considerando amostra e repetição para os atributos de sabor e consistência ...	58
<b>Tabela 10.</b>	Médias dos atributos sensoriais para as amostras de sucos de abacaxi, obtidas através de polpa “in natura” (SUN), processada por APH (SAP) e diferentes marcas comerciais (C, D, E e F) .....	60
<b>Tabela 11.</b>	Médias de aceitação atribuídas às amostras de sucos de abacaxi .....	70

<b>Tabela 12.</b> Médias da aceitação das amostras de suco de abacaxi para os diferentes segmentos de consumidores .....	77
<b>Tabela 13.</b> Características sócio demográficas dos segmentos de consumidores .....	79
<b>Tabela 14.</b> Média da frequência de consumo de suco de abacaxi de cada segmento de consumidores formado .....	80
<b>Tabela 15.</b> Médias de intenção de compra atribuídas às amostras de sucos de abacaxi .....	82
<b>Tabela 16.</b> Médias de intenção de compra atribuídas às amostras de sucos de abacaxi considerando os segmentos de consumidores .....	84
<b>Tabela 17.</b> Características físico-químicas das amostras de suco e polpa de abacaxi .....	89
<b>Tabela 18.</b> Médias dos parâmetros instrumentais de cor segundo Hunter ....	90

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
2.1. Objetivo Geral .....	3
2.2. Objetivos Específicos .....	3
<b>3. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
3.1. Abacaxi .....	4
3.2. Novas demandas de mercado para o processamento de alimentos .....	7
3.3. Alta Pressão .....	8
3.3.1. Efeitos da Alta Pressão Hidrostática nos Microorganismos .	14
3.3.2. Efeitos da Alta Pressão Hidrostática nas Enzimas .....	17
3.4. Análise Sensorial .....	18
3.4.1. Análise Descritiva Quantitativa .....	19
3.4.2. Teste de Aceitação .....	21
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
4.1. Material .....	25
4.2. Métodos .....	25
4.2.1. Obtenção da Polpa de Abacaxi .....	25
4.2.1.1. Recepção e seleção em esteira .....	25
4.2.1.2. Lavagem por imersão com agitação .....	25
4.2.1.3. Descascamento manual .....	25
4.2.1.4. Despulpamento .....	27

4.2.1.5. Acondicionamento e transporte .....	27
4.2.3. Caracterização Microbiológica .....	27
4.2.3.1. Plano de Amostragem .....	28
4.2.3.2. Fungos Filamentosos e Leveduras .....	28
4.2.3.3. Coliformes a 45° C .....	29
4.2.3.4. <i>Salmonella spp.</i> .....	30
4.2.4. Delineamento experimental .....	30
4.2.4.1. Análises microbiológicas da polpa pressurizada ...	33
4.2.5. Avaliação da Vida Útil da Polpa de Abacaxi .....	34
4.2.6. Análise Sensorial .....	34
4.2.6.1. Determinação da diluição “ideal” e doçura	34
“ideal” para a formulação de suco de abacaxi .....	
4.2.6.2. Análise Descritiva Quantitativa – ADQ .....	35
4.2.6.3. Teste de Aceitação e Intenção de Compra .....	38
4.2.7. Determinações Físico-químicas .....	38
4.2.7.1. pH .....	39
4.2.7.2. Sólidos Solúveis em ° Brix .....	39
4.2.7.3. Acidez Total Titulável .....	39
4.2.7.4. Determinação de Cor .....	39
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
5.1. Caracterização Microbiológica da Polpa de Abacaxi .....	40
5.2. Estudo exploratório sobre o efeito da pressão, tempo e	41
temperatura na qualidade microbiológica da polpa de abacaxi .....	
5.3. Avaliação microbiológica durante o armazenamento da polpa ....	46
5.4. Análise Sensorial .....	50
5.4.1. Determinação da diluição “ideal” e doçura “ideal” para a	50
formulação de suco de abacaxi .....	
5.4.2. Análise Descritiva Quantitativa – ADQ .....	52
5.4.3. Teste de Aceitação e Intenção de Compra .....	69
5.5. Determinações Físico-químicas .....	89

<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>93</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>95</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de abacaxi, sendo superado apenas pela Tailândia, Filipinas e China (FAO, 2005). O abacaxi é uma fruta tropical, ligeiramente ácida e com características sensoriais distintas, podendo ser consumida “in natura” ou processada de várias formas, sendo o suco, o produto mais popular (TOCCHINI; NISIDA; MARTÍN, 1995).

Associado à produção de suco está o tratamento térmico, como meio de estender o tempo de vida útil do produto. Entretanto, o calor deprecia a qualidade do suco, conferindo atributos sensoriais não característicos (RATTANATHARNALERK; CHIEWCHAN; SRICHUMPOUNG, 2005).

Nos últimos anos, os consumidores têm procurado por alimentos de fácil consumo e similares aos produtos “in natura”, através da manutenção das características sensoriais e nutricionais (MERTENS, 1992; DELIZA; ROSENTHAL; SILVA, 2003; KREBBERS et al., 2003; DELIZA et al., 2005).

A Alta Pressão Hidrostática (APH) tem sido investigada como um processo capaz de minimizar a perda da qualidade nutricional e sensorial, ao mesmo tempo que inativa microrganismos patogênicos e deteriorantes dos alimentos (KNORR, 1993; GOULD, 2000). Os parâmetros de pressão normalmente utilizados na indústria de alimentos não são capazes de romper ligações covalentes, mantendo inalterados os compostos que conferem cor, aroma e sabor aos alimentos (FARKAS; HOOVER, 2000; BARBOSA-CÁNOVAS; RODRÍGUEZ, 2002).

Pesquisas voltadas para a APH têm sido realizadas visando determinar os parâmetros ideais de processo para as diferentes matrizes que compõem os alimentos, tais como: sucos de frutas, laticínios, geléias, carnes, peixes, ovos e etc (ZIMMERMAN; BERGMAN, 1993). A tecnologia tem sido sugerida como alternativa efetiva ao referido processamento térmico para ser empregada na pasteurização de sucos.

A aceitação de um produto pelo consumidor é o principal objetivo da indústria de alimentos (MURRAY; DELAHUNTY, 2000). Atingir o sucesso no lançamento de novos produtos é essencial para todas as empresas cujo mercado consumidor é

dinâmico e ávido por novidades, exigindo que as prateleiras dos supermercados sejam continuamente renovadas (NORONHA, 2003).

Assim, para avaliar um novo produto desenvolvido através de tecnologias inovadoras, é de fundamental importância tanto conhecer o produto em relação às características sensoriais, como investigar a aceitação pelo público alvo, considerando acima de tudo o produto adequado do ponto de vista microbiológico.

Este trabalho objetivou produzir e avaliar as características sensoriais e microbiológicas da polpa de abacaxi submetida à Alta Pressão Hidrostática.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

Desenvolver suco de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merril, variedade Smooth Cayenne) através da tecnologia de Alta Pressão Hidrostática aplicada à polpa do fruto, visando esterilidade comercial, e avaliar as características sensoriais e aceitabilidade do produto obtido.

### 2.1. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar os parâmetros de tempo, temperatura e pressão para o processamento da polpa de abacaxi, visando esterilidade comercial.
- ✓ Avaliar a vida útil da polpa de abacaxi, obtida através da Alta Pressão Hidrostática.
- ✓ Determinar a diluição “ideal”, assim como, a doçura “ideal” para a formulação de suco de abacaxi, considerando o consumidor do produto.
- ✓ Desenvolver terminologia descritiva e quantificar as características do suco de abacaxi “in natura”, do suco formulado, obtido através da polpa tratada por Alta Pressão Hidrostática, e das principais marcas comerciais, através da Análise Descritiva Quantitativa.
- ✓ Avaliar a aceitação e intenção de compra do suco de abacaxi “in natura”, e do suco formulado, obtido através da polpa tratada por Alta Pressão Hidrostática, bem como das principais marcas comerciais disponíveis no mercado.
- ✓ Determinar as características físico-químicas (pH, acidez, cor, teor de sólidos solúveis em °Brix) da polpa e suco de abacaxi, antes e depois do processamento por Alta Pressão Hidrostática.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Abacaxi

O abacaxi é um fruto pertencente à família *Bromeliaceae*, que compreende, aproximadamente, 46 gêneros e cerca de 1.900 espécies de plantas. Apesar da grande família destaca-se apenas, pela importância econômica, o gênero *Ananas Mill.* Este gênero é vastamente distribuído por cultura nas regiões tropicais por intermédio da espécie *Ananas comosus (L.) Merril*, a qual abrange todas as cultivares atualmente plantadas (MEDINA, 1987).

As principais cultivares, da espécie *Ananas comosus (L.) Merril*, de importância comercial são: Smooth Cayenne, Singapore Spanish, Red Sapanish e Selangor Green. Entretanto, estima-se que 70% da produção mundial tenha como base, somente a cultivar Smooth Cayenne. O Brasil é o quarto produtor mundial de abacaxi, sendo superado apenas pela Tailândia, Filipinas e China (FAO, 2005), destacando-se a produção das cultivares Pérola, com cerca de 80%, e Smooth Cayenne, com 20% do produto nacional (COUTO, 1981; GONÇALVES e CARVALHO, 2000; REINHARDT, 2000).

A Tabela 1 apresenta a produção de abacaxi no Brasil nos últimos cinco anos. Os resultados mostram uma estabilização na produção da fruta.

Tabela 1 – Quantidade de abacaxi produzida, valor da produção e área plantada no Brasil.

Variáveis	2000	2001	2002	2003	2004
Quantidade produzida (mil frutos)	1.335.7921	1.430.018	1.433.234	1.440.013	1.435.665
Valor da produção (mil reais)	463.892	690.364	550.893	618.148	*
Área plantada (hectare)	62.976	63.282	62.862	58.155	54.655

\*Dado não constava na base de dados consultada.

Fonte: IGBE, 2005.

O abacaxi é uma fruta tropical, ligeiramente ácida e com características sensoriais distintas apreciadas pelos consumidores de todo mundo devido ao seu agradável aroma e sabor (TOCCHINI; NISIDA; MARTÍN, 1995).

O fruto pode ser consumido “in natura” ou processado de várias formas, sendo o suco o produto mais popular. Associado à produção do suco de abacaxi está o tratamento térmico como meio de estender o tempo de vida útil do produto. Entretanto, o calor afeta a qualidade do suco, que pode alterar as características sensoriais do produto e levar à insatisfação do consumidor (RATTANATHARNALERK; CHIEWCHAN; SRICHUMPOUNG, 2005).

As cultivares Smooth Cayenne e Pérola, produzidas no Brasil, apresentam características distintas com relação à cor e acidez. Estas características determinam se o fruto será consumido “in natura” ou processado. A cultivar Smooth Cayenne, por apresentar acidez e cor mais acentuadas, é indicada para a produção de sucos; já a cultivar Pérola para o consumo “in natura” (MEDINA, 1987).

Segundo a Instrução Normativa nº 12, de quatro de setembro de 2003 que fixa os Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Sucos Tropicais, define o suco de abacaxi como uma bebida não fermentada, obtida pela dissolução, em água potável, da polpa de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merril), por meio de processo tecnológico adequado, com cor, aroma e sabor característicos (BRASIL, 2003).

O suco de abacaxi é um alimento capaz de conferir quantidade significativa de calorias ao ser humano, mas não é considerado fonte de nenhum nutriente ou vitamina. Com a ingestão de cerca de 200mL (um copo duplo) tem-se fornecimento de 108,2Kcal, sendo 26g de carboidratos; 0,60g de proteínas e 0,20g de lipídios. As vitaminas presentes são: A (3mcg), timina (52mcg), riboflavina (18mcg), niacina (0,18mg) e C (19,0mg) (FRANCO, 1999).

O Brasil por ser um dos maiores produtores mundiais de abacaxi (FAO, 2005), tem apresentado um incremento nas exportações do suco da fruta.

A Tabela 2 apresenta o aumento significativo na exportação de suco de abacaxi, nos últimos cinco anos, apesar da estabilidade de produção da fruta (Tabela 1).

Tabela 2 – Exportações de sucos de abacaxi.

	Valor (US\$ mil)	Quantidade (tonelada)
2000	1.412	1.898
2001	2.574	3.389
2002	3.921	4.154
2003	11.142	11.029
2004	14.891*	14.003*

\*Os dados de dezembro/2004 não foram computados, não constava na base de dados consultada.  
 Fonte: BRASIL, 2005.

Na Europa e Estados Unidos o suco de abacaxi é preparado normalmente por diluição do suco comercializado na forma concentrada (CÁMARA; DIEZ; TORJILA, 1995).

Um fator muito importante para a comercialização e conseqüente exportação de qualquer alimento, é o controle microbiológico, o qual deve atender aos padrões determinados pela legislação.

No Brasil existem dois órgãos do Governo Federal capazes de regulamentar os padrões microbiológicos de alimentos, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), vinculada ao Ministério da Saúde.

Segundo a Instrução Normativa número 01, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000), de 7 de janeiro de 2000, a qual determina o Regulamento Técnico Geral para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta, estabelece os seguintes limites máximos:

1. Soma de fungos filamentosos e leveduras – máximo de  $5 \times 10^3$ /g para polpa “in-natura”, congelada ou não, e  $2 \times 10^3$  para polpa conservada quimicamente e/ou que sofreu tratamento térmico.
2. Coliforme Fecal (45° C) - máximo de 1/g.
3. *Salmonella spp.* – ausente em 25g.

A Resolução RDC número 12, de 02 de janeiro de 2001 que Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2001), determina para polpas

de frutas concentradas ou não, com ou sem tratamento térmico, refrigeradas ou congeladas os seguintes padrões:

1. Coliformes a 45° C/g –  $10^2$
2. *Salmonella spp.*/25g – ausência.

Analisando os órgãos regulamentadores, pode-se notar que a ANVISA está mais focada na prevenção da veiculação de microorganismos patogênicos capazes de causar doenças no consumidor do produto. O MAPA acrescenta, ainda, análises que determinam a deterioração do suco/polpa de abacaxi, através de fungos filamentosos e leveduras. A contagem de fungos filamentosos e leveduras requerida pelo MAPA, também pode ser utilizada como indicador da utilização de boas práticas de fabricação (BPF) pela indústria, à medida que, segundo Torrezan, Eiroa e Pfenning (2000) a microbiota que contamina os produtos de frutas é proveniente das condições da matéria-prima e da lavagem, além das condições higiênico-sanitárias dos manipuladores, equipamentos e ambiente industrial em geral.

### **3.2. Novas Demandas de Mercado para o Processamento de Alimentos**

O calor é o método físico utilizado nos métodos convencionais de preservação de alimentos – pasteurização e esterilização. O uso do calor revolucionou a indústria de alimentos tornando viável a conservação de produtos. No entanto, o calor, está relacionado com a deterioração de compostos de cor e sabor ou perda nutricional que decrescem com a severidade do processo aplicado, conduzindo a um comprometimento da qualidade em certos alimentos. No suco de abacaxi, por exemplo, o tratamento térmico aplicado aos produtos comerciais pode produzir alterações desagradáveis em suas características sensoriais e nutricionais (THAKUR; NELSON, 1998; SAN MARTÍN; BARBOSA-CÁNOVAS; SWANSON, 2002; RATTANATHARNALERK; CHIEWCHAN; SRICHUMPOUNG, 2005).

Nos últimos anos, os consumidores têm procurado por alimentos cujas características sensoriais e nutricionais sejam similares aos “in natura”, para tanto tem sido produzidos e comercializados alimentos minimamente processados e com menor teor de aditivos (MERTENS, 1992; DELIZA; ROSENTHAL; SILVA, 2003;

KREBBERS et al., 2003; DELIZA et al., 2005). Segundo Lado e Yousef (2002) aliado à procura por alimentos saudáveis e nutritivos, o consumidor também está preocupado com os riscos associados ao consumo de alimentos. Assim, os consumidores mostram interesse por produtos que possuam segurança microbiológica garantida (FREWER, 1998).

Devido a esta nova e crescente demanda de mercado, tem havido nos últimos anos, investimentos e esforços conjuntos dos centros de pesquisa e desenvolvimento de empresas, das indústrias e instituições de ensino (Universidades e Institutos de Pesquisa) em diversos países, para o desenvolvimento de tecnologias alternativas de preservação, que propiciem a obtenção de produtos com melhores características sensoriais e nutricionais comparativamente aos processos envolvendo tratamento térmico (ROSENTHAL; SILVA, 1997).

Dentre as tecnologias alternativas estudadas e propostas atualmente destacam-se o tratamento ôhmico, o processamento por campos eletromagnéticos, a tecnologia de ultrassom, a irradiação ionizante, e em especial a tecnologia de Alta Pressão Hidrostática (ROSENTHAL; SILVA, 1997).

### **3.3. Alta Pressão Hidrostática**

A Alta Pressão Hidrostática (APH) é uma técnica de preservação que consiste em submeter alimentos líquidos ou sólidos a pressões entre 100MPa e 1000MPa, associado ou não à temperatura, podendo o alimento estar ou não embalado (FDA, 2000).<sup>1</sup>

A APH é um processo não térmico, capaz de inativar microrganismos patogênicos e deteriorantes dos alimentos, assim como ativar ou inativar enzimas (KNORR, 1993; GOULD, 2000), minimizando a perda da qualidade do alimento em termos nutricionais e sensoriais. Os níveis de pressão normalmente propostos e utilizados na indústria de alimentos não são capazes de romper ligações covalentes, mantendo inalterados os compostos que conferem cor, aroma e sabor aos alimentos

---

<sup>1</sup> 1Mpa = 10bar = 145,6psi = 0,1 atm

(FARKAS; HOOVER, 2000; BARBOSA-CÁNOVAS; RODRÍGUEZ, 2002). Assim, a APH tem sido sugerida como alternativa efetiva ao referido processamento térmico para ser empregada na pasteurização ou esterilização de sucos cítricos e sucos em geral (OGAWA et al., 1989; ALEMÁN et al., 1996).

A APH é considerada como processo não térmico, devido à mínima quantidade de calor gerada durante a pressurização (BARBOSA-CÁNOVAS; RODRÍGUEZ, 2002). A temperatura, durante o processamento, aumenta aproximadamente 3°C a cada 100MPa, dependendo da composição química do alimento (FARKAS; HOOVER, 2000).

A idéia de usar pressão como tecnologia no processamento de alimentos não é recente. Os primeiros estudos datam de 1899, quando Bert Hite, (um químico do *Agricultural Experiment Station, West Virginia, EUA*) observou que a vida útil do leite, e outros produtos poderia ser prolongada depois da pressurização (SAN MARTÍN, BARBOSA-CÁNOVAS; SWANSON, 2002). Hite mostrou que o leite cru poderia ser consumido em até quatro dias após o tratamento com 600MPa por 1 hora, à temperatura ambiente (FARKAS; HOOVER, 2000).

Desde o início com Hite até o fim da década de 80, poucos estudos foram realizados para investigar a viabilidade do processo de APH em alimentos. Este fato pode ser explicado pela falta de sofisticação tecnológica, a qual seria necessária para o desenvolvimento de equipamentos, tornando a tecnologia inviável por algumas décadas (HOOVER, 1993).

Em 1985, 21 empresas financiadas pelo Ministério da Agricultura do Japão, fundaram a *Japanese R&D Association for High Isostatic Pressure in The Food Industry* com o objetivo de acelerar a implementação da tecnologia de APH na indústria de alimentos. Em abril de 1990, foi lançado no mercado japonês o primeiro produto processado por APH, uma geléia pressurizada. Nos anos seguintes, vários outros produtos foram lançados e permanecem no mercado, tais como iogurte de frutas, gelatina de frutas, saladas e, ainda, sucos de uva e *mandarim* (ELIZONDO, 1995).

Na França sucos de frutas pressurizados já podem ser encontrados no mercado, e nos EUA a *guacamole* (pasta de abacate), ostras, leite, sucos de frutas,

carne de porco, pedaços de frango e até mesmo refeições completas contendo carne e vegetais estão comercialmente disponíveis (SMELT, 1998; LADO; YOUSEF, 2002; RAMASWAMY; BALASUBRAMANIAM; KALETUNÇ, 2005).

Para estudos experimentais, os parâmetros de processo utilizados variam de 100MPa a 900MPa, em temperatura ambiente ou próxima desta. Já pressões entre 300MPa a 700MPa são comercialmente mais usadas e economicamente viáveis (JORDAN et al., 2001; SAN MARTÍN, BARBOSA-CÁNOVAS; SWANSON, 2002).

Os equipamentos de APH operam no sistema descontínuo (batelada), semicontínuo ou de homogeneização. (MERTENS; DEPLACE, 1993; MERTENS, 1995; CAMPOS, 2004).

No processamento descontínuo o alimento é embalado, e em seguida pressurizado dentro de uma câmara de pressão, utilizando um meio líquido que transfere a pressão ao produto (THAKUR; NELSON, 1998; CAMPOS, 2004). O método é caracterizado por ser um processo em lote (*batch* – batelada) (ZIMMERMAN; BERGMAN, 1993; CAMPOS, 2004). Este método é muito similar ao utilizado em tratamento térmico (FARKAS; HOOVER, 2000).

O sistema semi-contínuo pode ser construído pelo arranjo de três ou mais recipientes resistentes a altas pressões em série, onde o alimento será pressurizado e em seguida embalado em recipientes estéreis (FDA, 2000).

Já o método de homogeneização é em base contínua que utiliza fundamentalmente um homogeneizador a alta pressão com o intuito de romper células, princípio largamente utilizado com diversas aplicações de biotecnologia (CAMPOS, 2004).

O método de APH é baseada em dois princípios:

1. Princípio de Le Chatelier – segundo o qual, qualquer fenômeno (transição de fases, mudanças na configuração molecular ou reações químicas) associado à redução de volume é favorecido por um aumento da pressão e vice-versa (CHEFTEL, 1995; EARNSHAW, 1996; CAMPOS 2004).
2. Princípio isostático – o qual indica que a pressão é transmitida de forma uniforme e quase instantânea por todo o alimento, independente da forma, tamanho e composição, portanto, de maneira distinta do que ocorre no calor.

Entretanto, a ação da pressão nos microorganismos é dependente do tempo de processamento. A água, em geral, é o meio utilizado para a transmissão da pressão devido à baixa compressibilidade (CHEFTEL, 1995; HOOVER et al., 1989; ROSENTHAL; SILVA, 1997; FARKAS; HOOVER, 2000; CAMPOS, 2004).

O sistema completo de aplicação de pressão consiste em um recipiente e no seu fechamento, um sistema de geração de pressão, um mecanismo de controle de temperatura e demais variáveis de processo e um sistema de operação (HOOVER, 1993).

A capacidade da câmara de pressão é determinada de acordo com as necessidades do usuário ou indústria. Unidades Laboratoriais possuem capacidade de 100mL a 2L, equipamentos de Plantas Piloto de 10L à 25L. Em escala industrial, já são encontrados equipamentos nos quais as câmaras de pressão possuem capacidade de até 350L (FARKAS; HOOVER, 2000; AVURE TECHNOLOGIES, 2005).

O alimento é acondicionado em embalagens flexíveis, inserido na câmara de pressão; a câmara é fechada e preenchida como o meio de transmissão da pressão, eliminando todo o ar. O processo de pressurização é iniciado e ao final do ciclo a câmara é despressurizada (ZIMMERMAN; BERGMAN, 1993; FARKAS; HOOVER, 2000).

Antes da pressurização é necessário um tempo inicial, necessário para que o equipamento atinja a pressão de trabalho (*come up time*). Em seguida, a pressão é mantida pelo tempo que foi programada e ao final do processo a pressão é equalizada à pressão ambiente, em apenas alguns segundos, a partir dos quais o alimento pode ser retirado (BARBOSA-CÁNOVAS; RODRÍGUEZ, 2002).

No equipamento a pressão pode ser gerada por três métodos (MERTENS, 1995; MERTENS; DEPLACE, 1993) a saber:

1. DIRETO – o meio de transmissão de pressão, já preenchendo a câmara, é diretamente pressurizado por um pistão. É um método que gera pressão

rapidamente, mas é restrito a equipamentos com pequeno volume, indicado para laboratórios e plantas piloto (THAKUR; NELSON, 1998).

2. INDIRETO – um intensificador de pressão é usado para bombear o meio de transmissão de pressão, do reservatório para dentro do vaso de pressão já fechado. É utilizado em nível industrial, devido à sua maior capacidade de gerar pressão (THAKUR; NELSON, 1998).
3. TÉRMICO – a pressão é gerada através da temperatura que induz a expansão do meio de pressurização. É utilizado quando altas temperaturas devem estar associadas ao processo de pressão (THAKUR; NELSON, 1998).

Segundo Tewari, Jayas e Holley (1999) vários tipos diferentes de embalagens têm sido usadas na APH, tais como: *stomacher bags*, tubos estéreis, tubos de polietileno, “sacos” de polietileno e outros tipos de embalagens flexíveis.

Com a pressurização, o alimento tem seu volume reduzido, cerca de 15%, mas com a despressurização uma expansão equivalente ocorre. Por esta razão as embalagens utilizadas devem possuir a capacidade de redução e da seguida expansão ao formato original, sem perda da integridade do material e da selagem utilizada (TEWARI; JAYAS; HOLLEY, 1999; FARKAS; HOOVER, 2000).

O processamento utilizando o alimento embalado elimina qualquer risco de contaminação, com lubrificantes ou com qualquer outra parte mecânica do equipamento. Não é necessário a sanitização entre um produto e outro, eliminando qualquer possibilidade de contaminação cruzada (ZIMMERMAN; BERGMAN, 1993).

O fluido normalmente utilizado como meio de transmissão de pressão é a água, devido à baixa compressibilidade e à sua maior compatibilidade com o alimento, ocasionando um risco menor de contaminação do mesmo (CHEFTEL, 1995; EARNSHAW, 1996) Entretanto, outros materiais além da água, podem ser usados, como: óleos, agentes anticorrosivos ou antimicrobianos, sempre de acordo com a indicação do fabricante do equipamento (FARKAS; HOOVER, 2000).

A energia gerada dentro da câmara de pressão, durante o trabalho, resulta em moderada e temporária geração de calor - o calor adiabático. Com o término do

processo de pressurização, a câmara é, obviamente, despressurizada, a pressão cai rapidamente e o calor adiabático dissipa (ANSTINE, 2003).

Todas as substâncias que podem ser compressíveis alteram a temperatura durante compressão física, e o efeito termodinâmico não pode ser evitado. Líquidos como a água são pouco compressíveis. Como resultado, a mudança na temperatura ocorre de acordo com a compressão e é relativamente baixa, até mesmo, em pressões altas. Então, sob condições adiabáticas e próximas da temperatura ambiente, a água aquece cerca de 3°C para cada 100MPa de pressão. Assim, como a água é o principal ingrediente de muitos alimentos, a compressão de muitos produtos exibe temperatura adiabática muito similar a que ocorre com a água (TING; BALASUBRAMANIAM; RAGHUBEER, 2002).

Os alimentos processados por APH podem ser de forma contínua ou em pulso, sendo a primeira mais comumente utilizada. Na forma contínua, como o próprio nome diz, o alimento é pressurizado por um período de tempo contínuo e mais longo. Já na forma de pulso, a operação do equipamento é programada para uma série de ciclos de pressurização (pressão – despressurização – pressão) por normalmente, um período curto de tempo, sem retirá-lo da câmara. Com este segundo método o alimento sofrerá o efeito de vários processos de pressurização e despressurização (FARKAS; HOOVER, 2000).

Entretanto o tempo de pressurização para ambos os processos não está definido na literatura, pois são encontrados trabalhos nos quais a forma contínua de processamento foi utilizada, tendo sido empregado apenas 1 minuto de exposição à pressão de trabalho (600MPa e 300MPa) (BOYTON et al., 2002). Considerando o processamento em pulso, Hayakawa et al. (1994) apud Aleman et al. (1996), aplicaram seis pulsos com tempo de 5 minutos cada a 600 MPa (total de 30 minutos), enquanto Aleman et al. (1996) utilizaram em um dos seus experimentos 10 ciclos de pressão com tempo de 10 segundos cada com pressão de trabalho de 270 MPa (total de 1 minuto e 40 segundos).

Segundo Aleman et al. (1996) a aplicação de APH por pulso proporcionou maior redução na contagem de fungos filamentosos em menor tempo quando comparado ao método contínuo em suco de abacaxi. Palou et al. (1998a) conferem

tal eficiência ao método em pulso, na inativação de fungos filamentosos, devido a grande injúria causada na membrana celular em função da rápida e grande diferença de pressão na interface da membrana intracelular e extracelular. Entretanto, segundo Cheftel (1995) à APH em pulsos possui custo mais elevado e oferece maior risco ao equipamento (bombas e recipiente resistente à pressão).

### **3.3.1. Efeitos da Alta Pressão Hidrostática nos Microorganismos**

A aplicação da APH como método de inativação microbiana tem estimulado consideravelmente o interesse da indústria de alimentos pela tecnologia (TEWARI; JAYAS; HOLLEY, 1999). O efeito do tratamento por pressão em microorganismos tem sido comparado ao efeito da pasteurização, cujo objetivo é a destruição da microbiota patogênica e a diminuição da deteriorante, levando ao aumento da vida útil do alimento sob condições de refrigeração (DE HEIJ et al., 2003).

Segundo Hugas, Garriga e Monfort (2002) a APH acelera as reações químicas, envolvendo mudança de volume a nível molecular e esta é a chave para entender os efeitos biológicos, nas macromoléculas e microorganismos. Outros autores ainda acrescentaram que a eficiência da tecnologia está nas alterações morfológicas e bioquímicas, assim como nos mecanismos genéticos, e na funcionalidade das membranas e paredes celulares dos microorganismos (HOOVER et al., 1989; CHEFTEL, 1995). Entretanto, o principal local de dano causado pela pressão, seria a membrana celular (HOOVER et al., 1989).

Hayashi (2002) cita que pressões na faixa de 100MPa ou menores induzem ao decréscimo na fluidez na camada bilipídica da membrana celular, mudanças conformacionais nas proteínas de transmembrana, resultando na desordem funcional de enzimas. Valores de pressão superiores, de 100MPa a 400MPa, fazem com que os componentes celulares como metais, aminoácidos e proteínas tornem-se solúveis e componentes extracelulares, como sais, sejam permeados para dentro das células. O autor ainda coloca que pressões de 100MPa a 220MPa causam a transição de fase irreversível na camada bilipídica e dissociação de proteínas, e estas mudanças levam à separação destas da camada bilipídica, formando túneis de transmembrana.

Pressões superiores a 220MPa causam a fragmentação irreversível da camada bilipídica, destruindo a espessa estrutura da membrana (HAYASHI, 2002).

A APH é capaz de promover a acidificação dos vacúolos, organela que compõem a célula, de maneira proporcional à magnitude da pressão aplicada. Essa acidificação é causada pela produção de dióxido de carbono, que é facilitada pelo decréscimo no volume da célula. Conseqüentemente, um grande número de prótons é produzido no citoplasma, promovendo a diminuição do pH intracelular (ABE; KATO; HORIKOSHI, 1999). Cheftel (1995) relatou que a alteração do pH intracelular da célula microbiana estressada pela pressão pode ser de até 0,2 unidades.

Segundo Cheftel (1995) outros efeitos também são observados nos microorganismos com o aumento da pressão. Dentre estes estão os morfológicos como compressão dos vacúolos, alongamento da célula, separação da membrana celular com a parede celular, formando poros, modificações no citoesqueleto.

Smelt (1998) resumiu a inativação de células vegetativas como sendo causadas por dano na membrana celular, desnaturação protéica e o decréscimo no pH intracelular.

A resistência de microorganismos a pressão é extremamente variável. Células vegetativas na fase de crescimento logarítmica são mais sensíveis do que células na fase estacionária. Bactérias gram-positivas são mais resistentes à pressão do que as gram-negativas. Fungos filamentosos e leveduras são mais sensíveis à pressão do que bactérias. No entanto, esporos microbianos são muito resistentes e podem sobreviver às pressões superiores a 1000MPa-1200MPa, assim como alguns vírus (CHEFTEL, 1995; ALPAS et al., 2000). Segundo Lechowich (1993) é a estrutura e a espessura da célula esporulada que a torna resistente as altas pressões. Raso et al. (1998) complementaram a questão afirmando que a resistência à pressão de células vegetativas ou esporos depende do meio ou matriz alimentícia onde está inserido.

Entretanto, a eficácia do processo não se limita ao tipo ou espécie de microorganismo a ser tratado, mas também ao tipo de pressão utilizada (pulso ou contínua), tempo e temperatura de pressurização, fase de crescimento do microorganismo, idade da cultura, presença de fatores e substâncias antimicrobianas e, finalmente, a matriz alimentícia a qual está inserido o microorganismo (ALPAS et

al., 2000; SAN MARTÍN, BARBOSA-CÁNOVAS; SWANSON, 2002; HUGAS; GARRIGA; MONFORT, 2002). Além destes, segundo Butz e Tausher (2002) atividade de água e pH são fatores críticos na inativação de microorganismos por APH.

Alpas e Bozoglu (2003) utilizando como substrato suco de maçã, damasco, laranja e cereja inocularam *Listeria monocytogenes* ( $1 \times 10^8$  ufc/mL), bactéria gram negativa e após tratamento a 350MPa, 25°C e por 5 minutos, observaram redução de 4 a 4,5 ciclos logarítmicos da população bacteriana inicial. Já com o aumento da temperatura de pressurização para 30°C foi observada a redução de 6,8 a 7,5 ciclos logarítmicos, sendo que com 40°C a população foi inativada completamente não tendo sido detectado sobreviventes em nenhum dos sucos analisados.

Em suco de tomate Porretta et al. (1995) observaram redução de 4 ciclos logarítmicos, da flora normal para fungos filamentosos e leveduras, eliminando-os totalmente quando pressurizados a 500MPa por 3 minutos e 900MPa por 9 minutos. Resultado semelhante de inativação microbiana obteve Donsi, Ferrari e Di Matteo (1996) em suco de laranja, reduzindo de  $10^2$ UFC/mL para níveis não detectáveis depois da exposição por 1 minuto a pressões de 350MPa a 500MPa.

Palou et al. (1998b) observaram que a inativação dos ascosporos do *Bysochlamys nivea* em sucos de frutas concentrados dependeu da temperatura, atividade água, e tipo de equipamento utilizado (contínuo ou pulso).

Lee, Dougherty e Kang (2002) avaliaram o efeito da APH em esporos de *Alicyclobacillus acidoterrestris* e observaram que somente a associação de pressão e tratamento térmico foi eficaz na inativação destes.

Butz et al. (1996) avaliaram a resposta de fungos filamentosos e leveduras resistentes ao calor, *Bysochlamys nivea*, *Bysochlamys fulva*, *Eurotium (Aspergillus fischeri)*, *Eupenicillium sp.* e *Paecilomyces sp.* a APH (300 a 800MPa) usando a combinação de diferentes temperaturas (10 a 70°C). Todas as formas vegetativas foram inativadas quando expostas a 300MPa/25°C por poucos minutos; entretanto, os ascosporos requereram tratamentos com pressões superiores.

Maggi et al. (1994) realizaram estudo com néctar de damasco onde foram inoculados esporos de *Bysochlamys nivea*, *Bysochlamys fulva*, *Talaromyces flavus*

e *Neosartorya fischeri*. Observaram que utilizando 900MPa, 20°C por 20 minutos todos os esporos de *Talaromyces flavus* foram completamente inativados; os esporos de *Neosartorya fischeri* obtiveram redução de dois ciclos logarítmicos, enquanto que *Byssochlamys nivea*, *Byssochlamys fulva* não apresentaram nenhuma redução, indicando a alta resistência dos esporos de fungos também à pressão. Entretanto, no mesmo néctar de damasco pré-aquecido a 50°C todas as quatro espécies de esporos foram inativadas em 1 a 4 minutos por 800MPa. Já com um pré-aquecimento a 60°C, bastaram apenas de 1 a 2 minutos a 700MPa de pressão para a completa inativação dos referidos esporos. Segundo Matser et al. (2004) para a inativação de esporos, e conseqüente esterilização do alimento é necessário a combinação de APH, altas temperaturas (por exemplo 60°C a 90°C) e o uso da compressão adiabática para um rápido aquecimento do produto até atingir a pressão de trabalho.

### **3.3.2. Efeitos da Alta Pressão Hidrostática nas Enzimas**

A atividade enzimática está bastante relacionada à qualidade, preservação e vida útil das características de muitos sistemas alimentícios (KNORR, 2000).

As enzimas são tipos especiais de proteínas e apresentam os quatro níveis de estrutura molecular: primária, secundária, terciária e quaternária. As estruturas secundárias, terciárias e quaternárias podem ser significativamente afetadas pela APH (TEWARI; JAYAS; HOLLEY, 1999).

A resposta de enzimas submetidas ao tratamento por APH é variável, podendo ser inativadas, de modo reversível ou permanente, e até mesmo, podem ser ativadas (TEWARI; JAYAS; HOLLEY, 1999). Além disso, as enzimas sofrem estes efeitos em face da origem, pH, natureza do substrato, pressão, temperatura e tempo de processo (SAN MARTÍN; BARBOSA-CÁNOVAS; SWANSON, 2002).

Ambas as enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) estão dentre as principais responsáveis pela deterioração enzimática de frutas, tal como o abacaxi, e vegetais, originando produtos com características sensoriais desagradáveis ao consumidor (ROSENTHAL et al., 2002).

A PPO e a POD são responsáveis pela transformação dos fenóis existentes nos vegetais em compostos que conferem coloração escura ao alimento, através de sucessivas reações químicas iniciadas com a hidroxilação e a oxidação de estruturas fenólicas. Essas enzimas podem ser inativadas utilizando diferentes combinações de tempo e temperatura (CHEFTEL, 1995; ROSENTHAL et al., 2002).

A APH pode ser usada como alternativa às altas temperaturas para a inativação irreversível da PPO e POD (HENDRICKX et al. 1998).

Rosenthal et al. (2002) realizaram estudo com o extrato enzimático de PPO e POD, obtido a partir do abacaxi e avaliaram a atividade destas enzimas frente às diferentes condições de tempo, temperatura e pressão. Os autores observaram que a inativação enzimática foi maior quando valores mais elevados dos parâmetros tempo (45 minutos), temperatura (60°C) e pressão (600MPa) foram utilizados. A máxima redução foi de 60,08% para POD e 33,17% para PPO.

### **3.4. Análise Sensorial**

A Análise Sensorial é uma ciência usada para mostrar, quantificar, analisar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos e materiais, como são percebidas pelos órgãos da visão, olfato, gustação, tato e audição (IFT, 1981).

Com esta definição do IFT, observa-se que o instrumento de medida utilizado pela Análise Sensorial é o homem. Segundo Meilgaard, Civille e Carr (1991) nenhum instrumento ou combinação de instrumentos pode substituir os sentidos humanos, nem dar a sensação de prazer, palatabilidade ou aceitabilidade de um alimento ou bebida, a medida que os sentidos humanos registram uma expressão integral da total complexidade de um alimento.

A indústria alimentícia moderna utiliza a Análise Sensorial como ferramenta considerando a avaliação das características sensoriais dos produtos como componente essencial no desenvolvimento, manutenção, otimização, controle de qualidade e avaliação do potencial de mercado de um determinado alimento

(MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991; STONE; SIDEL, 1993; PIGGOT, 1995; BI, 2003).

Os testes sensoriais são importantes por serem uma medida multidimensional integrada que possuem importantes vantagens, como serem capazes de identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, definirem características sensoriais importantes de um produto, e serem capazes de detectar particularidades dificilmente detectadas por outros procedimentos analíticos e ainda avaliarem se um produto é aceito ou não pelo consumidor (MUÑOZ; CIVILLE; CARR, 1992). Piggot (1995) acrescentou que os testes sensoriais são usados para entender as reações do consumidor a um produto.

O sucesso da aplicação dos testes sensoriais em problemas reais da indústria de alimentos e pesquisas depende da adequada correlação entre a utilização do método e a informação desejada ao final da sua aplicação, isto é, o objetivo a ser alcançado (PIGGOTT, 1995).

Os métodos aplicados em análise sensorial podem ser divididos em discriminativos, descritivos e afetivos. Dentre os métodos descritivos, destaca-se, a Análise Descritiva Quantitativa, e dentre os afetivos está o Teste de Aceitação (STONE; SIDEL, 1993).

### **3.4.1. Análise Descritiva Quantitativa**

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) foi desenvolvida por Stone et al. (1974) sendo considerada uma das principais e mais sofisticadas metodologias para a Análise Sensorial. A técnica é capaz de promover a descrição qualitativa e quantitativa do produto avaliado, com precisão em termos matemáticos, baseado na percepção de um grupo de pessoas capacitadas (MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001; ARAÚJO; SILVA; MINIM, 2003; BI, 2003; STONE; SIDEL, 2004).

Segundo Stone et al. (1974), o foco desta técnica é o aspecto psicológico da percepção e da aplicação desta percepção em escalas, promovendo a caracterização sensorial do produto.

Os resultados obtidos incluem a descrição sensorial completa dos produtos e proporcionam uma base para determinar os atributos sensoriais que são importantes para sua aceitabilidade (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991; STONE; SIDEL, 2004).

Segundo Umbelino (2005) as principais etapas relacionadas à ADQ são: pré-seleção de provadores, desenvolvimento da terminologia descritiva, treinamento, seleção de provadores, avaliação sensorial e interpretação dos resultados.

O sucesso da implementação da ADQ está ligado principalmente à performance dos provadores e o alcance desta performance é obtida através de adequada seleção e treinamento (HUSSON; PAGES, 2003). Segundo McEwan et al. (2002) na Análise Sensorial os provadores devem ser vistos como instrumentos de medida de atributos sensoriais, por esta razão, a avaliação da performance do provador é etapa fundamental.

Issanchou, Lesschaeve e Koster (1995) relataram que para a utilização da ADQ é necessária a utilização de provadores com habilidades descritivas e discriminativas, o que leva à necessidade da realização de testes para avaliação dessas habilidades. Os provadores com a habilidade descritiva devem identificar os diferentes estímulos (atributos). Para a habilidade discriminativa os provadores devem perceber diferenças mínimas de intensidade entre estímulos e, ainda, ter a capacidade de quantificar, sendo aptos a utilizar a escala em toda a sua amplitude, com pequena dispersão entre as repetições e em consenso com a equipe (UMBELINO, 2005).

Para isso, segundo Basker (1988), os provadores devem ser rigorosamente pré-selecionados, utilizando o próprio produto com o qual estão desenvolvendo o trabalho. Overman Mackey e Jones (1952, apud Issanchou, Lesschaeve e Koster [1995]) relataram que a habilidade de provadores em ordenar estímulos de doçura, salgado, acidez e amargor em solução aquosa não pode ser relacionado com a habilidade do provador em fazer o mesmo quando estes atributos estavam na complexa matriz alimentícia. Girardot, Peryam e Shapiro (1952, apud Issanchou, Lesschaeve e Koster [1995]) acrescentaram que bons provadores em um determinado produto podem ser ruins em outros.

A maneira mais criteriosa de se realizar esta pré-seleção é submeter os candidatos a sucessivos testes triangulares entre amostras utilizando-se a análise seqüencial de Wald, citado por Amerine, Pangborn e Roessler (1965).

Através de provadores habilitados a Análise Sensorial através da ADQ é capaz de auxiliar no desenvolvimento e otimização de um produto (CHENG; CLARKE; HEYMANN, 1990).

Estudos vêm sendo realizados utilizando a ADQ no desenvolvimento de novos produtos e no controle de qualidade. Entretanto, dentro da APH poucos são os trabalhos encontrados. Alguns autores consideraram a Análise Sensorial e ADQ metodologias complementares e não como parte principal do estudo.

### **3.4.2. Teste de Aceitação**

O Teste de Aceitação é um valioso e necessário componente de toda a Análise Sensorial, o qual utiliza o consumidor como instrumento de medida e, a partir da correta aplicação é possível transformar dados subjetivos em objetivos, obtendo informações importantes sobre o grau com que as pessoas gostam ou não de um determinado produto (STONE; SIDEL, 1993).

Para a realização de testes de aceitação é de fundamental importância que mais de 50 consumidores sejam consultados, os quais tenham o hábito de consumir o produto, para que os dados possam ser representativos da população avaliada. Meilgaard, Civille e Carr (1991) recomendam ainda a realização de testes em diferentes cidades em um mesmo país, para que a heterogeneidade advinda de diferentes regiões possa ser avaliada.

A escala hedônica de nove pontos é a mais utilizada para testes de aceitação, devido à confiabilidade dos resultados e a fácil compreensão da ficha pelos consumidores (STONE; SIDEL, 1993).

Os dados obtidos nos testes de aceitação são submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de médias, onde se verifica se houve diferença significativa entre as médias, em um determinado nível de confiança (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991; STONE; SIDEL, 1993).

Os Testes de Aceitação e Intenção de Compra em associação com a ADQ podem explicar as diferenças responsáveis pela maior ou menor aceitação dos produtos estudados (DAILLANT-SPRINLER et al., 1996). Entendendo quais atributos direcionam a aceitação de alimentos e bebidas, é possível auxiliar a indústria de alimentos a se adequar às necessidades de mercado (GUINARD; UOTANI; SCHLICH, 2001).

O Teste de Aceitação pode refletir o grau de preferência por determinado produto. Porém, quando os dados da aceitação são analisados por técnicas estatísticas univariadas, médias são obtidas e assume-se que o critério de aceitabilidade dos consumidores seja homogêneo, o que implica que os valores desta forma obtidos podem não ser representativos da real situação. Por esta razão a variabilidade individual dos consumidores também deve ser considerada (GREENHOFF; MacFIE, 1994; CARDELLO; FARIA, 2000).

Villanueva (2003) acrescentou que as médias obtidas em testes de aceitação podem ser afetadas por valores extremos, por distribuições assimétricas ou por distribuições multimodais de dados. Em testes com consumidores, esta limitação é grave porque impede a detecção de segmentos de indivíduos em função das amostras de sua preferência. Por exemplo, se em um teste de aceitação, 50% dos consumidores mostrarem alta aceitação por determinada amostra, e os demais mostrarem baixa aceitação pela mesma, a média dos dados coletados resultará num valor intermediário de aceitação, o que não representará a verdadeira opinião de nenhum dos dois grupos de consumidores. Assim, informações sobre preferências individuais dos consumidores são perdidas.

No entanto, a detecção de preferências individuais tem sido fundamental para a área de marketing das indústrias, que, em função da atual competitividade dos mercados, procura identificar consumidores potenciais e dirigir a otimização e venda de produtos para mercados específicos (DELIZA, 2004; VILLANUEVA, 2003).

Segundo Greenhoff e MacFie (1994) a solução para o problema da utilização de médias na análise de dados de aceitação é o uso de técnicas multivariadas, que conduz de forma separada as análises dos vários subgrupos encontrados dentro dos consumidores que participaram do estudo.

A técnica intitulada Mapa Interno da Preferência (MIP) é um tratamento multidimensional dos dados afetivos, baseada na Análise de Componentes Principais e “Cluster Analysis” (GREENHOFF; MacFIE, 1994; YACKINOUS; WEE; GUINARD, 1995).

O MIP gera um gráfico onde os produtos são representados como pontos e cada indivíduo como um vetor, sendo que os pontos mais próximos de um conjunto de vetores correspondem aos produtos de maior preferência daquele segmento de consumidores. A grande vantagem do MIP sobre a ANOVA e tradicionais testes de médias é a identificação da preferência individual de cada consumidor em relação aos produtos avaliados, bem como, por meio da “Cluster Analysis” a identificação de segmentos da população (GREENHOFF; MacFIE, 1994; WESTAD; HERSLETH; LEA, 2004).

A partir da identificação de grupos de consumidores, em função de suas preferências, é possível estudar cada segmento em função de características sócio demográficas e hábitos de consumo. Desta forma a indústria de alimentos pode direcionar estratégias de marketing específicas para o produto avaliado (GREENHOFF; MacFIE, 1994; HELGESEN; SOLHEIM; NAES, 1997; WESTAD; HERSLETH; LEA, 2004).

O MIP tem tido uso crescente em diversos estudos de consumidores. Noronha (2003) avaliou diferentes marcas de café solúvel e utilizou para a análise dos dados o MIP, além da ANOVA e teste de Tukey. O autor observou que o MIP pode evidenciar os segmentos de consumidores formados e, com o auxílio de técnicas não paramétricas pode-se identificar claramente a preferência dos segmentos para diferentes marcas de café solúvel.

Behrens (2002) avaliou bebida à base de “leite” de soja aromatizada com diferentes sabores. Para a análise dos dados, o autor utilizou a ANOVA e teste de Tukey e em seguida o MIP. O autor evidenciou a importância da técnica do MIP no ciclo de desenvolvimento de novos produtos, a medida que cada sabor avaliado foi preferido por um distinto segmento da população.

Além do MIP utiliza-se na Análise Sensorial o Mapa Externo da Preferência (PREFMAP) que relaciona os dados obtidos através de testes de aceitação com os

obtidos por meio de testes descritivos, como a ADQ, com o propósito de explicar as características intrínsecas dos produtos que direcionam a aceitabilidade dos consumidores (GREENHOFF; MacFIE, 1994; McEWAN; EARTHY; DUCHER, 1998 APUD MARTÍNEZ, et al. 2002).

Os resultados obtidos nos testes de aceitação e ADQ são analisados de forma a construir um gráfico, semelhante ao MIP, no qual estão posicionados os consumidores, amostras e atributos que as descrevem. Greenhoff e MacFie (1994) relataram que no gráfico formado, os consumidores que encontram-se localizados próximos dos atributos que caracterizam as amostras, foram influenciados por estes descritores para a aceitabilidade do produto.

Martínez et al. (2002) realizaram estudo com nove marcas de biscoito tipo *cream cracker*, utilizando a ADQ e teste de aceitação em três diferentes cidades da Argentina. Os autores puderam observar através do MIP a clara segmentação dos consumidores em relação aos atributos de aparência, sabor, textura e impressão global avaliados. O PREFMAP evidenciou a influência que determinados atributos dos biscoitos tipo *cream cracker*, promoveram na preferência dos consumidores de cada região estudada.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Material**

Polpa de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merril) da variedade *Smooth Cayenne* fornecida por indústria processadora de sucos do Estado de Minas Gerais, foi utilizada neste estudo.

### **4.2. Métodos**

#### **4.2.1. Obtenção da Polpa de Abacaxi**

As etapas envolvidas na obtenção da polpa de abacaxi são descritas a seguir e apresentadas na Figura 1.

##### **4.2.1.1. Recepção e seleção em esteira**

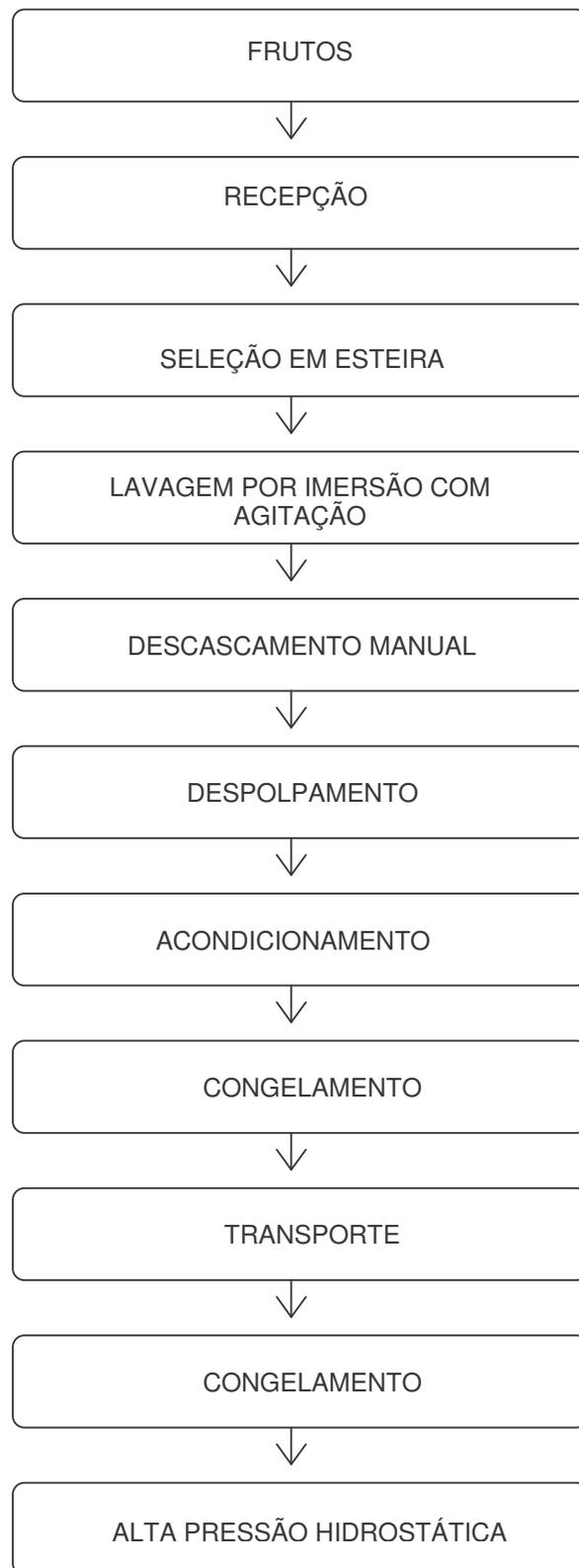
As coroas dos frutos foram retiradas e os frutos deteriorados, contaminados por insetos e fungos, germinados e os que estavam em avançado estado de maturação foram removidos da linha de produção.

##### **4.2.1.2. Lavagem por imersão com agitação**

Os frutos foram transportados através de esteira inclinada para tanque onde foram imersos em solução clorada a 5-20 mg/L (cloro residual livre) sob agitação de borbulhamento de ar, facilitando a remoção das sujidades e a assepsia do fruto.

##### **4.2.1.3. Descascamento manual**

Nesta etapa as cascas dos frutos foram removidas manualmente e fatiados de forma longitudinal, utilizando-se facas de aço inoxidável.



**Figura 1.** Fluxograma da obtenção da polpa de abacaxi.

#### **4.2.1.4. Despulpamento**

A polpa e o material fibroso foram separados em despulpadeiras da marca SIMA, através de peneiras de diferentes calibres, sendo 0,8mm na etapa inicial de extração e 0,5mm no refinamento da polpa. Ao término desta etapa obteve-se a polpa de abacaxi, a qual foi utilizada nos estudos utilizando alta pressão. Não foi aplicado tratamento térmico à polpa obtida.

#### **4.2.1.5. Acondicionamento e Transporte**

Em seguida ao processo de despulpamento, a polpa foi acondicionada em embalagens plásticas com tampa rosqueada de 400mL, previamente sanitizadas com ácido peracético 80 mg/L (NASCIMENTO et al., 2003) e imediatamente congeladas em freezer doméstico, por aproximadamente 24 horas. Após o congelamento as amostras foram transportadas à Embrapa Agroindústria de Alimentos (RJ) e mantidas à temperatura de -18° C em câmaras frias até o uso. Ao final do processo foram coletadas cerca de 100 embalagens de 400mL, as quais foram posteriormente submetidas à APH.

#### **4.2.3 Caracterização Microbiológica da Polpa de Abacaxi**

A polpa de abacaxi recém chegada à Embrapa Agroindústria de Alimentos - RJ, proveniente da indústria, foi descongelada por cerca de 12 horas, sob refrigeração ( $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) e caracterizada microbiologicamente de acordo com a Instrução Normativa de número 01, de 7 de janeiro de 2000 (MAPA) (BRASIL,2000), que recomenda as seguintes análises: soma de fungos filamentosos e leveduras, coliformes a 45°C e *Salmonella spp.*, ratificada pela Resolução RDC número 12, de 02 de janeiro de 2001(ANVISA) (BRASIL, 2001), que determina a realização de: coliformes a 45°C e *Salmonella spp.*

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Embrapa Agroindústria de Alimentos (RJ).

Para todas as análises do estudo, a primeira diluição foi realizada por grama de amostra.

#### **4.2.3.1. Plano de Amostragem**

Para se determinar o número de amostras a serem analisadas recorreu-se a Resolução RDC número 12, de 02 de janeiro de 2001 (ANVISA) (BRASIL, 2001).

A Resolução define que amostra representativa é aquela constituída por determinado número de unidades amostrais, estabelecido de acordo com o plano de amostragem, podendo-se extrapolar o resultado para todo o lote coletado. A referida resolução define amostra indicativa como aquela composta por um número inferior ao estabelecido pelo plano de amostragem constante na legislação específica. A legislação determina que para polpa de frutas concentradas ou não, com ou sem tratamento térmico, refrigeradas ou congeladas, o número de unidades a serem colhidas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente é cinco.

Desta forma, para a caracterização da polpa, de todo o lote coletado, foi analisada uma alíquota de cinco amostras para cada determinação. Cada amostra foi proveniente de uma embalagem de 400mL.

#### **4.2.3.2. Fungos Filamentosos e Leveduras**

A contagem de fungos filamentosos e leveduras foi realizada através da técnica de plaqueamento em profundidade (pour plate) em meio de Agar Batata Dextrose (BDA – Laboratórios Merck, Alemanha) acidificado com solução de ácido tartárico a 10%. As amostras foram diluídas em três séries; em água peptonada estéril 0,1%. Para cada diluição houve plaqueamento em duplicata. As placas foram incubadas à temperatura de 25°C por 3 à 5 dias até a contagem. Para a contagem foram selecionadas as placas com número de colônias entre 10 e 150 UFC/g. Os resultados foram expressos em UFC/g de polpa de abacaxi (FDA, 2001).

#### **4.2.3.3. Coliformes a 45°C**

Para a análise de coliformes foi utilizada a técnica do número mais provável (NMP), a qual possibilitou obter informação sobre a população presuntiva de coliformes (teste presuntivo); sobre a população real de coliformes (teste confirmativo – coliformes a 35°C) e sobre a população de origem fecal (coliformes a 45°C).

Na realização do teste presuntivo, as amostras foram diluídas em três séries, em água peptonada estéril 0,1%, conforme descrito em 4.2.3.2. Para cada diluição, 1mL da diluição da polpa de abacaxi foi transferida para três tubos contendo o caldo Lauril Sulfato Triptose (Caldo LST – Laboratórios Merck, Alemanha), com tubo de Durham invertido. Os tubos foram incubados à 35°C, por 48 horas. Aqueles tubos que apresentaram presença de gás, após período de incubação, foram encaminhados para outros testes para verificar a presença de coliformes a 35°C e 45°C (FDA, 2002).

Para cada tubo positivo de LST foi determinada a população real de coliformes (coliformes a 35°C) a partir da transferência de uma alçada deste para três tubos contendo caldo Verde Brilhante Lactose Bile 2% (VB – Laboratórios Merck, Alemanha), com tubo de Durham invertido no interior incubados a 35°C por 48 horas em banho de água com temperatura controlada. Para os tubos positivos, com presença de gás, verificou-se na tabela de NMP o número correspondente e o resultado foi expresso em NMP de coliformes a 35°C por grama de polpa de abacaxi (FDA, 2002).

Para a determinação da população de origem fecal (coliformes a 45°C), em cada tubo positivo de LST foi transferida uma alçada para um tubo contendo caldo EC (Laboratórios Merck, Alemanha), com tubo de Durham invertido no interior. Foram incubados a 45,5° C por 24 horas em banho de água, com temperatura controlada. A determinação da presença de coliformes a 45°C é realizada de forma semelhante à de coliformes a 35°C. Os resultados foram expressos em coliformes a 45°C por grama de polpa de abacaxi (FDA, 2002).

#### **4.2.3.4. *Salmonella spp.***

A determinação de *Salmonella spp.* Foi realizada segundo metodologia descrita pela FDA (2003) conforme recomendação para a análise de suco de laranja, maçã e cidra de maçã.

Para cada uma das amostras analisadas foi retirada alíquota de 25g de polpa de abacaxi, diluído assepticamente em 225mL de Caldo Lactosado (Laboratórios Merck, Alemanha), incubados a 35°C por 24 horas correspondendo a etapa de pré-enriquecimento. Transferiu-se 1mL da amostra pré-enriquecida para os caldos de enriquecimento seletivo, com 9mL, Rappaport-Vassiliadis (RV – Laboratórios Merck, Alemanha) e Tetracionato Verde Brilhante (TT – Laboratórios Merck, Alemanha), incubados a 35°C por 24 horas.

Com o auxílio da alça de platina, retirou-se dos meios de enriquecimento seletivo RV e TT e fez-se estrias nos meios seletivo-indicador sólidos, agar XLD (Laboratórios Merck, Alemanha), agar para enterobactérias segundo Hektoen (HE - Laboratórios Merck, Alemanha) e agar *bismuth sulfite* (BS – Laboratórios Merck, Alemanha). As placas com os meios XLD, HE e BS foram incubadas a 35°C por 24 horas, para o crescimento de colônias suspeitas.

Após período de incubação do plaqueamento seletivo, as colônias suspeitas foram transferidas, em estrias, para os meios: agar TSI (Laboratórios Merck, Alemanha) e Lisina-ferro (Laboratórios Merck, Alemanha). Incubados a 35°C por 24 horas. Colônias suspeitas foram submetidas às provas bioquímicas.

#### **4.2.4. Delineamento Experimental**

Foi realizado estudo exploratório para investigar o efeito da APH na flora microbiana natural da polpa de abacaxi. Os experimentos foram realizados variando pressão (300MPa, 400MPa e 500MPa), temperatura (25°C, 30°C e 35°C) e tempo (5 minutos, 10 minutos e 15 minutos). Cada tratamento foi uma combinação de pressão, temperatura (mantida através de banho de água termostático) e tempo, seguindo delineamento experimental de superfície de resposta ( $2^3$ ), com 11 corridas

(runs) incluindo três repetições do ponto central. Os níveis de pressão, temperatura e tempo deste estudo são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Delineamento experimental.

Run	Pressão (MPa)	Temperatura (°C)	Tempo (minutos)
1	300	25	5
2	300	25	15
3	500	25	5
4	500	25	15
5	300	35	5
6	300	35	15
7	500	35	5
8	500	35	15
9	400	30	10
10	400	30	10
11	400	30	10

Polpa de abacaxi foi descongelada para o processamento sob refrigeração, durante a noite anterior ao tratamento por APH.

Para este ensaio, foi adicionada sacarose à polpa de abacaxi conforme determinado no item 4.2.6.1, produzindo a base para a produção de suco.

As embalagens plásticas de polietileno de baixa densidade foram previamente esterilizadas por Irradiação com 10KGray, em Irradiador Gama com fonte de Césio do Centro de Tecnologia do Exército (CTEX), Rio de Janeiro. As amostras foram acondicionadas nas referidas embalagens e termoseladas, evitando a presença de ar.

Todas as amostras, previamente embaladas contendo cerca de 20 gramas, foram inseridas na câmara de pressão com temperatura inicial de  $10 \pm 2^\circ\text{C}$ .

O processamento da polpa de abacaxi por APH foi realizado no equipamento isostático Stansted Food Lab 9000 (Stansted Fluid Power), com câmara de pressão de 250mL de capacidade nominal e câmara de operação até 900MPa. A mistura de

água e etanol (30/70 v/v) foi utilizada como meio de pressurização, como indicado pelo fabricante do equipamento. Os ensaios foram realizados na Planta Piloto II da Embrapa Agroindústria de Alimentos (RJ).

A Figura 2 mostra o equipamento de APH utilizado nos experimentos deste estudo.

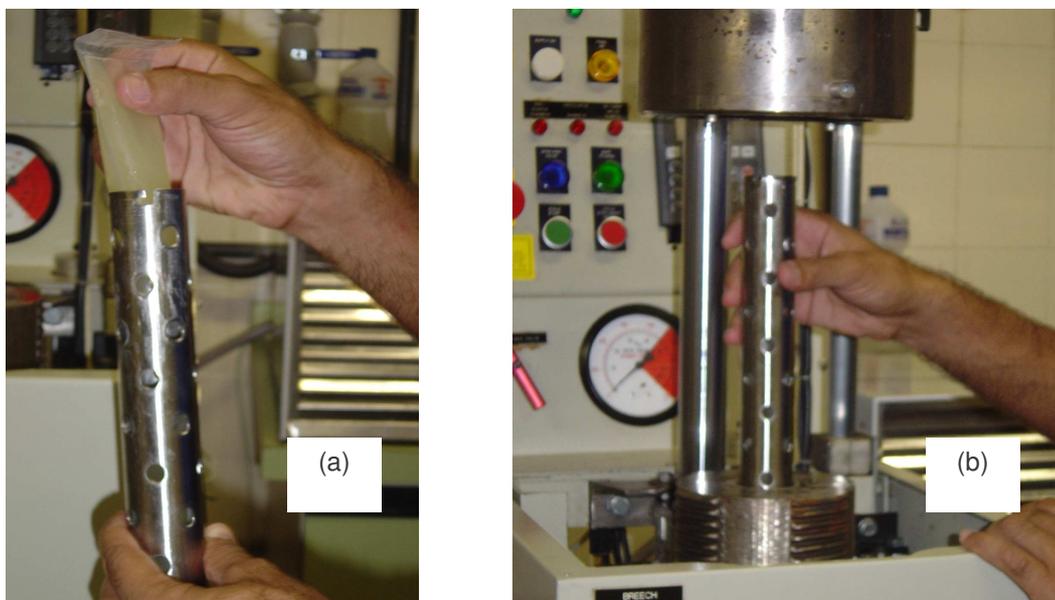


**Figura 2.** Equipamento de Alta Pressão Hidrostática. (a) vista frontal (b) detalhe do suporte de amostra.

Neste estudo exploratório adotou-se o plano de amostragem da Resolução RDC número 12, 02 de janeiro de 2001 (ANVISA) (BRASIL, 2001), a qual determina que se aplique o plano de amostragem de duas classes. Tal plano é utilizado quando a unidade amostral a ser analisada pode ser classificada como aceitável ou inaceitável, aplicável para limites qualitativos. O resultado da análise de uma amostra indicativa, é interpretado para o seu lote total ou partida.

Para cada *run*, foram pressurizadas três embalagens plásticas, com cerca de 20 gramas (denominadas amostras), devido à capacidade reduzida da câmara de pressão, e ainda, devido ao tipo de embalagem utilizada, que ocupava a totalidade da área útil do suporte de amostras da câmara de pressão.

A Figura 3 mostra as embalagens de polpa de abacaxi sendo inseridas no suporte de amostras da câmara de pressão.



**Figura 3.** Acondicionamento das amostras (a) Embalagem de polpa de abacaxi sendo inserida no suporte de amostra. (b) Suporte de amostra sendo acoplado ao equipamento de APH.

Cada amostra continha cerca de 20 gramas de polpa de abacaxi, adicionada de sacarose das quais duas foram analisadas em relação aos parâmetros microbiológicos citados e a terceira foi congelada para ser utilizada, caso necessário, como contra-prova. Adicionou-se sacarose a fim de se obter a base para o posterior preparo do suco.

#### **4.2.4.1. Análises Microbiológicas da Polpa Pressurizada**

As análises microbiológicas foram realizadas nas amostras de polpa de abacaxi adoçadas processada por APH obtidas a partir do delineamento mostrado na Tabela 3, bem como nos controles adoçados “não tratados”. As análises foram realizadas de acordo com a Instrução Normativa número 01, de 7 de janeiro de 2000 (MAPA) (BRASIL, 2000), e a Resolução RDC número 12, de 02 de janeiro de

2001(ANVISA) (BRASIL, 2001), exceto para *Salmonella spp.*, avaliando fungos filamentosos e leveduras e coliformes a 45°C, conforme descrito nos itens 4.2.3.2 e 4.2.3.3, respectivamente.

#### **4.2.5. Avaliação da Vida Útil da Polpa de Abacaxi**

A partir dos resultados foram definidas as condições de pressão, tempo e temperatura para serem aplicadas na obtenção da polpa que foi avaliada ao longo do armazenamento.

A vida útil da polpa de abacaxi “in natura” e pressurizada nas condições mais adequadas identificadas no item 4.2.4. foi avaliada, em duplicata, conforme a Instrução Normativa do número 01, de 7 de janeiro de 2000 (MAPA) (BRASIL, 2000), e a Resolução RDC número 12, de 02 de janeiro de 2001(ANVISA) (BRASIL, 2001), exceto para coliformes a 45°C e *Salmonella spp.*, avaliando-se a soma de fungos filamentosos e leveduras.

As amostras de polpa “in natura” e pressurizada (300MPa/5min/25°C), foram avaliadas aos zero, sete, quatorze, vinte um e vinte oito dias de armazenamento sob refrigeração.

#### **4.2.6 Análise Sensorial**

##### **4.2.6.1. Determinação da diluição “ideal” e doçura “ideal” para a formulação de suco de abacaxi.**

Para a determinação da diluição e doçura “ideal” do suco foram utilizados 100 consumidores de suco de abacaxi através de escala relativa ao ideal (DELIZA, 2001). Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental da Embrapa Agroindústria de Alimentos – RJ, em duas sessões. A primeira compreendeu a determinação da diluição “ideal” e a segunda, a determinação da doçura “ideal”, sendo realizada uma semana após a primeira.

Para a determinação da diluição “ideal” foram utilizadas seis diferentes concentrações de polpa de abacaxi, incluindo a amostra *dummy*. As concentrações testadas foram: 30%, 40%, 45% (*dummy*), 50%, 60% e 70%, mantendo a mesma concentração de sacarose em todas as amostras (7g/100mL suco).

Utilizando o resultado obtido com relação à diluição “ideal” de polpa, seis diferentes concentrações de sacarose, sendo uma amostra *dummy*, foram apresentadas aos consumidores. As concentrações testadas foram: 4,0; 6,0; 7,0 (*dummy*); 8,0; 10,0 e 12,0g de sacarose/100mL suco.

Nesta etapa do estudo, foram utilizadas amostras de suco de abacaxi “in natura”, servidas aos consumidores monadicamente, à temperatura de  $8\pm 2^{\circ}\text{C}$ , em copos plásticos brancos descartáveis de 50mL, codificados com números de três algarismos, sob iluminação vermelha em cabines individuais de prova. A ordem de apresentação das amostras seguiu delineamento de blocos completos balanceados (MacFIE et al., 1989). Em ambas as sessões foram utilizadas como primeira amostra a *dummy* (WAKELING; MacFIE, 1995).

Neste estudo foi utilizado escala não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos com as expressões “extremamente diluído” e “extremamente concentrado” quando a diluição de polpa foi avaliada. Para doçura ideal foram utilizadas as expressões: “pouquíssimo doce” e “extremamente doce”. O ponto central das duas escalas continha a expressão “ideal”.

Os dados foram analisados através de Análise de Regressão Linear Simples.

#### **4.2.6.2. Análise Descritiva Quantitativa – ADQ**

A ADQ envolve uma série de etapas, dentre elas a pré-seleção de provadores.

Para dar início a pré-seleção de provadores, foi necessário identificar as amostras que comporiam os testes. Uma das amostras utilizadas foi determinada pelos consumidores e foi a obtida através do teste de escala relativa ao ideal, para diluição e doçura (4.2.6.1).

A segunda amostra de suco de abacaxi que comporia os testes de pré-seleção, deveria diferir ( $p < 0,05$ ) da amostra anterior, tendo sido estabelecido que tal diferença seria em relação à doçura. Através de testes triangulares com 32 candidatos, determinou-se a segunda amostra de suco de abacaxi para a pré-seleção. O interesse e disponibilidade do candidato também foram considerados na seleção da equipe. Com a determinação das amostras a serem utilizadas deu-se início a pré-seleção de provadores.

Os 32 candidatos foram avaliados, através da análise seqüencial de Wald (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965), utilizando testes triangulares, onde as duas amostras do suco de abacaxi, previamente determinadas foram utilizadas. Os testes foram realizados em cabines individuais, sob iluminação vermelha, as amostras foram servidas em copos plásticos descartáveis brancos, codificados com número de três algarismos.

A análise dos dados obtidos com a pré-seleção possibilitou determinar se o provador foi capaz de identificar a amostra diferente. Para tal, os valores  $\rho = 0,45$  (máxima inabilidade aceitável),  $\rho_1 = 0,70$  (mínima habilidade aceitável); para os riscos  $\rho = 0,05$  (probabilidade de aceitar um candidato sem acuidade sensorial) e  $\rho = 0,05$  (probabilidade de rejeitar um candidato com acuidade sensorial) foram utilizados (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

Os quatorze candidatos pré-selecionados foram convidados a integrar a equipe de provadores para a Análise Descritiva Quantitativa.

O desenvolvimento dos termos descritivos foi realizado a partir de amostras de suco de abacaxi obtidas através da polpa "in natura" e da polpa processada por APH (300MPa/5min/25°C), bem como utilizando sucos disponíveis no mercado, os quais compreenderam seis sucos de abacaxi prontos para beber e cinco sucos concentrados. A diversidade de amostras oferecidas aos provadores teve como objetivo facilitar a identificação de termos descritores.

Após a etapa de levantamento de atributos, a equipe reuniu-se em várias sessões para estabelecer, por consenso, quais atributos melhor caracterizavam as amostras, bem como suas definições e referências, para a posterior elaboração da

ficha de avaliação. Durante a definição das referências dos descritores, a equipe de provadores juntamente com o líder decidiu que as amostras para aparência e aroma seriam apresentadas e avaliadas em tubos de vidro e erlenmeyer com tampa, respectivamente, à temperatura ambiente. Para sabor e consistência foram utilizados copos descartáveis brancos de 50mL, à temperatura ambiente. Para a avaliação dos atributos de aparência foi utilizada luz branca; os demais atributos foram avaliados sob luz vermelha.

Após a identificação dos atributos e definição das referências, o treinamento dos termos descritores foi realizado utilizando os pontos âncora: “fraco”, “pouco” ou “nenhum” e “forte” ou “muito” para cada atributo avaliado.

Anteriormente à realização da Análise Descritiva Quantitativa a equipe de provadores foi selecionada, verificando a discriminação entre as amostras, repetibilidade e concordância entre os seus membros (DAMÁSIO e COSTEL, 1991). Para isto, foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) com duas causas de variação (amostra e repetição) para cada atributo e provador, sendo selecionados os provadores com valores de  $F_{amostra}$  significativo para  $p < 0,30$  e  $F_{repetição}$  para  $p > 0,05$  não significativo. Os provadores selecionados participaram dos testes subsequentes.

Após o levantamento de atributos, treinamento e seleção de provadores, as amostras foram analisadas através da ADQ. Na ADQ foram utilizadas seis amostras de suco de abacaxi, quatro amostras de suco pronto para beber de diferentes marcas, disponíveis no mercado, bem como o suco obtido através da polpa “in natura” e outro a partir da polpa processada por APH (300MPa/5min/25°C).

As amostras foram avaliadas no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos – RJ, em cabines individuais, codificadas com números de três algarismos, de foram monádica, com três repetições, seguindo delineamento de blocos completos balanceado (MacFIE et al., 1989).

Os dados obtidos foram avaliados através de análise de variância (ANOVA), teste de média e análise de componentes principais (ACP), utilizando-se o programa SAS (1993) e XLSTAT-MX (2005).

#### **4.2.6.3. Teste de Aceitação e Intenção de Compra**

Para a análise de aceitação e intenção de compra foram utilizadas seis amostras de suco de abacaxi, sendo quatro marcas comerciais de suco pronto para beber, uma de suco preparado utilizando polpa “in natura” e outra a partir da polpa tratada por APH, ambas com diluição e doçura identificadas em 4.2.6.1. O suco formulado utilizando polpa de abacaxi pressurizada foi obtido a partir das condições mais adequadas, identificadas no item 4.2.4.

As amostras foram apresentadas de forma monádica, em copos plásticos descartáveis brancos de 50mL, codificados com números de três algarismos e servidas à temperatura de  $8 \pm 2^{\circ}$  C em cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental da Embrapa Agroindústria de Alimentos – RJ. Para este estudo utilizou-se delineamento de blocos completos balanceados (MacFIE et al., 1989).

As amostras foram avaliadas quanto à preferência por 102 consumidores do produto, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos. A intenção de compra foi investigada empregando escala estruturada de sete pontos. Os dados obtidos quanto à preferência, foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) ( $p \leq 0,05$ ) com testes de médias de Tukey, análise da distribuição de frequência de notas e também através do Mapa Interno da Preferência e “Cluster Analysis”. Para a intenção de compra os dados foram analisados através de ANOVA e distribuição de frequência. Dados demográficos e sobre hábitos de consumo de suco de abacaxi dos participantes foram coletados.

#### **4.2.7. Determinações físico-químicas**

As determinações físico-químicas foram realizadas nas polpas de abacaxi “in natura” e processada por APH, bem como nos sucos obtidos a partir destas. A avaliação de cor foi realizada nas mesmas amostras analisadas através da ADQ.

#### **4.2.7.1. pH**

As determinações de pH foram realizadas com potenciômetro, de acordo com a metodologia padronizada pela AOAC (2000).

#### **4.2.7.2. Sólidos Solúveis**

Os sólidos solúveis foram determinados por refratometria de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2000), em refratômetro.

#### **4.2.7.3. Acidez Total Titulável**

As determinações de acidez total titulável foram realizadas conforme metodologia descrita pela AOAC (2000).

#### **4.2.7.4. Determinação de Cor**

A determinação de cor foi realizada conforme descrito pela AOAC (2000), utilizando o colorímetro de Hunter. Os parâmetros medidos em relação à placa branca de cerâmica (L=96,55; a=-0,35; b=-0,16) foram: L = luminosidade (0 = preto e 100 = branco); a (-80 até zero = verde, do zero ao +100 = vermelho); b (-100 até zero = azul, do zero ao +70 = amarelo);  $\Delta E$  (diferença total de cor= $\sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2}$ ).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Caracterização Microbiológica da Polpa de Abacaxi

A Tabela 4 apresenta a média dos resultados obtidos na caracterização microbiológica da polpa de abacaxi, matéria-prima, recém chegada da indústria.

Tabela 4 – Caracterização microbiológica da polpa de abacaxi coletada na indústria.

Determinações	Resultado
Fungos filamentosos e Leveduras (UFC/g)	1,5x10 <sup>5</sup>
Coliformes a 45°C (NMP/g)	N.D*
<i>Salmonella spp.</i> (ausência em 25g)	Ausente

\*N.D – Não detectada a presença do microrganismo.

Analisando os resultados obtidos, observa-se que a polpa de abacaxi, sem tratamento algum, apresentou alta contagem de fungos filamentosos e leveduras, estando condizente com a flora naturalmente presente no abacaxi, porém apresentaram contagem de 2 ciclos logarítmicos superior ao determinado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000). Tal resultado indicou condições higiênico-sanitárias deficientes, durante o processamento. Esta deficiência pode ser advinda de inadequações no manuseio dos frutos, de higienização insatisfatória dos equipamentos e frutos, ou ainda, devido à matéria-prima estar excessivamente contaminada (BRUNO, et. al., 2005; HOFFMAN, et al. 1998). Entretanto, para coliformes a 45°C e *Samonella spp.* a referida polpa encontrava-se de acordo com os padrões exigidos (BRASIL, 2000; BRASIL, 2001).

Com base nos resultados obtidos para *Samonella spp* decidiu-se que esta análise não seria mais realizada devido às limitações da câmara de pressão, em relação ao volume de amostra possível de ser tratado por ensaio, bem como devido às orientações fornecidas no plano de amostragem determinado pela Resolução RDC número 12, de 02 de janeiro de 2001 (ANVISA) (BRASIL, 2001).

## 5.2. Estudo exploratório sobre o efeito da pressão, tempo e temperatura na qualidade microbiológica da polpa de abacaxi.

A Tabela 5 apresenta os resultados da avaliação microbiológica da amostra controle de polpa de abacaxi adicionada de sacarose, cuja quantidade foi calculada para atingir a doçura “ideal” após diluição da polpa, de acordo com o apresentado no item 5.4.1.

**Tabela 5** – Polpa de abacaxi (não pressurizadas) adicionada de sacarose.

Determinações	Resultado
Fungos filamentosos e Leveduras (UFC/g)	1,5x10 <sup>4</sup>
Coliformes a 45°C (NMP/g)	N.D*

\*N.D – Não detectada a presença do referido microrganismo.

Conforme apresentado na Tabela 5 observa-se que a polpa de abacaxi adicionada de açúcar possuía quantidade significativa de fungos filamentosos e leveduras que contaminaram a amostra. Entretanto, não apresentou contagem de coliformes a 45°C.

A Tabela 6 apresenta os resultados das análises microbiológicas realizadas seguindo o delineamento experimental utilizado.

Analisando a Tabela 6 observa-se que a nulidade de coliformes a 45°C foi mantida, resultado já esperado uma vez que não se havia detectado presença do referido microrganismo na amostra não tratada, estando o produto de acordo com as determinações da Instrução Normativa do número 01, de 7 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000) e Resolução RDC número 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

Os microrganismos (fungos filamentosos e leveduras) avaliados são importantes como microrganismos deteriorantes de alimentos, embora não possuam expressão como microbiota patogênica. Entretanto, a microbiota deteriorante é de fundamental importância para a indústria de sucos, a medida que

tais microorganismos afetam o tempo de vida útil dos produtos (FARKAS; HOOVER, 2000).

**Tabela 6** – Contagem de coliformes a 45°C, fungos filamentosos e leveduras a partir do delineamento experimental utilizado

Pressão (MPa)	Temperatura (°C)	Tempo (minutos)	Coliformes a 45°C (NMP/g)	Contagem de Fungos filamentosos e Leveduras (UFC/g)
300	25	5	N.D*	$3,5 \times 10^1$
300	25	15	N.D*	N.D*
500	25	5	N.D*	N.D*
500	25	15	N.D*	N.D.*
300	35	5	N.D*	$1,3 \times 10^1$
300	35	15	N.D*	N.D*
500	35	5	N.D*	N.D.*
500	35	15	N.D*	N.D.*
400	30	10	N.D*	N.D.*
400	30	10	N.D*	N.D.*
400	30	10	N.D*	N.D.*

\*N.D – Não detectada a presença do referido microrganismo.

A contagem inicial de fungos filamentosos e leveduras para a polpa de abacaxi adoçada com sacarose foi de  $1,5 \times 10^4$  UFC/g. Os resultados obtidos indicam que para os tratamentos a 300MPa/25°C/5min, e 300MPa/35°C/5min foi obtida redução de 2,8 e 3,2 ciclos logarítmicos, respectivamente. A exposição da polpa de abacaxi adoçada aos demais parâmetros de processo deste estudo, apresentados na Tabela 6, foi eficaz para a destruição dos fungos filamentosos e leveduras que contaminavam a amostra.

Através dos resultados foi possível observar que o aumento da temperatura de trabalho em 10°C foi mais eficiente na inativação da microbiota deteriorante estudada.

Os resultados obtidos no estudo exploratório sobre o efeito da APH em microorganismos indicaram que todas as condições avaliadas permitiram que a polpa de abacaxi adicionada de sacarose estivesse, de acordo com o requerido pela legislação vigente (BRASIL, 2000).

A literatura reporta vários trabalhos que abordam a inativação microbiológica frente à APH. Entretanto, três tipos de abordagens são destacadas, a saber: através da avaliação da microbiota naturalmente presente na matriz alimentícia estudada, considerando a inoculação de microorganismos específicos na matriz alimentícia, ou a partir do processamento por APH das células viáveis de microorganismos não inseridas em um alimento.

Resultados semelhantes aos obtidos neste estudo foram apresentados por Donsi, Ferrari e Di Matteo (1996) que observaram que a contagem total de fungos filamentosos e leveduras em suco de laranja foi reduzida de  $10^2$  a níveis não detectáveis depois de exposição por 1 minuto em pressões de 350MPa a 500MPa.

Menezes (2005) analisou o efeito na APH em polpa de açaí, utilizando o mesmo delineamento experimental realizado neste estudo. Foi observado que todos os parâmetros de pressão, tempo e temperatura avaliados foram capazes de produzir redução de  $\geq 5$  ciclos logarítmicos, na carga inicial de fungos filamentosos e leveduras, reduzindo a microbiota a níveis não detectáveis.

Palou et al. (1999) submeteram polpa de banana a pressões de 517MPa a 689MPa por 10 minutos e obtiveram a redução da flora natural a valores inferiores a 10UFC/g. Resultados semelhantes foram relatados por Palou et al. (2000) para guacamole (pasta de abacate) pressurizada a 689MPa por 5 a 20 minutos, e por López-Malo et al. (1998) para polpa de abacate exposta por 10 a 30 minutos a 345MPa e 689MPa.

Porreta et al. (1995) avaliaram o efeito da APH no suco de tomate, e reportaram que após exposição à 500MPa, 700MPa e 900MPa por 3 a 9 minutos a população de microrganismos atingiu níveis não detectáveis (redução de  $>4$  ciclos logarítmicos).

Basak, Ramaswamy e Piette (2002) avaliaram a inativação de *Leuconostoc mesenteroides* e *Saccharomyces cerevisiae* usando várias combinações de tempo (2

minutos a 90 minutos) e pressão (100MPa a 900MPa) em polpa de laranja concentrada e em suco de laranja pronto para beber. Os autores reportaram que os parâmetros utilizados foram eficazes para a inativação dos microorganismos, em ambos os produtos, e a esta foi dependente do nível de pressão usado e do tempo de processo. Assim, quanto maior a pressão e tempo de trabalho, melhores foram os resultados obtidos para a inativação dos microorganismos estudados. Observou-se, também, que a maior resistência à inativação dos microorganismos foi encontrada para a polpa de laranja concentrada, que continha a maior quantidade de sólidos solúveis.

A adição de sacarose à polpa de abacaxi aumentou o teor de sólidos solúveis do produto. Relacionando este dado com o descrito por Basak, Ramaswamy e Piette (2002), pode-se supor que a completa inativação dos fungos filamentosos e leveduras, nos menores níveis de pressão e tempo, não foi obtida devido a esta maior concentração de sólidos solúveis na polpa processada por APH. Desta forma, a matriz alimentícia a qual está inserido o microorganismo avaliado é de fundamental importância, já que os seus constituintes, como os carboidratos, podem exercer efeito protetor à inativação por APH (SMELT, 1998; ALPAS et al., 2000; ROSENTHAL; MacKEY; BIRD, 2002; SAN MARTÍN; BARBOSA-CÀNOVAS; SWANSON, 2002; HUGAS; GARRIGA; MONFORT, 2002; BUTZ; TAUSHER, 2002).

Rosenthal, MacKey e Bird (2002) estudaram a resistência à pressão de quatro leveduras deteriorantes de alimentos: *Zygosaccharomyces bailii* (três diferentes cepas), *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia anomala* e *Cândida magnolia*. Após pressurização a 300MPa por 10 minutos à temperatura ambiente, *S. cerevisiae* e *P. anomala* foram mais sensíveis com redução acima de 6 ciclos logarítmicos, na população inicial. A contagem de *C. anomala* e *Z. bailii* foram reduzidos em 3-4 ciclos logarítmicos. Em um segundo experimento, os autores inocularam seis diferentes cepas de *Z. bailii* em sucos de tomate, laranja, abacaxi e maçã, tendo sido observada a redução de 2,3 ciclos logarítmicos da população inicial. Tal resultado indica a importância da matriz alimentícia no efeito da APH, sobre microorganismos.

Campos (2004) avaliou o número de reduções logarítmicas de *Saccharomyces cerevisiae* inoculado em suco de laranja, em equipamento

homogeneizador (vazão de 270mL/minuto), avaliando pressões de 100MPa, 150MPa, 200MPa, 250MPa e 300MPa. Os resultados demonstraram que a partir de 250MPa não obteve contagem do microorganismo. Entretanto, os valores de pressão de 100MPa e 150MPa foram ineficazes na redução de apenas 1 ciclo logarítmico (UFC/mL).

Bayindirli et al. (2006) obtiveram resultados semelhantes aos apresentados no presente estudo, quando utilizaram temperaturas de processo diferentes. Os autores observaram que a utilização de 350MPa por 5 minutos a 40°C induziu a inativação de microrganismos patogênicos (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Salmonella*) resistentes à pressão da ordem de 8 ciclos logarítmicos em sucos de damasco, laranja, cereja e maçã, obtendo a completa inativação. Quando os mesmos parâmetros de pressão e tempo foram utilizados, com 30°C, não foi observada a completa inativação dos microorganismos estudados.

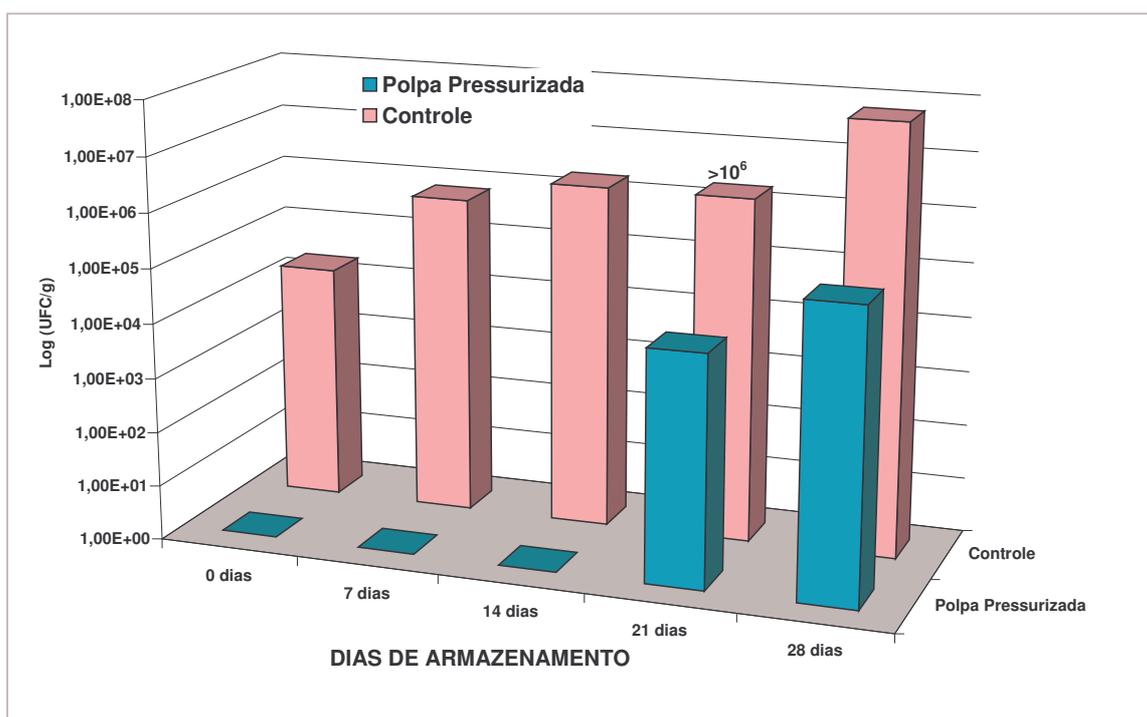
No processo de APH o aumento de temperatura é fator determinante para a eficiência na inativação microbiológica, como observado neste estudo. O aumento da temperatura de trabalho em 10°C promoveu maior eficiência na inativação da microbiota deteriorante estudada (DE HEIJ et al., 2003; TING; BALASUBRAMANIAM; RAGHUBEER, 2002).

O custo do processo está relacionado à pressão utilizada e ao tempo de exposição à pressão. O capital necessário para o equipamento de APH cresce exponencialmente com o aumento da pressão de trabalho (HOOVER et al. 1989; MERTENS; DEPLACE, 1993; FARKAS; HOOVER, 2000). A viabilidade econômica do processo de APH requer que as condições de processamento sejam otimizadas através de menores combinações de tempo, temperatura e pressão, capazes de eliminar os microrganismos patogênicos e deteriorantes dos alimentos. É ideal não utilizar pressões superiores a 350MPa, para garantir a redução do custo de operação, e, ainda, garantir o efeito mínimo da APH na qualidade sensorial do produto. Entretanto, aplicações comerciais de sucesso utilizam pressões superiores. Em geral é reconhecido que o processamento em batelada (batch) deve ter o tempo de processo de 5 minutos ou inferior (DE HEIJ et al., 2003; BAYINDIRLI et al., 2006; JORDAN et al., 2001).

Com base nos resultados obtidos através do estudo exploratório e resultados apresentados pela literatura é possível recomendar o processamento da polpa de abacaxi utilizando os parâmetros 300MPa por 5 min em 25°C, sem a adição de sacarose. Tal produto foi utilizado nas análises posteriores: estudo de vida de prateleira e avaliação sensorial.

### 5.3. Avaliação microbiológica durante o armazenamento da polpa

A Figura 4 apresenta os resultados da avaliação microbiológica, durante os 28 dias de armazenamento da polpa de abacaxi tratada por APH, a 300MPa por 5 minutos à 25°C.



**Figura 4.** Fungos filamentosos e leveduras em polpa de abacaxi sem tratamento (controle) e tratada por APH (300MPa/5min/25°C), armazenada sobre temperatura de refrigeração (5±1°C).

Analisando a Figura 4 observa-se que a amostra controle alcançou contagem inicial de  $2,1 \times 10^4$  UFC/g, estando 1 ciclo logarítmico acima do estabelecido pela Instrução Normativa número 01, de 7 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000) (máximo de  $5 \times 10^3$ ). Durante os 28 dias de estudo a referida amostra controle apresentou aumento na população microbiana de aproximadamente 1log a cada análise programada (de 7 em 7 dias), o que indicou que a conservação da polpa de abacaxi somente sobre refrigeração ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$ ) não foi eficaz. A contagem realizada aos 21 dias de armazenamento foi determinada como incontável e expressa como  $1,0 \times 10^6$  UFC/g, devido a erro de diluição para o plaqueamento. A contra-prova não foi analisada, pois houve rompimento da embalagem, provavelmente decorrente da grande quantidade de gás produzido pela microbiota, indicando intensa contaminação.

Com relação aos resultados obtidos para as amostras pressurizadas, observa-se que a carga de fungos filamentosos e leveduras foi reduzida a níveis não detectáveis. Esta contagem manteve-se aos 7 e 14 dias de armazenamento.

Aos 21 e 28 dias, as amostras pressurizadas de polpa de abacaxi do presente estudo armazenadas sob refrigeração ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$ ) apresentaram crescimento de fungos filamentosos e leveduras de forma a não atender o requerido pela legislação (BRASIL, 2000), estando inaptas para o consumo.

Segundo Cheftel (1995), Earshaw et al. (1995), Palou et al. (1997) e Lado e Yousef (2002) em processos alternativos de inativação microbiana, como a APH, os microorganismos são mais comumente “estressados” ou injuriados ao invés de completamente inativados. Desta forma o estresse sub-letal pode induzir ao posterior reparo celular, caso condições favoráveis de crescimento sejam oferecidas. Os resultados obtidos podem ser explicados por tal fenômeno, no qual as células microbianas que provavelmente sofreram dano, apresentaram reparo celular ao longo da fase de armazenamento, deixando a polpa imprópria para consumo.

Yen e Lin (1996) avaliaram a microbiota, fungos filamentosos e leveduras, naturalmente presente em polpa de goiaba ( $1,0 \times 10^4$ ) submetida à APH. Os autores submeteram a polpa de goiaba às pressões de 400MPa e 600MPa por 15 minutos, e armazenaram-na por 60 dias. A polpa de goiaba submetida à 400MPa apresentou

redução da carga microbiana de 2 ciclos logarítmicos mantendo-se inalterada até o décimo quinto dia de armazenamento. A partir do vigésimo dia de armazenamento os autores observaram o crescimento de fungos filamentosos e leveduras, alcançando contagem de aproximadamente  $1,0 \times 10^5$  aos 60 dias de armazenamento, indicando que os microorganismos que sofreram injúria, através da APH, foram capazes de reparar o dano celular e promover o crescimento. Quando foi aplicado 600MPa à polpa de goiaba, observou-se que no dia zero de armazenamento, houve completa inativação dos microorganismos, redução de  $>4$  ciclos logarítmicos, e durante os 60 dias de armazenamento, à temperatura de  $4^\circ\text{C}$ , a contagem manteve-se  $<10\text{UFC/mL}$ . Tal resultado deve ter sido alcançado devido ao emprego de maiores níveis de pressão e tempo aplicados à polpa de goiaba, ao contrário do observado para a polpa de abacaxi, cujo trabalho procurou estudar o efeito de um processo economicamente viável, para a indústria, utilizando-se níveis de pressão, tempo e temperatura mais baixos, porém suficientes para garantir a segurança microbiológica do produto através das determinações requeridas pela legislação vigente.

Bull et al. (2004) realizando estudo com suco de laranja originado das variedades Valencia e Navel, avaliaram a vida de prateleira dos referidos sucos através da contagem de fungos filamentosos e leveduras, além de outras determinações, armazenados a temperatura de  $4^\circ\text{C}$  e  $10^\circ\text{C}$  sendo analisados nas semanas: 1, 2, 4, 8 e 12. Para o experimento foram comparados os resultados das amostras controle, processadas por APH (600MPa/1minuto) e pasteurizadas (suco Valencia –  $65^\circ\text{C}/1\text{minuto}$  e suco Navel  $85^\circ\text{C}/25\text{segundos}$ ). Para o suco Navel processado por APH obteve-se redução inicial da população de microrganismos a níveis não detectáveis. Já o suco Valencia não obteve resultados semelhantes, pois segundo os autores, houve contaminação do produto após o processamento, durante o envase. Na vida de prateleira observou-se que o suco de laranja Navel processado por APH só apresentou contagem de fungos filamentosos e leveduras a partir da oitava semana (armazenado a  $10^\circ\text{C}$ ) de análise, enquanto que os produtos pasteurizados apresentaram contagem na segunda semana (armazenado a  $10^\circ\text{C}$ ). Tais resultados podem ser explicados pela baixa contagem inicial de fungos filamentosos e leveduras a qual foi da ordem de  $3,1 \times 10^1\text{UFC/mL}$  e  $4,8 \times 10^1\text{UFC/mL}$

para o suco de laranja da variedade Navel e Valencia, respectivamente ou ainda, segundo os autores, devido ao reparo do dano celular das células microbianas ter sido lento, como também observado no presente estudo.

Parish (1998) observou através de testes microbiológicos, a eficácia do processamento por APH em suco de laranja. As amostras foram submetidas às pressões de 500MPa/90s e 700MPa/60s. Os resultados indicaram a contagem de  $10^4$ UFC/mL para o suco de laranja fresco (controle), e ambos os processos (500MPa/90s e 700MPa/60s) foram capazes de reduzir a contagem em valores  $<10$ UFC/mL. Análises realizadas nas semanas posteriores de armazenamento não apresentaram crescimento microbiano, sugerindo que as células dos microorganismos não foram capazes de reparar o dano sofrido através da APH.

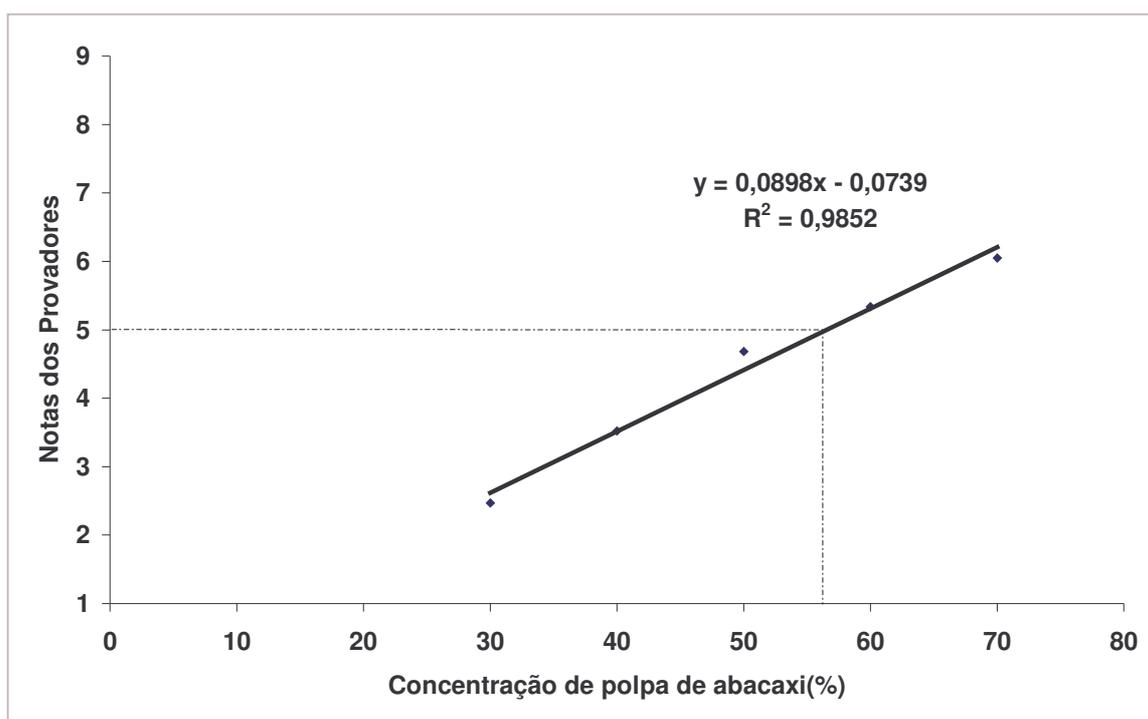
Boyton et al (2002) realizaram estudo pressurizando cubos de manga de duas variedades distintas, Tommy Atkins e Keitt, nas quais avaliaram a contagem de fungos filamentosos e leveduras durante nove semanas, armazenados à 3°C. Os autores observaram que em 300MPa/1min e 600MPa/1min houve redução de 1 ciclo logarítmico e 2 ciclos logarítmicos, respectivamente. Ao longo do armazenamento foi observado o crescimento das células remanescentes a partir da terceira e quinta semanas, respectivamente.

O experimento realizado neste trabalho indicou que as células possivelmente injuriadas, no tratamento por APH restauraram o mecanismo de reprodução celular devido às condições ambientais favoráveis (ANANTA et al., 2001; LADO; YOUSEF, 2002) levando à polpa de abacaxi à inadequação, segundo as determinações da Instrução Normativa número 01, de 7 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000). Entretanto o processo aplicado foi eficaz por até 14 dias de armazenamento sob temperatura de refrigeração ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$ ).

## 5.4. Análise Sensorial

### 5.4.1. Determinação da diluição “ideal” e doçura “ideal” para a formulação de suco de abacaxi.

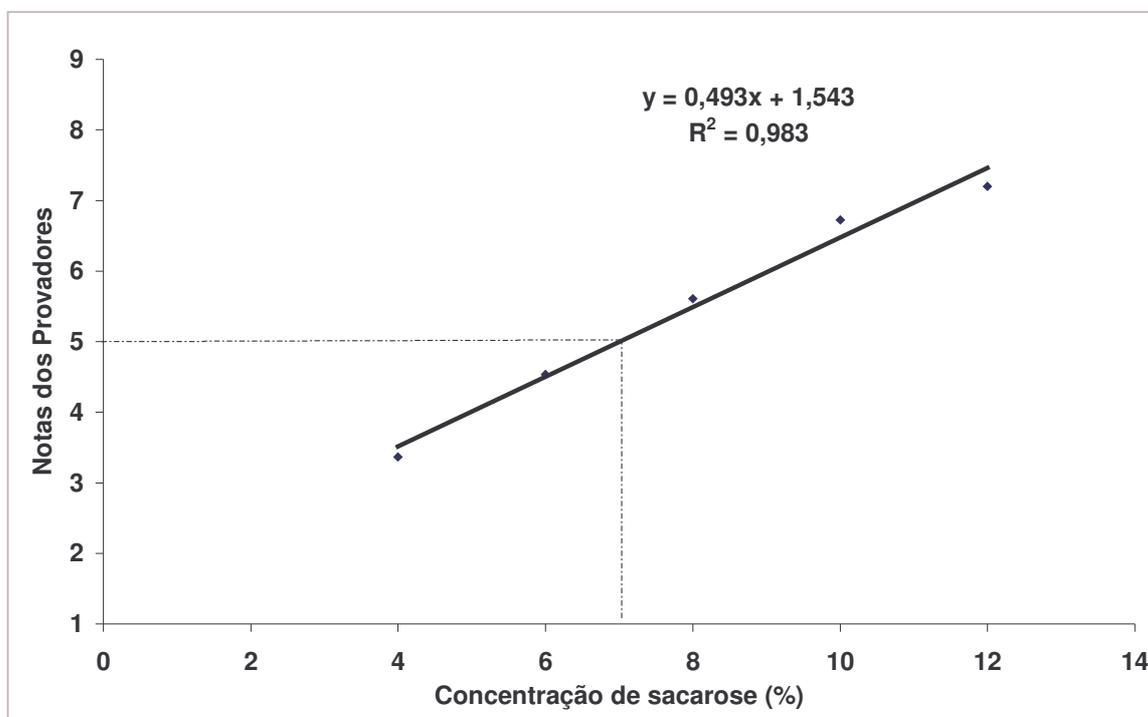
A diluição “ideal” da polpa de abacaxi, para a formulação do suco, foi obtida através da utilização da escala relativa ao ideal, cujas respostas foram transformadas em dados numéricos, onde o ponto “ideal” correspondeu ao valor 5. A partir da equação da reta obtida (Figura 5), calculou-se a diluição “ideal” de polpa de abacaxi, cujo valor foi de 56,5mL/100mL.



**Figura 5.** Determinação da diluição “ideal” de polpa para a formulação de suco de abacaxi.

Os resultados da determinação da doçura “ideal” para a formulação de suco de abacaxi, utilizando a concentração de polpa de abacaxi de 56,5%, são mostrados

na Figura 6. Observa-se que 7,01g de sacarose devem ser adicionados ao suco para alcançar a doçura “ideal”, segundo os participantes do estudo.



**Figura 6.** Determinação da doçura “ideal” para a formulação de suco de abacaxi.

De acordo com Medina (1987) os sucos concentrados e destinados à exportação quando adoçados, recebem a concentração de 10% de sacarose.

Marcellini (2005) determinou a doçura “ideal” para suco de abacaxi concentrado, utilizando sacarose e diferentes edulcorantes, através de escala relativa ao ideal estruturada verbal. Para sacarose obteve o resultado da adição de 8,5g em 100mL de suco reconstituído conforme a orientação do fabricante.

A diferença de 1,5g de sacarose (MARCELLINI, 2005) e 3,0g de sacarose (MEDINA, 1987) em relação ao valor encontrado no presente estudo para o suco “in natura”, provavelmente, foi devido à utilização de diferentes concentrações de polpa e ao emprego de processamento térmico, que pode ter requerido concentrações maiores de sacarose.

#### 5.4.2. Análise Descritiva Quantitativa – ADQ

As amostras de suco de abacaxi utilizadas para a pré-seleção de provadores tiveram as concentrações de 7% e 9% de sacarose. Tais amostras foram avaliadas através de testes triangular por 32 provadores visando avaliar se havia diferença entre elas. De acordo com Roessler et al. (1978) o número mínimo de acertos necessários para estabelecer diferença significativa quando 32 indivíduos participam do testes é 16 ( $p < 0,05$ ). Neste estudo 16 acertos foram observados indicando que as amostras apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ). Tais amostras foram utilizadas nos testes de pré-seleção subsequentes.

Através dos testes triangulares e análise seqüencial de Wald (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965), 32 candidatos foram avaliados. Para que os candidatos fossem pré-selecionados foram necessários de 7 a 12 testes, e para que fossem rejeitados de 6 a 14 testes. Dos candidatos, apenas 14 foram pré-selecionados; 5 rejeitados; 11 se mantiveram na região de dúvida; e 2 desistiram de participar dos testes. Um dos motivos para o baixo índice de aprovação observado pode ser explicado pelo rigor da análise seqüencial. A distância estabelecida entre as retas exigiu um maior número de acertos visando identificar provadores aptos para a Análise Descritiva Quantitativa.

Segundo Overman Mackey e Jones (1952, apud Issanchou, Lesschaeve e Koster [1995]) a habilidade de provadores em avaliar estímulos de doçura, salgado, acidez e amargor em solução aquosa não pode ser relacionado com a habilidade do provador em fazer o mesmo quando estes atributos estão em uma complexa matriz alimentícia, o que tornou o teste de seleção mais difícil para os candidatos a participarem da ADQ.

Após a seleção de quatorze indivíduos, três provadores desistiram de participar dos testes. Aos onze provadores restantes foi solicitado, de forma individualizada, levantar os termos descritores das amostras de suco de abacaxi. Após a etapa de levantamento de atributos foram realizadas sessões para a definição dos termos que melhor descreveriam as amostras de suco de abacaxi.

A Tabela 7 apresenta os atributos indicados pela equipe de provadores, bem como suas respectivas definições e referências. Analisando a referida Tabela, observa-se que a equipe de provadores levantou 17 atributos sensoriais, compreendendo três atributos para a aparência (cor característica de suco de abacaxi natural, presença de fibras e presença de partículas), seis para aroma (aroma de suco de abacaxi natural, aroma de abacaxi artificial, aroma doce, aroma ácido, aroma cozido e aroma passado/fermentado), seis para sabor (sabor característico de suco de abacaxi natural, sabor artificial de abacaxi, gosto doce, gosto ácido, sabor cozido e sabor passado/fermentado) e dois para consistência (presença de fibras e consistência).

Com este resultado foi determinado o perfil sensorial das amostras de suco de abacaxi, sendo que dos atributos levantados, sete podem ser considerados defeitos no produto, provavelmente advindo do processamento térmico utilizado (aroma e sabor cozido), adição de aromatizante (aroma e sabor artificial de abacaxi) ou outro problema (presença de partículas, bem como, aroma e sabor de passado/fermentado).

**Tabela 7.** Atributos, definições e referências indicados pela equipe de provadores para suco de abacaxi.

Atributos	Definições	Referencias
<b>Aparência</b>		
Cor característica de suco de abacaxi natural ( <b>acs</b> )	Cor esperada para suco de abacaxi natural.	Pouco: Suco pronto para beber marca E. Muito: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar.
Presença de fibra ( <b>afi</b> )	Presença de fibras características do abacaxi, esperada no suco natural	Pouco: Suco pronto para beber marca C. Muito: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar.
Presença de partículas ( <b>app</b> )	Presença de partículas (grumos) não característico do suco de abacaxi natural.	Ausente: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar. Muito: Suco pronto para beber marca C.
<b>Aroma</b>		
Aroma característico de suco de abacaxi natural ( <b>acn</b> )	Aroma esperado/típico de suco de abacaxi natural.	Pouco: Suco natural de abacaxi, com 28,25% de polpa e 3,5% de açúcar. Muito: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar.
Aroma artificial de abacaxi ( <b>aaa</b> )	Aroma característico de suco de abacaxi artificial.	Ausente: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar. Forte: Preparado em pó para refresco de abacaxi marca I.
Aroma doce ( <b>ado</b> )	Compostos aromáticos relacionados à fruta, que produzem a sensação doce.	Pouco: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar. Muito: Suco pronto para beber marca C.
Aroma ácido ( <b>aac</b> )	Aroma pungente relacionado à presença de ácidos na fruta.	Pouco: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar. Forte: Suco pronto para beber marca C.
Aroma cozido ( <b>aco</b> )	Aroma característico de abacaxi coccionado, advindo de tratamento térmico	Ausente: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar. Forte: Suco pronto para beber marca E.
Aroma passado/fermentado ( <b>apf</b> )	Aroma de abacaxi fermentado/passado, já em processo de decomposição.	Ausente: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar. Forte: Suco pronto para beber marca H.

Continua

**Sabor**

Sabor característico de suco de abacaxi natural ( <b>scn</b> )	Sabor característico de suco de abacaxi natural, obtido a partir da fruta.	Fraco: Suco natural de abacaxi, com 28,25% de polpa e 3,5% de açúcar. Forte: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar.
Sabor artificial de abacaxi ( <b>saa</b> )	Sabor característico de suco de abacaxi artificial.	Ausente: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar. Forte: Preparado em pó para refresco de abacaxi marca I.
Gosto doce ( <b>sgd</b> )	Gosto estimulado pela presença de sacarose e outros açúcares da fruta.	Fraco: Suco pronto para beber marca G. Forte: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar.
Gosto ácido ( <b>sga</b> )	Gosto estimulado pela presença de ácidos orgânicos característicos da fruta	Fraco: Suco pronto para beber marca G. Forte: Suco pronto para beber marca F.
Sabor cozido ( <b>sco</b> )	Sabor característico de abacaxi coccionado.	Ausente: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar. Forte: Suco pronto para beber marca E.
Sabor passado/fermentado ( <b>spf</b> )	Sabor de abacaxi fermentado/passado, já em processo de decomposição.	Ausente: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar Forte: Suco pronto para beber marca H.

**Consistência**

Presença de Partículas ( <b>cpf</b> )	Percepção pela boca das fibras características de suco de abacaxi natural.	Pouco: Suco pronto para beber marca C. Muito: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar.
Consistência ( <b>cco</b> )	Percepção dos sólidos solúveis que compõem o suco de abacaxi.	Pouco: Suco pronto para beber marca G. Muito: Suco natural de abacaxi, com 56,5% de polpa e 7,0% de açúcar.

Após a definição dos atributos e determinação das escalas, a equipe pré-selecionada participou de sessões de treinamento, nas quais foram treinados apenas quatro atributos por sessão, e com repetição no período seguinte. Após os provadores terem treinado os 17 atributos, as sessões de treinamento foram reiniciadas, a fim de deixá-los aptos em discriminar as amostras, e ainda apresentarem repetibilidade nos resultados das análises subsequentes. Todo o conjunto de atributos foi treinado por cada provador em quadruplicata.

Finalizado o treinamento, os provadores pré-selecionados foram avaliados quanto à performance. Nesta etapa do estudo, as seis amostras de suco de abacaxi foram avaliadas com três repetições, utilizando a ficha elaborada para a ADQ.

Foram selecionados os provadores com habilidade em discriminar as amostras com valores de  $F_{amostra}$  significativo para  $p < 0,30$  e  $F_{repetição}$  para  $p > 0,05$  não significativo. Os resultados de  $p$  de  $F_{amostra}$  e  $p$  de  $F_{repetição}$ , obtidos na Análise de Variância, são apresentados nas Tabelas 8 e 9.

De acordo com os resultados obtidos, foram selecionados os provadores 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10 e 11. Os provadores 3 e 5 foram excluídos das análises por apresentarem  $p$  de  $F_{amostra} > 0,30$  e  $p$  de  $F_{repetição} < 0,05$ , mostrando problemas de discriminação e repetibilidade, respectivamente, para alguns atributos analisados.

Analisando a Tabela 9 observa-se que para o atributo gosto doce, os valores de  $p$  de  $F_{amostra}$  foram superiores a 0,30 para todos os provadores, pois, não foi verificada diferença significativa entre as amostras para esta característica. E observando as Tabelas 8 e 9 nota-se que os provadores selecionados identificaram discriminação entre as amostras para todos os atributos, exceto para o gosto doce.

**Tabela 8.** Níveis de significância (p) para provadores considerando amostras e repetição para os atributos de aparência e aroma.

Provador		acs	afi	app	acn	aaa	ado	aac	aco	apf***
1	p amos	0,0001	0,0001	0,0010	0,0032	0,0020	0,2801	0,00219	0,0050	0,0050
	p rep	0,4019	0,3741	0,4403	0,2724	0,4019	0,0841	0,0736	0,06049	0,1340
2	p amos	0,0027	0,0001	0,0004	0,0009	0,0001	0,0009	0,0121	0,0465	0,0465
	p rep	0,7904	0,6707	0,1052	0,7143	0,3084	0,6733	0,1776	0,2888	0,4019
3*,**	p amos	0,0011	0,0001	<b>0,4831</b>	0,0001	0,0001	<b>0,4038</b>	<b>0,6237</b>	0,0595	<b>0,3568</b>
	p rep	0,8643	0,5367	0,1050	0,8392	0,5944	0,7035	0,2593	0,4393	0,3420
4	p amos	0,0001	0,0001	0,2504	0,0001	0,0004	0,2879	0,0167	0,0071	0,1951
	p rep	0,0587	0,7809	0,7793	0,7799	0,3432	0,6578	0,1993	0,2613	0,4019
5*,**	p amos	0,0001	0,0095	0,0023	<b>0,5194</b>	0,0031	<b>0,5264</b>	0,2177	<b>0,6494</b>	-
	p rep	0,4557	0,4521	0,5865	<b>0,0491</b>	0,1807	<b>0,0463</b>	0,4692	0,4753	-
6	p amos	0,0001	0,0001	0,0438	0,1423	0,0003	0,0305	0,0685	0,0238	0,2095
	p rep	0,0552	0,3912	0,4856	0,4561	0,3298	0,0553	0,5310	0,08955	0,0985
7	p amos	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0046	0,1569	0,2264	0,0210	0,1651
	p rep	0,9310	0,0756	0,0693	0,1989	0,2603	0,2453	0,2301	0,0987	0,4019
8	p amos	0,0253	0,0001	0,1519	0,0001	0,0013	0,1721	0,0028	0,0002	0,1641
	p rep	0,9206	0,1221	0,7481	0,2717	0,6066	0,1848	0,1542	0,1041	0,3433
9	p amos	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,6618	0,0236	0,1654	0,4651
	p rep	0,0727	0,0697	0,2267	0,3467	0,3890	0,5453	0,3833	0,3628	0,3749
10	p amos	0,0455	0,0001	0,1850	0,0001	0,0001	0,0261	0,0913	0,1097	0,0717
	p rep	0,2420	0,8636	0,3889	0,4322	0,2238	0,7499	0,0988	0,6968	0,6792
11	p amos	0,0001	0,0001	0,0614	0,0006	0,0003	0,1332	0,2719	0,0943	0,0107
	p rep	0,1599	0,5164	0,9966	0,0615	0,1478	0,0810	0,5174	0,3236	0,0701

\* Provadores que apresentaram valores de p de F amostra >0,30, não foram selecionados.

\*\* Provadores que apresentaram valores de p de F repetição <0,05, não foram selecionados.

\*\*\* Descrição dos atributos encontra-se na Tabela 7.

**Tabela 9.** Níveis de significância (p) para provadores considerando amostras e repetição para os atributos de sabor e consistência.

<i>Provador</i>		<i>scn</i>	<i>saa</i>	<i>sgd</i>	<i>sga</i>	<i>sco</i>	<i>spf</i>	<i>cpf</i>	<i>cco</i>
<b>1</b>	p amos	0,0025	0,0040	<b>0,5121</b>	0,0516	0,2357	0,0006	0,1115	0,1107
	p rep	0,5166	0,5254	0,0525	0,7668	0,9265	0,6060	0,3669	0,3489
<b>2</b>	p amos	0,0001	0,0001	<b>0,2349</b>	0,0218	0,0465	0,0461	0,0019	0,0001
	p rep	0,7481	0,3833	0,3139	0,6304	0,1986	0,4019	0,6161	0,1130
<b>3*,**</b>	p amos	0,0001	0,0002	<b>0,7621</b>	0,2709	0,0194	<b>0,6492</b>	0,0849	0,0839
	p rep	0,0583	0,4694	0,4901	<b>0,0002</b>	0,0503	<b>0,0423</b>	0,4232	0,0683
<b>4</b>	p amos	0,0001	0,0001	<b>0,4341</b>	0,0321	0,0001	0,0451	0,0004	0,0007
	p rep	0,0693	0,1695	0,2975	0,9456	0,0706	0,4019	0,3507	0,7103
<b>5*,**</b>	p amos	<b>0,4236</b>	0,0001	<b>0,5459</b>	0,0748	0,1401	-	0,0471	0,2915
	p rep	0,0566	0,6185	<b>0,0017</b>	0,3578	0,5744	-	0,3575	0,2488
<b>6</b>	p amos	0,0615	0,0146	<b>0,3104</b>	0,2113	0,1667	0,1289	0,0019	0,0082
	p rep	0,0800	0,5515	0,7458	0,2079	0,3981	0,0726	0,9226	0,7251
<b>7</b>	p amos	0,0001	0,0201	<b>0,3184</b>	0,0003	0,0039	0,2245	0,0004	0,0105
	p rep	0,9816	0,7274	0,0662	0,4511	0,4655	0,9966	0,7772	0,3489
<b>8</b>	p amos	0,0001	0,0014	<b>0,4460</b>	0,0001	0,0025	0,3313	0,0001	0,2174
	p rep	0,2996	0,1649	0,0766	0,0745	0,6600	0,0872	0,5199	0,5178
<b>9</b>	p amos	0,0002	0,0001	<b>0,9656</b>	0,0338	0,1392	0,1579	0,0001	0,0001
	p rep	0,4312	0,7313	0,0687	0,8500	0,2866	0,42224	0,4019	0,4927
<b>10</b>	p amos	0,0004	0,0001	<b>0,4248</b>	0,2703	0,2086	0,1233	0,0001	0,0126
	p rep	0,8448	0,6732	0,8618	0,0360	0,6828	0,4229	0,6961	0,2989
<b>11</b>	p amos	0,0007	0,0005	<b>0,5131</b>	0,0110	0,0712	0,0200	0,0140	0,0047
	p rep	0,1348	0,0564	0,0946	0,2008	0,7103	0,2684	0,8152	0,7584

\* Provadores que apresentaram valores de p de F amostra >0,30, não foram selecionados.

\*\* Provadores que apresentaram valores de p de F repetição <0,05, não foram selecionados.

\*\*\* Descrição dos atributos encontra-se na Tabela 7.

Os resultados da ADQ são mostrados na Tabela 10, a qual contém as médias alcançadas para o suco de abacaxi obtido através da polpa “in natura” (SUN) e da polpa processada por APH (SAP), bem como as quatro amostras comerciais de suco pronto para beber (C, D, E e F).

Para o atributo cor característica de suco de abacaxi natural (acs) as amostras SUN e SAP não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si e obtiveram médias significativamente superiores às outras amostras comerciais analisadas (C, D, E e F). As amostras C, E e F também não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) com relação a este atributo e alcançaram as menores médias. A amostra D diferiu ( $p \leq 0,05$ ) de todas as amostras estudadas. Estes resultados comprovaram que os compostos responsáveis pela cor mantiveram-se inalterados através da utilização da APH, quando comparados aos produtos processados termicamente.

Ficou determinado no estudo que o atributo presença de fibras no suco de abacaxi seria avaliado tanto em relação à aparência (afi), relacionada à capacidade visual do provador em perceber material sólido no suco, como em relação à percepção deste material sólido na boca (cpf). Analisando ambos os atributos, foi observado que não houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras SUN, SAP e D, assim como entre C, E e F, as quais também, não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) entre si. Os sucos SUN, SAP e D alcançaram médias significativamente superiores ( $p \leq 0,05$ ) às amostras C, E e F. Tal resultado pode indicar que nos processamentos dos produtos C, E e F foram utilizadas peneiras de tamanhos diferentes, retirando a grande quantidade de fibras naturalmente presente no suco de abacaxi (TORREZAN, 1998).

A presença de partículas no suco de abacaxi (app) foi considerado defeito pelos provadores. Os resultados obtidos mostraram que as amostras C, E e F não apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si, tendo alcançado médias estatisticamente superiores às demais amostras. As amostras E, F e D não apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) e os sucos SUN e SAP apresentaram médias estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) menores para este atributo não diferindo, entretanto do suco D.

**Tabela 10.** Média\* dos atributos sensoriais para as amostras de sucos de abacaxi, obtidas através de polpa “in natura” (SUN), processada por APH (SAP) e diferentes marcas comerciais (C, D, E e F).

Atributos sensoriais	DMS**	Amostras					
		SUN	SAP	C	D	E	F
<b>Aparência</b>							
Cor Característica de Suco de Abacaxi ( <b>acs</b> )	1,07	8,74 <sup>a</sup>	8,64 <sup>a</sup>	2,59 <sup>c</sup>	3,89 <sup>b</sup>	2,41 <sup>c</sup>	2,31 <sup>c</sup>
Presença de Fibras ( <b>afi</b> )	0,50	8,33 <sup>a</sup>	8,39 <sup>a</sup>	1,20 <sup>b</sup>	8,57 <sup>a</sup>	1,15 <sup>b</sup>	1,27 <sup>b</sup>
Presença de Partículas ( <b>app</b> )	1,04	0,35 <sup>c</sup>	0,38 <sup>c</sup>	1,97 <sup>a</sup>	0,91 <sup>b,c</sup>	1,50 <sup>a,b</sup>	1,55 <sup>a,b</sup>
<b>Aroma</b>							
Aroma Característico de Suco de Abacaxi Natural ( <b>acn</b> )	1,28	7,26 <sup>a</sup>	7,93 <sup>a</sup>	2,97 <sup>b,c</sup>	3,57 <sup>b</sup>	1,84 <sup>c</sup>	1,77 <sup>c</sup>
Aroma Artificial de Abacaxi ( <b>aaa</b> )	1,45	0,12 <sup>d</sup>	0,08 <sup>d</sup>	5,02 <sup>b</sup>	3,23 <sup>c</sup>	7,13 <sup>a</sup>	6,65 <sup>a</sup>
Aroma Doce ( <b>ado</b> )	1,28	5,62 <sup>b</sup>	6,42 <sup>a,b</sup>	6,83 <sup>a,b</sup>	7,00 <sup>a</sup>	6,26 <sup>a,b</sup>	6,84 <sup>a,b</sup>
Aroma Ácido ( <b>aac</b> )	1,27	3,53 <sup>c</sup>	4,04 <sup>c</sup>	5,58 <sup>a,b</sup>	4,37 <sup>b,c</sup>	5,97 <sup>a</sup>	5,66 <sup>a</sup>
Aroma Cozido ( <b>aco</b> )	1,51	1,28 <sup>c</sup>	0,58 <sup>c</sup>	4,56 <sup>a,b</sup>	5,62 <sup>a</sup>	4,33 <sup>a,b</sup>	3,57 <sup>b</sup>
Aroma Passado/Fermentado ( <b>apf</b> )	1,57	0,94 <sup>b</sup>	0,47 <sup>b</sup>	1,34 <sup>a,b</sup>	2,67 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a,b</sup>	1,28 <sup>a,b</sup>
<b>Sabor</b>							
Sabor Característico de Suco de Abacaxi Natural ( <b>scn</b> )	1,22	7,33 <sup>a</sup>	8,08 <sup>a</sup>	2,26 <sup>c</sup>	3,73 <sup>b</sup>	1,53 <sup>c</sup>	1,74 <sup>c</sup>
Sabor Artificial de Abacaxi ( <b>saa</b> )	1,44	0,06 <sup>d</sup>	0,07 <sup>d</sup>	5,11 <sup>b</sup>	2,59 <sup>c</sup>	7,25 <sup>a</sup>	6,61 <sup>a</sup>
Gosto Doce ( <b>sgd</b> )	1,34	5,79 <sup>a</sup>	5,77 <sup>a</sup>	6,66 <sup>a</sup>	6,69 <sup>a</sup>	6,48 <sup>a</sup>	6,48 <sup>a</sup>
Gosto Ácido ( <b>sga</b> )	1,29	5,41 <sup>b</sup>	4,80 <sup>b</sup>	6,81 <sup>a</sup>	4,70 <sup>b</sup>	7,57 <sup>a</sup>	7,27 <sup>a</sup>
Sabor Cozido ( <b>sco</b> )	1,55	1,72 <sup>c</sup>	0,89 <sup>c</sup>	5,04 <sup>a,b</sup>	5,42 <sup>a</sup>	6,22 <sup>a</sup>	3,77 <sup>b</sup>
Sabor Passado/Fermentado ( <b>spf</b> )	1,46	0,78 <sup>b,c</sup>	0,23 <sup>c</sup>	1,23 <sup>b,c</sup>	2,80 <sup>a</sup>	1,97 <sup>a,b</sup>	1,06 <sup>b,c</sup>
<b>Consistência</b>							
Presença de Fibras ( <b>cpf</b> )	1,19	6,26 <sup>a</sup>	7,05 <sup>a</sup>	1,52 <sup>b</sup>	6,91 <sup>a</sup>	1,35 <sup>b</sup>	1,31 <sup>b</sup>
Consistência ( <b>cco</b> )	1,18	5,77 <sup>a</sup>	6,88 <sup>a</sup>	3,36 <sup>b</sup>	6,86 <sup>a</sup>	2,91 <sup>b</sup>	2,95 <sup>b</sup>

\* Letras iguais numa mesma linha não diferem entre si significativamente ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\*\*DMS= diferença mínima significativa

Para o atributo aroma característico de suco de abacaxi natural (acn) não houve diferença ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras SUN e SAP cujas médias foram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) superiores às outras amostras analisadas. As amostras D e C não diferiram em relação a este importante atributo, semelhante aos sucos C, E e F, mas todas ficaram posicionadas muito abaixo dos sucos SUN e SAP. Os resultados sugerem a manutenção dos compostos aromáticos naturalmente presentes na polpa, mesmo após submetidas à APH.

Resultado semelhante foi obtido em relação ao atributo sabor característico de suco de abacaxi natural (scn), no qual as amostras SUN e SAP não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) e obtiveram médias significativamente ( $p \leq 0,05$ ) superiores às outras amostras analisadas. As amostras C, E e F não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si e obtiveram as menores médias para este atributo. A amostra D diferiu ( $p \leq 0,05$ ) de todas as amostras analisadas, tendo ficado na posição intermediária entre SUN/SAP e C/E/F. Assim como para o aroma, os resultados são indicativos da eficiência da APH em manter os compostos responsáveis pelo sabor.

Os resultados obtidos referentes aos atributos aroma artificial de abacaxi (aaa) e sabor artificial de abacaxi (saa) foram semelhantes. Em ambos os casos, as amostras E e F não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) e alcançaram as maiores médias (7,13 e 6,65 para aroma e 7,25 e 6,61 para sabor, respectivamente) dentre os sucos avaliados e seguidas pelos sucos, C e D os quais diferiram ( $p \leq 0,05$ ) entre si e também em relação às outras amostras. Não houve diferença entre os sucos SUN e SAP ( $p \leq 0,05$ ) cujas médias foram inferiores às amostras comerciais (E, F, C e D). Esses resultados trazem importante contribuição para os processadores de suco, indicando que a incorporação de aditivos artificiais para tentar compensar as possíveis perdas no aroma e sabor decorrentes da pasteurização nem sempre é benéfica aos produtos pois os provadores, avaliaram as amostras com intenso aroma e sabor artificiais.

Para o aroma doce (ado) apenas as amostras SUN e D apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si. Já para o atributo gosto doce (sgd), não

houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre nenhuma das amostras avaliadas. Este resultado sugere que tanto as amostras experimentais como as comerciais apresentaram níveis semelhantes de açúcar na formulação.

Para o atributo aroma ácido (aac) e gosto ácido (sga) as amostras E, F e C não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) entre si, e os resultados das médias foram estatisticamente superiores às demais amostras. Os sucos D, SAP e SUN não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si e alcançaram as menores médias para tais atributos.

Os atributos aroma e sabor de cozido (aco e sco) foram considerados defeito do suco de abacaxi pelos provadores. Para o aroma de cozido as amostras D, C e E não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) entre si e alcançaram médias estatisticamente superiores às outras amostras, seguida pela amostra F, a qual não diferiu dos sucos C e E. As menores médias para tal atributo foram alcançadas pelos sucos SAP e SUN, estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) inferiores a todas amostras comerciais avaliadas.

Para o sabor de cozido (sco) as maiores médias foram alcançadas pelas amostras E, D e C não diferindo ( $p \leq 0,05$ ) entre si, seguidas pelo suco F, cuja média não diferiu do produto C ( $p \leq 0,05$ ). Já os sucos SUN e SAP não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) entre si, apresentando médias inferiores aos sucos disponíveis no mercado (C, D, E e F). Avaliando os atributos aroma e sabor de cozido pode-se perceber que todas as marcas comerciais apresentaram médias superiores a 3 indicando que a aplicação de calor (pasteurização) ao suco de abacaxi provocou o aparecimento destes atributos os quais descaracterizam o produto e foram percebido pela equipe de provadores.

Os atributos aroma e sabor de passado/fermentado (apf e spf) foram considerados pelos provadores como sendo defeito sensorial. Para o atributo aroma passado/fermentado as médias das amostras D, E, C e F não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) entre si e foram superiores ( $p \leq 0,05$ ) às demais amostras estudadas, apesar de apresentarem médias inferiores a 3. Entretanto as amostras SUN e SAP não diferiram das amostras E, C e F. Já para o atributo sabor passado/fermentado as amostras D e E não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si,

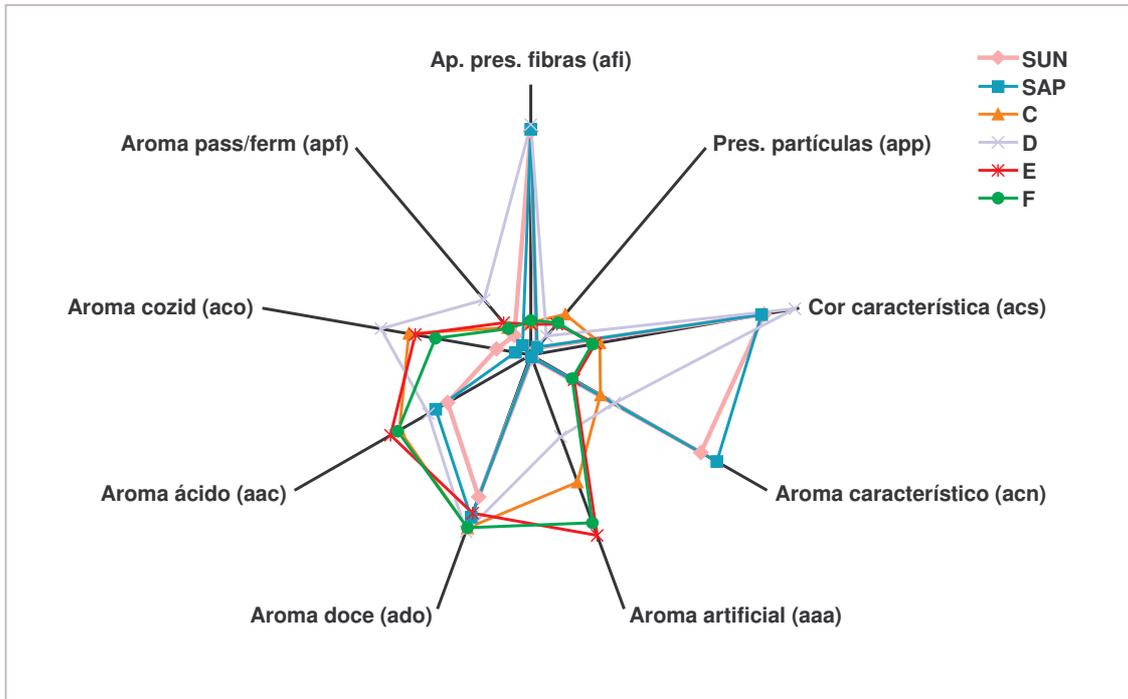
alcançando médias superiores às demais, inferiores a 3. As amostras C, F, e SUN não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) entre si e da amostra E. A amostra SAP não apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) das amostras F, C e SUN que apresentaram médias inferiores ( $p \leq 0,05$ ).

As amostras SAP, SUN e D não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) para o atributo consistência (cco) e as médias observadas foram significativamente superiores às demais amostras avaliadas. Não houve diferença ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras C, F e E cujas médias foram as menores dentre as amostras avaliadas.

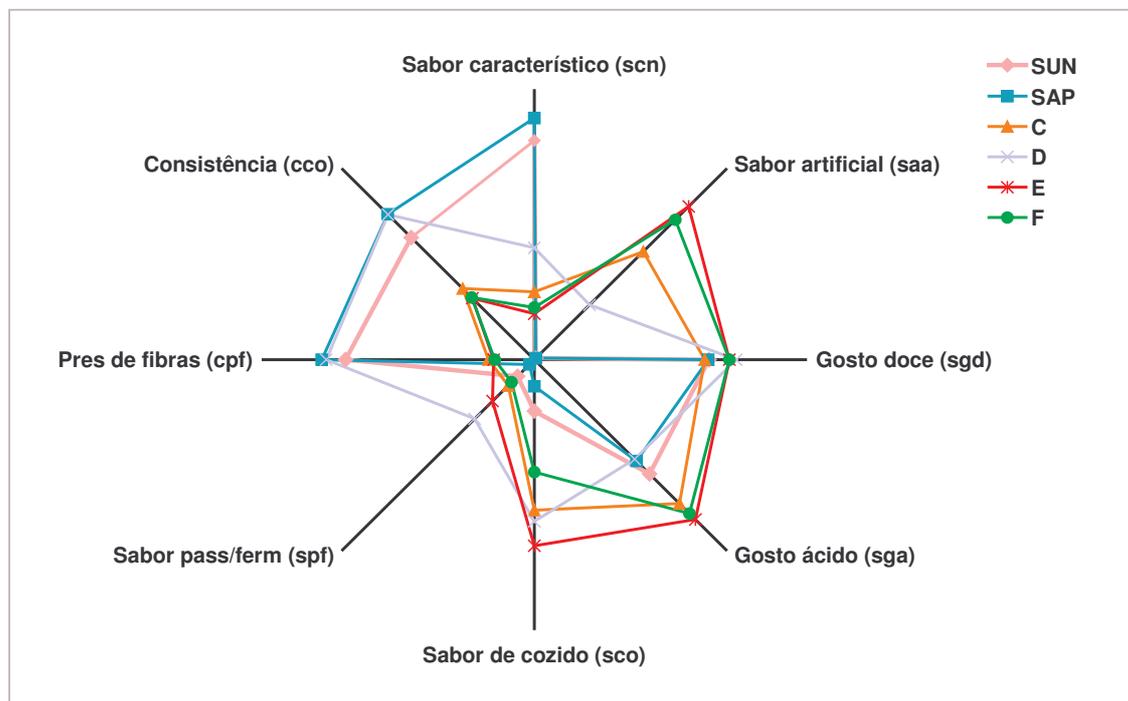
Considerando os sucos de abacaxi SUN e SAP observou-se que para todos os atributos estudados, não houve diferença ( $p \leq 0,05$ ) entre as referidas amostras. Tais resultados sugerem que os parâmetros de pressão utilizados não foram capazes de romper ligações covalentes, mantendo inalterados os compostos que conferem cor, aroma e sabor ao suco de abacaxi mantendo-o similar ao “in natura” (BARBOSA-CÁNOVAS; RODRÍGUEZ, 2002; FARKAS; HOOVER, 2000).

As Figuras 7 e 8 representam graficamente o perfil sensorial dos produtos analisados, facilitando a visualização das similaridades e diferenças, entre as amostras. A Figura 7 apresenta os resultados do perfil de aparência e aroma, assim como a Figura 8 retrata o perfil de sabor e consistência.

Observando as Figuras 7 e 8 nota-se a similaridade entre as amostras SUN e SAP que obtiveram as maiores médias para os atributos cor característica de suco de abacaxi (acs), aroma e sabor de suco de abacaxi natural (acn e scn) e presença de fibras para aparência (afi) e consistência (cpf).



**Figura 7.** Representação gráfica dos atributos de aparência e aroma.



**Figura 8.** Representação gráfica dos atributos de sabor e consistência das amostras estudadas.

Poucos são os trabalhos disponíveis na literatura enfocando estudos sensoriais em produtos processados por APH, principalmente utilizando a ADQ. Palou et al. (2000) avaliaram através de testes triangulares, o efeito da APH em guacamole (pasta de abacate) processada a 689MPa de forma contínua e pulso. Os resultados relevaram que não houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras pressurizadas e a amostra controle, sugerindo que a pressurização causou pouca alteração nas características sensoriais do produto.

Lambert et al. (1999) avaliaram as alterações nos compostos aromáticos de purê de morango quando tratados por APH, através de aromograma. Os resultados revelaram que quando as amostras foram submetidas às pressões de 200MPa e 500MPa por 20 minutos, não apresentaram alterações no perfil aromático comparado à amostra não tratada, não tendo sido evidenciadas deleção ou adição de picos nas amostras estudadas. Entretanto, no purê processado por APH a 800MPa por 20 minutos, os autores relataram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre esta e todas as amostras anteriormente avaliadas (200MPa, 500MPa e controle). Pode-se concluir que polpas de frutas submetidas à pressões de 500MPa e inferiores permitiram a manutenção dos compostos aromáticos naturalmente presentes.

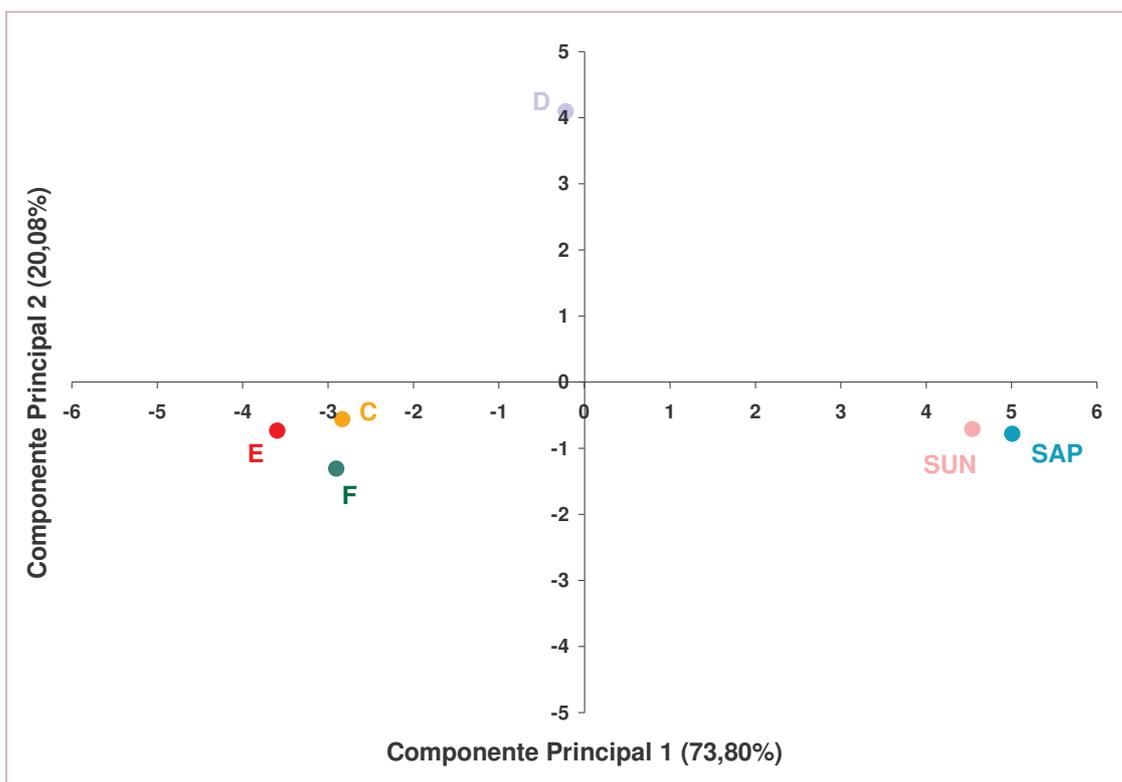
Um dos poucos trabalhos que utilizou ADQ foi o realizado por Boyton et al (2002), em cubos de manga. Os provadores avaliaram os atributos de aparência: laranja, marrom, de textura: firmeza e fibroso, de sabor: doce, ácido, manga fresca e *off-flavor*, através de escala não estruturada de 150mm. Foram avaliadas as amostras controle e pressurizadas à 300MPa/1min e 600MPa/1min. Os resultados revelaram que para os atributos firmeza, ácido, manga fresca e *off-flavor* houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o controle e as amostras pressurizadas, discordando dos resultados obtidos para polpa de abacaxi do presente estudo.

García et al. (2001) estudaram o efeito da APH através da análise descritiva em dois tipos de produtos: suco de laranja e mistura dos sucos de laranja, limão e cenoura. Os atributos avaliados foram: cor, sabor, equilíbrio e qualidade geral. O estudo comparou a amostra controle (não pressurizada) com as amostras pressurizadas (500MPa/5min e 800MPa/5min). Os resultados revelaram, em ambos os produtos, que para os atributos aroma, sabor e equilíbrio as amostras

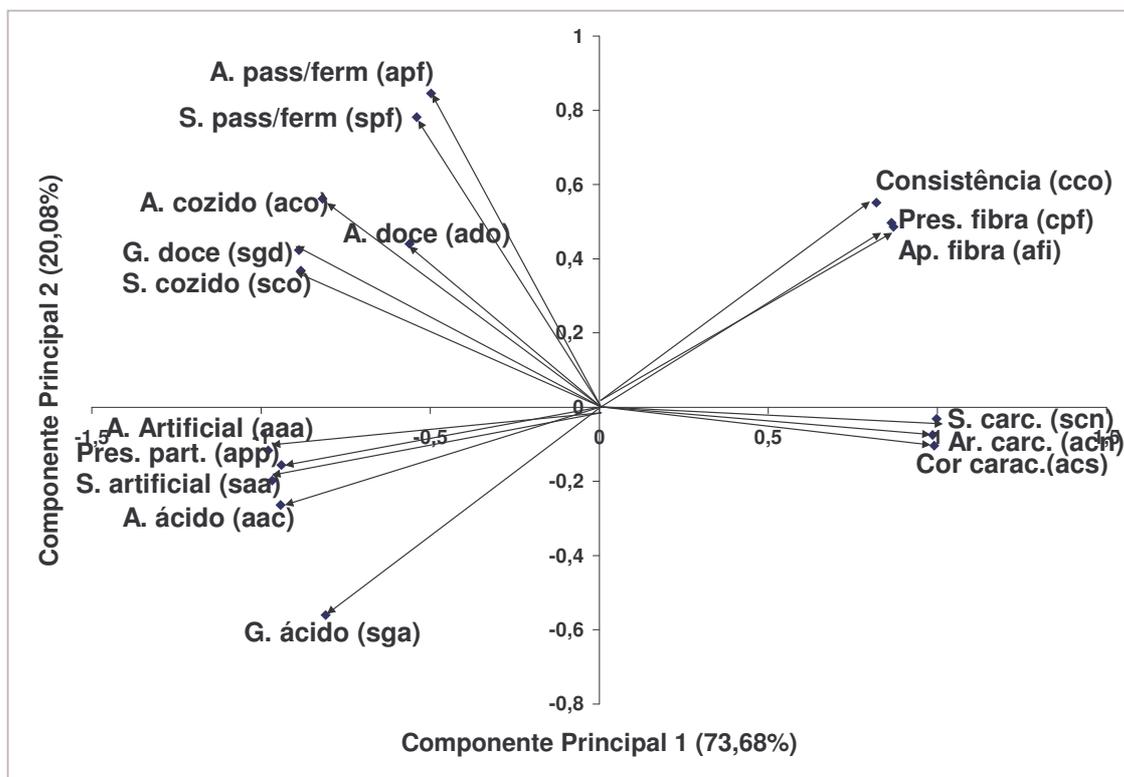
pressurizadas a 500MPa/5min e 800MPa/5min apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) em relação aos controles não tratados (amostra fresca).

Baxter et al. (2005) realizaram estudo utilizando a ADQ em suco de laranja da variedade Navel, no qual 15 atributos foram avaliados pelos provadores sendo para aparência: cor; para aroma: doce, velho, artificial, fermentado e intensidade de aroma de laranja; para sabor: gosto ácido, gosto doce, processado, amargor, intensidade do sabor laranja; e para gosto residual (*aftertaste*): azedo, acidez, amargor e duração. As amostras analisadas foram processadas por APH (600MPa/60s), pasteurizada (85°C/25s), bem como o controle (fresca - não tratada). As análises foram realizadas a cada 7 dias, durante doze semanas, sendo as amostras armazenadas às temperaturas de 4° C e 10° C. Para a amostra controle utilizaram, ainda, a temperatura de -20° C. Em geral os autores observaram ao longo das semanas de estudo o decréscimo da intensidade dos atributos aroma e sabor doce; intensidade do aroma e sabor de laranja, gosto ácido; gosto residual ácido (*acid aftertaste*) e duração do *aftertaste*. Já os atributos: aroma velho, aroma artificial, aroma de fermentado e sabor de processado obtiveram notas superiores com o passar do tempo de armazenamento, para todas as condições de processo. Entretanto, os autores concluíram que o suco controle armazenado a -20° C, pasteurizado e pressurizado, armazenado a 4° C e 10° C apresentaram perfil sensorial semelhante, durante as doze semanas de estudo.

Segundo Borgognone, Bussi e Hough (2001) a Análise de Componentes Principais (ACP) é ferramenta extremamente útil na análise de dados sensoriais. Utilizando-se os dados coletados para cada provador e amostras foi possível realizar tal análise. A Figura 9 mostra a posição das seis amostras de suco de abacaxi e a Figura 10 ilustra a distribuição dos atributos sensoriais no espaço definido pela primeira e segunda dimensões. Verificou-se que os Componentes Principais (CP) 1 e 2 explicam juntos 93,76% das variações entre as amostras de suco de abacaxi. O CP1 explicou maior parte da variação das amostras, compreendendo 73,68%, e 20,08% para CP2.



**Figura 9.** Análise de Componentes Principais (ACP) das amostras de suco de abacaxi, obtidas através de polpa “in natura” (SUN), processada por APH (SAP) e diferentes marcas comerciais (C, D, E e F) – posição das amostras.



**Figura 10.** Análise de Componentes Principais (ACP) das amostras de suco de abacaxi – posição dos atributos.

Analisando-se a Figura 10 observa-se que os atributos sabor de suco de abacaxi natural (scn), cor característica de suco de abacaxi natural (acs), aroma característico de suco de abacaxi natural (acn), presença de fibras para consistência (cpf), consistência (cco) e presença de fibras para aparência (afi), localizados à direita na referida Figura, bem como os descritores aroma ácido (aac), sabor artificial de abacaxi (saa), presença de partículas (app), aroma artificial de abacaxi (aaa) e gosto doce (sgd) e sabor de cozido (sco), localizado no lado esquerdo da mesma Figura, contribuíram com o maior peso para a variabilidade associada ao CP1. Os atributos aroma passado/fermentado (apf), sabor de passado/fermentado (spf) aroma doce (ado), aroma de cozido (aco) e gosto ácido (sga) foram os que mais contribuíram para a variabilidade associada ao CP2.

Através das Figuras 9 e 10 foi possível identificar quais atributos descreveram cada amostra estudada, confirmando os resultados obtidos na Tabela 10, evidenciando as relações existentes entre as amostras e os descritores que mais caracterizam cada uma delas.

Em relação à localização das amostras no gráfico de ACP, fica evidenciado a similaridade entre as amostras SUN e SAP, e entre as amostras C, E e F, sendo a amostra D distinta das demais. As amostras SUN e SAP foram semelhantes entre si e caracterizadas pelos atributos sabor de suco de abacaxi natural (scn), cor característica de suco de abacaxi natural (acs), aroma característico de suco de abacaxi natural (acn), presença de fibras para consistência (cpf), consistência (cco) e aparência para presença de fibras (afi) devido à proximidade dos vetores às amostras e ainda são os atributos que apresentam maior importância para a caracterização do produto em virtude do tamanho dos vetores.

As amostras C, E e F foram principalmente caracterizadas pelos atributos gosto ácido (sga), gosto doce (sgd), aroma ácido (aac), sabor artificial de abacaxi (saa), presença de partículas (app), aroma artificial de abacaxi (aaa), aroma de cozido (aco) e sabor de cozido (sco). Esses cinco últimos foram considerados pelos provadores como sendo defeitos na produção de suco de abacaxi. Assim, algumas das marcas de suco de abacaxi que encontram-se disponíveis no mercado foram descritas por atributos que descaracterizam o suco de abacaxi natural,

possivelmente decorrente do processo de pasteurização que na tentativa de minimizar este efeito, provavelmente, adicionaram aromatizantes artificiais.

A amostra D encontra-se distantes das outras amostras avaliadas, separada pela segunda dimensão. Apesar da distancia entre os demais sucos de abacaxi, a amostra D foi caracterizada pelos atributos aroma de passado/fermentado (apf), sabor de passado/fermentado (sfp), aroma doce (ado), aroma de cozido (aco), sabor de cozido (sco), gosto doce (sgd) e, com menor importância para a caracterização os atributos, presença de fibras para consistência (cpf), consistência (cco) e presença de fibras para aparência (afi).

Com os resultados obtidos pode-se caracterizar cada amostra de suco de abacaxi através da Análise de Componentes Principais e Análise Descritiva Quantitativa evidenciando a importância dos atributos sabor de suco de abacaxi natural (scn), cor característica de suco de abacaxi natural (acs), aroma característico de suco de abacaxi natural (acn), presença de fibras para consistência (cpf), consistência (cco) e presença de fibras para aparência (afi) para as amostras desenvolvidas neste estudo (SUN e SAP).

#### **5.4.3. Teste de Aceitação e Intenção de Compra**

Para o teste de aceitação e intenção de compra, 102 consumidores participaram do estudo, dos quais 48% foram homens e 52% mulheres na faixa etária variando de 19 a 61 anos de idade (média de 34 anos).

As médias alcançadas nos testes de aceitação, utilizando seis amostras de suco de abacaxi, sendo quatro marcas comerciais (C, D, E e F) de suco pronto para beber, uma de suco preparado a partir da polpa “in natura” (SUN) e outra a partir da polpa tratada por APH (SAP) (300MPa/5min/25°C) encontram-se na Tabela 11. A referida Tabela apresenta também a porcentagem de notas superiores e inferiores a 5 (não gostei nem desgostei).

Os resultados apresentados na Tabela 11, obtidos através da Análise de Variância, mostram que as amostras SUN e SAP foram as preferidas e diferiram ( $p \leq 0,05$ ) das demais em termos de preferência. E não diferindo entre elas ( $p \leq 0,05$ ).

em relação à aceitação, embora a amostra SUN, em termos numéricos, tenha recebido média um pouco superior. Os sucos comerciais C, D, E e F também não diferiram estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ), entretanto as amostras D e C em valores numéricos foram ligeiramente superiores às amostras E e F.

**Tabela 11.** Médias\* de aceitação\*\* atribuídas às amostras de sucos de abacaxi.

Amostra	Aceitação	% de aprovação	% de reprovação
	DMS***=0,8497	notas > 5	Notas < 5
SUN	5,8 <sup>a</sup>	64,70	28,43
SAP	5,6 <sup>a</sup>	58,82	33,33
C	4,7 <sup>b</sup>	44,12	50,00
D	4,7 <sup>b</sup>	47,06	49,01
E	4,3 <sup>b</sup>	36,27	54,90
F	4,2 <sup>b</sup>	34,31	60,78

\* Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

\*\*1 = desgostei extremamente até 9 = gostei extremamente

\*\*\* DMS = Diferença mínima significativa

Resultados diferentes foram reportados por Campos (2004), investigando a aceitação de suco de laranja. O autor avaliou a aceitabilidade de amostras pressurizada a 300MPa em equipamento homogeneizador, pasteurizada (95°C/30s) e controle (congelada). Os resultados demonstraram que a amostra controle foi significativamente ( $p \leq 0,05$ ) preferida em relação às outras avaliadas (pressurizada e pasteurizada), as quais não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) em relação à preferência.

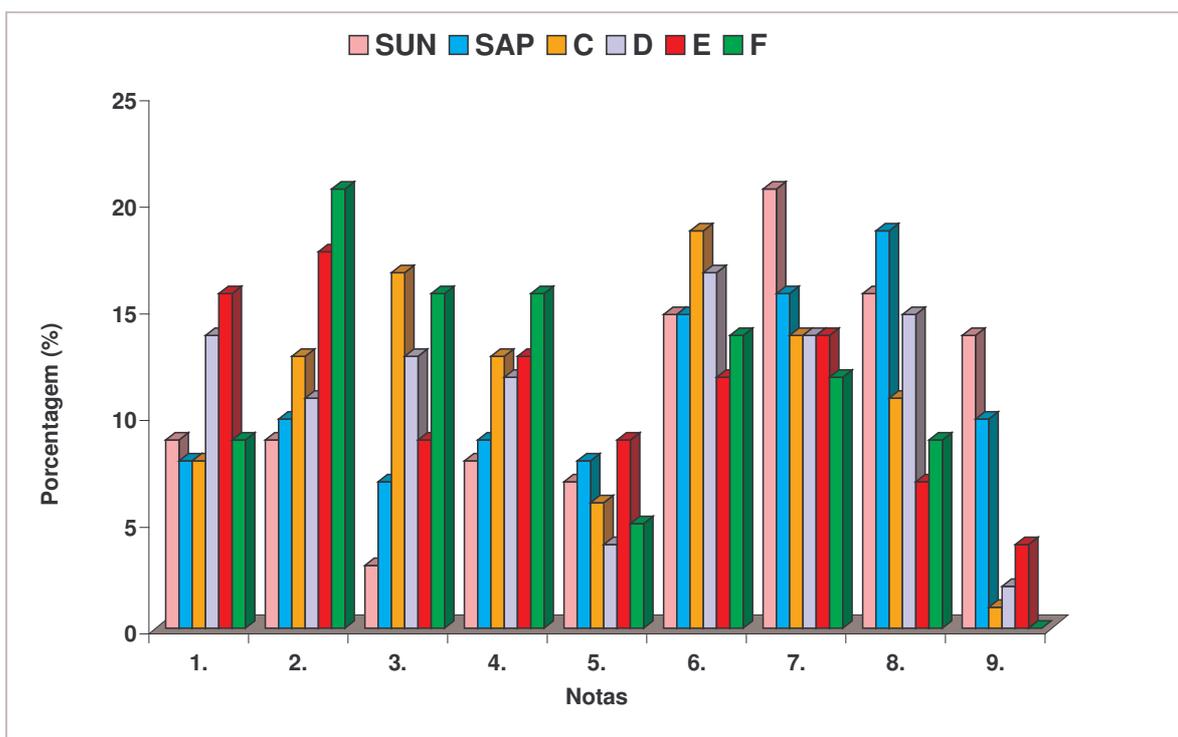
Baxter et al. (2005) avaliaram a aceitação de suco de laranja da variedade Navel processado por APH (600MPa/60s), pasteurizado (85°C/25s), bem como o controle (fresca - não tratada). O teste de aceitação foi realizado após dois dias de armazenamento das amostras mantidas à temperatura de 4°C e 10°C, sendo que para a amostra controle utilizaram, ainda, a temperatura de -20°C. Os sucos tratados por APH armazenado a 4°C, pasteurizado armazenado a 4°C e 10°C, bem como a

amostras controle armazenada a  $-20^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$  foram preferidas pelos consumidores, não apresentando diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si. Entretanto, a amostra pressurizada e amostra controle armazenadas a  $10^{\circ}\text{C}$  apresentaram médias significativamente inferiores às demais, sendo preteridas pelos consumidores, os quais comentaram sobre o intenso gosto ácido e amargo das referidas amostras.

Analisando a Tabela 11 em relação à porcentagem de aprovação e reprovação, observa-se que apenas as amostras SUN e SAP, apresentam mais de 50% de aprovação, isto é notas superiores a 5, dentre os consumidores de suco de abacaxi que participaram do estudo. Os índices de reprovação das amostras foram inferior a 34%, indicando que cerca de um terço dos consumidores não gostaram das amostras.

Apesar dos sucos C, D, E e F não diferirem estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si, as amostras C e D apresentaram índice de aprovação e rejeição em torno de 50%, enquanto que para as amostras E e F o índice de aprovação foi de apenas 36,27% e 34,31%, respectivamente, e os índices de reprovação foram de 54,90% e até 60,78%, respectivamente.

Analisando a Figura 11, a qual apresenta o histograma de distribuição da porcentagem de notas torna possível visualizar a segmentação dos valores hedônicos de cada amostra (BEHRENS, DA SILVA, WAKELING, 1999). Além disso, revela o nível de aceitação das amostras SUN e SAP, bem como permite a comparação do desempenho superior destas amostras em relação às comerciais.



**Figura 11.** Histogramas de distribuição de porcentagem das notas dos participantes. Amostras de sucos de abacaxi preparado a partir de polpa “in natura” (SUN), processada por APH (SAP) e diferentes marcas comerciais (C, D, E e F) (1=desgostei muitíssimo, 9=gostei muitíssimo)

Os resultados do teste de preferência obtidos através da Análise de Variância, não forneceram a descrição da percepção individual dos consumidores, pois os resultados foram apresentados como médias. Tal maneira univariada de analisar os dados é considerada limitada pois não reflete a real performance de cada amostra em termos de preferência (GREENHOFF; MacFIE, 1994).

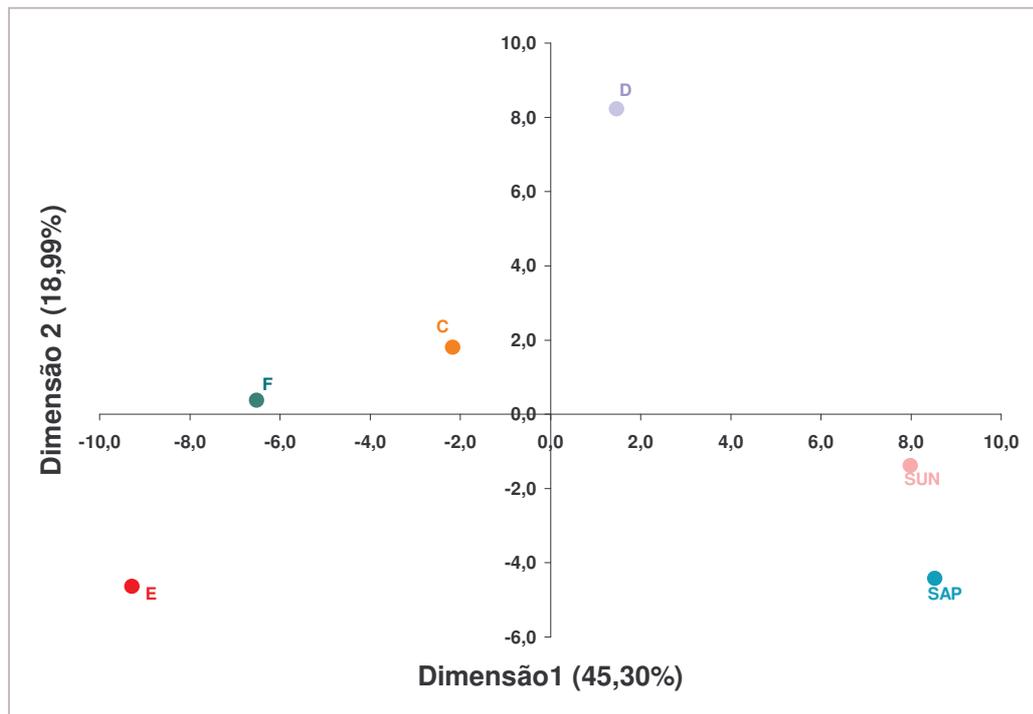
Para identificar e avaliar os diferentes segmentos de consumidores de suco de abacaxi foi construído o Mapa Interno da Preferência (MIP). Os MIPs gerados através dos dados de preferência foram construídos de forma a representar graficamente a aceitação das amostras de suco de abacaxi e a preferência individual de cada um dos 102 consumidores, gerando um espaço multidimensional representado por dimensões de preferência que explicaram a variação total das respostas sensoriais.

Neste estudo, as três primeiras dimensões geradas através do MIP, explicaram respectivamente 45,30%; 18,99% e 13,07%; da variabilidade total das respostas dadas pelos consumidores. As duas primeiras dimensões foram capazes de explicar 64,29% da variabilidade das respostas hedônicas dos consumidores.

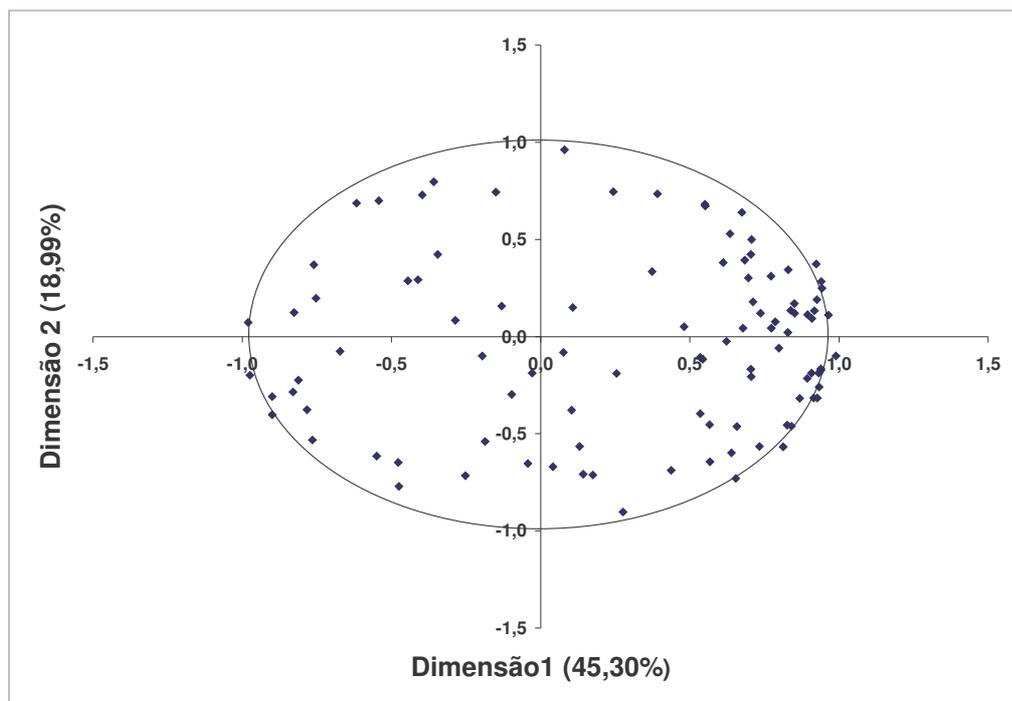
As Figuras 12 e 13 apresentam as duas primeiras dimensões do MIP. Para facilitar a visualização e interpretação do mapa, este foi representado em duas figuras distintas. A Figura 12 mostra a posição das seis amostras de suco de abacaxi avaliadas neste estudo. A primeira dimensão separou as amostras SUN e SAP, seguida da comercial D, das demais. A segunda dimensão separou a amostra D das outras avaliadas. A Figura 13 mostra a posição de cada um dos 102 consumidores que participaram do teste, no espaço definido pela primeira e segunda dimensões.

O círculo mostrado na Figura 13 representa o ajuste dos dados ao modelo, onde os consumidores cujas respostas foram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) ajustadas, apareceram próximas ao círculo. Os consumidores cujas respostas não se ajustaram ao modelo estão representados na parte mais interna do círculo. Assim sendo, pode-se dizer que os consumidores localizados próximo ao círculo discriminam melhor as amostras em termos da preferência, quando comparados àqueles localizados na parte interna do círculo (NORONHA, 2003). Villanueva (2003) acrescentou que a probabilidade dos indivíduos significativamente ( $p \leq 0,05$ ) ajustados ao modelo terem atribuído valores de aceitação ao acaso é menor que 5%.

Segundo Greenhoff e MacFie (1994) apenas os consumidores significativamente ajustados ( $p \leq 0,05$ ) ao modelo, isto é, os consumidores capazes de discriminar sensorialmente as amostras e que não conferiram notas de aceitação ao acaso, devem ser considerados para a segmentação do MIP. Entretanto, estudos mais recentes reportaram que tais exclusões não devem ser realizadas, pois todos os consumidores, mesmo os que não são capazes de diferenciar, ou aqueles que gostaram ou desgostaram igualmente de todas as amostras, devem ser levados em consideração, pois estes também fazem parte do “real” mercado consumidor (MacFIE, 2005).



**Figura 12.** Representação gráfica das dimensões 1 e 2 do Mapa Interno da Preferência mostrando a posição das amostras de sucos de abacaxi preparado a partir de polpa “in natura” (SUN), processada por APH (SAP) e diferentes marcas comerciais (C, D, E e F).



**Figura 13.** Posições dos consumidores no espaço definido pela primeira e segunda dimensões.

Na Figura 13 observa-se maior número de indivíduos nos quadrantes da direita do MIP revelando que para tais consumidores as amostras SUN e SAP foram as preferidas. Observa-se que as demais amostras avaliadas foram apreciadas por um segmento menor de consumidores.

Após a análise de dados através do MIP foi utilizada a “Cluster Analysis”, método estatístico multivariado para a classificação de objetos em grupos. Segundo Abadio (2003) em um estudo sobre a percepção da APH pelo consumidor, esta análise agrupou consumidores baseados na similaridade de respostas, ou seja aqueles que tiveram respostas semelhantes para a preferência dentre as amostras avaliadas.

A Figura 14 apresenta o dendrograma gerado a partir da “Cluster Analysis”.

Através da “Cluster Analysis” quatro grupos de consumidores foram identificados, os quais compreenderam 22, 14, 37 e 29 consumidores, respectivamente. Este resultado demonstrou a heterogeneidade na preferência dentre os participantes.

A Figura 15 mostra a posição dos 4 segmentos de consumidores juntamente com os consumidores e as amostras de suco de abacaxi avaliadas.

Observa-se pela Figura 15 a preferência das amostras SUN e SAP pelos consumidores do segmento 3 e segmento 1. Para os segmentos 2 e 4 as amostras C, E e F foram as preferidas.

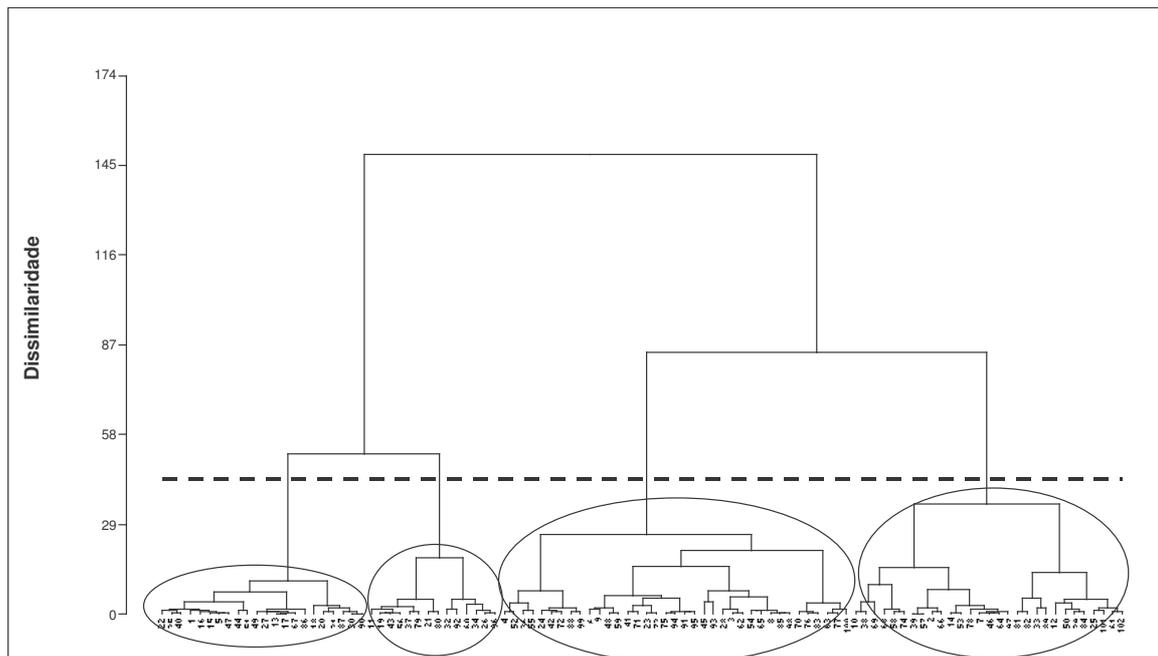


Figura 14. Dendrograma dos consumidores (n=102).

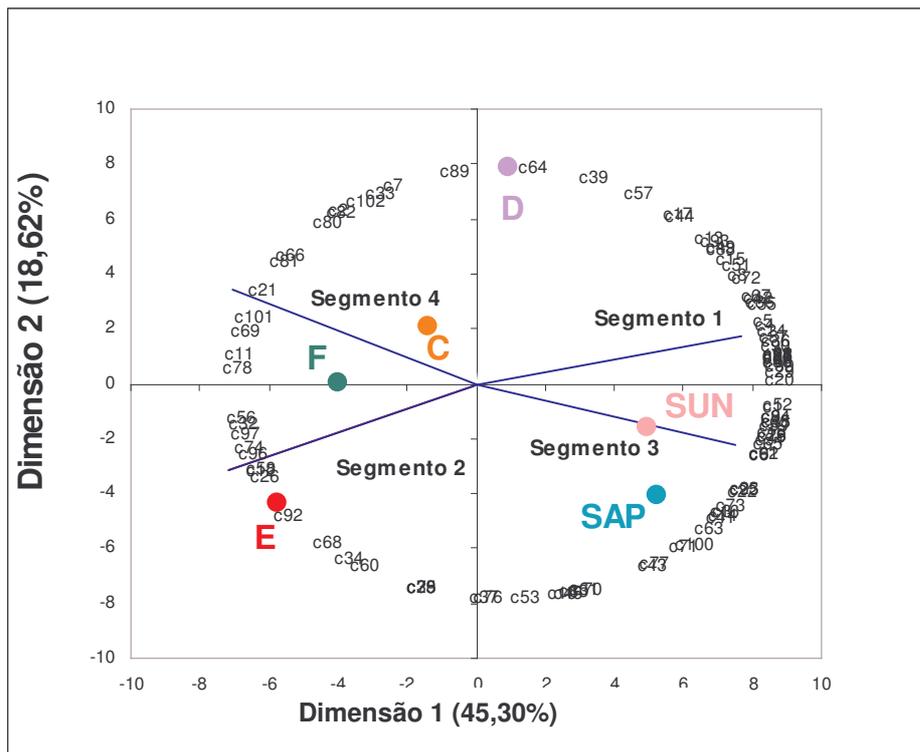


Figura 15. Mapa Interno da Preferência apresentando os 4 segmentos de consumidores formados, e a posição das amostras de sucos de abacaxi.

A partir da identificação dos quatro segmentos de consumidores; foi possível obter as médias das amostras para cada um dos referidos segmentos, as quais são mostradas na Tabela 12.

**Tabela 12.** Médias\* da aceitação\*\* das amostras de sucos de abacaxi para diferentes segmentos de consumidores.

Amostras	Segmento 1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4
	(n=22)	(n=14)	(n=37)	(n=29)
	DMS***=1,17	DMS***=3,83	DMS***=1,32	DMS***=1,39
<b>SUN</b>	7,8 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	7,1 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>
<b>SAP</b>	7,7 <sup>a</sup>	4,7 <sup>a</sup>	6,6 <sup>a</sup>	3,1 <sup>a</sup>
<b>C</b>	6,8 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	3,3 <sup>b</sup>	4,1 <sup>a</sup>
<b>D</b>	7,2 <sup>a</sup>	4,7 <sup>a</sup>	4,1 <sup>b</sup>	3,7 <sup>a</sup>
<b>E</b>	4,9 <sup>b</sup>	7,9 <sup>a</sup>	2,9 <sup>b</sup>	3,9 <sup>a</sup>
<b>F</b>	5,2 <sup>b</sup>	7,4 <sup>a</sup>	3,0 <sup>b</sup>	3,4 <sup>a</sup>

\* Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

\*\*1 = desgostei extremamente até 9 = gostei extremamente

\*\*\* DMS = Diferença mínima significativa

O segmento 1 localizado no quadrante superior direito da figura bidimensional construída através do MIP, foi constituído por 21,6% dos consumidores. Através da análise de dados por meio de ANOVA observou-se que os consumidores preferiram as SUN, SAP, C e D não apresentando diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si, em detrimento das amostras E e F.

O segmento 2 foi o que apresentou menor número de consumidores, apenas 13,7%, sendo localizado no quadrante inferior esquerdo da Figura 12. Tais consumidores não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) em relação à preferência das amostras avaliadas (Tabela 12), quando os resultados foram submetidos à ANOVA. Entretanto, os resultados apresentaram alta variabilidade (DMS=3,83), indicando que tais consumidores, provavelmente, não foram capazes de diferenciar as amostras ou

conferiram valores hedônicos ao acaso. Considerando o vetor que representa o segmento 2 observa-se que os consumidores preferiram as amostras comerciais (E, C e F) que apesar de não apresentarem diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) alcançaram maiores médias nos segmentos formados (E, C e F), que apesar de não apresentarem diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) alcançaram maiores médias nos segmentos formados.

O segmento 3 foi constituído por 36,3% dos consumidores, sendo o maior segmento formado através da “Cluster Analysis”, localizando-se no quadrante inferior direito do MIP. Analisando os resultados obtidos por meio da ANOVA (Tabela 12) observa-se que dentre todas as amostras de suco de abacaxi avaliadas, as amostras SUN e SAP não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si e obtiveram as maiores médias, sendo as preferidas pelos consumidores. Os sucos de abacaxi disponíveis no mercado (C, D, E e F) não alcançaram boa performance quanto à preferência pelos consumidores deste segmento.

O segmento 4 foi composto por 28,4% dos consumidores, estando localizado no quadrante superior esquerdo da Figura 15. Assim como o segmento 2 nenhuma das amostras apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si, tendo sido preferidas de forma similar. Entretanto, através das médias obtidas por meio de ANOVA (Tabela 12) foi possível observar o alto índice de rejeição para as seis amostras de suco de abacaxi. Considerando o vetor, que representa este segmento, é possível observar que apesar da baixa aceitação do suco de abacaxi as amostras comerciais apresentaram aceitação ligeiramente superior entre os consumidores, embora tal diferença, como já citado, não tenha sido significativa ( $p \leq 0,05$ ).

Uma das grandes vantagens na utilização do MIP é a possibilidade de descrever cada segmento de consumidores de acordo com características sócio demográficas, e/ou de hábitos de consumo, possibilitando que a indústria direcione estratégias de marketing levando em conta as características dos consumidores alvo de seus produtos.

A Tabela 13 apresenta as características sócio demográficas dos distintos segmentos de consumidores de suco de abacaxi.

**Tabela 13.** Características sócio demográficas dos segmentos de consumidores.

Variáveis sócio demográficas	Total (n=102) %	Segmento1 (n=22) %	Segmento2 (n=14) %	Segmento3 (n=37) %	Segmento4 (n=29) %
<b>Sexo</b>					
Masculino	48,0	54,5	57,2	46,0	55,2
Feminino	52,0	45,5	42,8	54,0	44,8
<b>Faixa etária</b>					
<18 anos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19-30 anos	45,1	40,9	42,9	48,6	44,8
31-40 anos	26,5	31,8	14,3	29,7	24,1
41-50 anos	15,7	13,6	28,5	16,2	10,3
> 50 anos	12,7	13,6	14,3	5,4	20,7
<b>Escolaridade</b>					
Nenhuma	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fund. Incompleto	1,9	4,6	0,0	2,7	0,0
Fund. Completo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Méd. Incompleto	1,9	4,6	0,0	0,0	3,4
Méd. Completo	5,9	4,6	7,1	5,4	6,9
Univ. Incompleto	24,4	13,6	21,4	32,4	24,1
Univ. Completo	25,4	31,8	21,4	18,9	31,0
Pós-graduação	40,2	40,9	50,0	40,5	34,5
<b>Renda Familiar</b>					
1-5 s.m.*	18,6	31,8	35,7	10,8	10,3
5-10 s.m.*	30,4	27,3	7,1	37,8	34,5
10-20 s.m.*	33,3	31,8	42,9	32,4	31,0
20-30 s.m.*	12,7	9,1	7,1	10,8	20,7
>30 s.m.*	4,9	0,0	7,1	8,1	3,4
<b>Freq. de consumo</b>					
Nunca	1,9	0,0	0,0	2,7	3,4
Raramente	17,6	9,1	21,4	13,5	27,6
Esporadicamente	50,0	50,0	57,1	51,3	44,8
Freqüentemente	30,4	40,9	21,4	32,4	24,1
Diariamente	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

\*s.m. - salário mínimo = R\$300,00, em Junho de 2005.

Verificou-se que em torno de 50% de homens e mulheres participaram do estudo e, de certa forma poucas diferenças foram observadas quando os segmentos formados foram considerados. Com relação a idade cerca de 40% encontra-se na faixa de 19-30 anos.

Considerando o nível de escolaridade, observou-se que a maioria (65%) atingiu o nível universitário completo ou pós-graduação; este fato pode ser justificado devido aos testes terem sido realizados em um centro de pesquisas. Da mesma maneira observou-se que os participantes possuíam renda expressiva dos quais 60% reportaram possuir renda familiar de 5 a 20 salários mínimos mensais, considerando a renda per capita do brasileiro em 2003 de 5 salários mínimos (HDR, 2005).

A freqüência de consumo de suco de abacaxi pode ser considerada alta, pois cerca de 80% relatou ter o hábito de consumi-lo esporadicamente e freqüentemente.

A partir da segmentação das características sócio demográficas foi possível observar homogeneidade nos segmentos de consumidores formados pois a porcentagem de idade, escolaridade e renda apresentou mesma tendência em todos os segmentos, com poucas alterações. Entretanto, observou-se que os segmentos 1 e 3, os quais preferiram ( $p \leq 0,05$ ) as amostras SUN e SAP, apresentaram maior freqüência no consumo de suco de abacaxi. Em média 36% dos consumidores pertencentes aos segmentos 1 e 3 consomem freqüentemente o suco de abacaxi, enquanto que os consumidos dos segmentos 2 e 4 apenas 23%, em média.

A Tabela 14 apresenta as médias da freqüência de consumo de suco de abacaxi dos consumidores de cada segmento.

**Tabela 14.** Média\* da freqüência de consumo de suco de abacaxi de cada segmento de consumidores formado

	<b>Segmento1</b> <b>(n=22)</b>	<b>Segmento 2</b> <b>(n=14)</b>	<b>Segmento 3</b> <b>(n=37)</b>	<b>Segmento 4</b> <b>(n=29)</b>
<b>Freqüência de consumo**</b>	3,3 <sup>a</sup>	3,0 <sup>a,b</sup>	3,1 <sup>a</sup>	2,9 <sup>b</sup>

\* Médias com letras iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Fisher ( $p \leq 0,05$ ).

\*\*de acordo com Tabela 13

Observou-se para os segmentos 1 e 3, os quais preferiram ( $p \leq 0,05$ ) as amostras SUN e SAP, a freqüência de consumo foi superior às demais amostras avaliadas não apresentando diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si. O segmento 2, também, apresentou freqüência no consumo de suco de abacaxi superior ( $p \leq 0,05$ ).

Entretanto, observa-se que tais consumidores não foram capazes de diferir ( $p \leq 0,05$ ) as amostras quanto à preferência.

Os consumidores que compreenderam o segmento 4 não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) as amostras avaliadas quanto à preferência, e atribuíram valores hedônicos as amostras que indicaram que tais indivíduos não gostaram dos sucos de abacaxi. Na Tabela 14 tem-se que este segmento apresentou baixa frequência ( $p \leq 0,05$ ) de consumo de suco de abacaxi. Tal resultado sugere que as amostras de suco não foram diferenciadas quanto à preferência ( $p \leq 0,05$ ) e, ainda, foram preteridas em função da baixa ( $p \leq 0,05$ ) frequência de consumo de suco de abacaxi, apresentado pelo segmento 4.

Através do conjunto de análises estatísticas realizadas para os testes de aceitação, foi possível observar a segmentação dos consumidores quanto à preferência para os sucos estudados. Os resultados apresentados permitiram concluir que os sucos de abacaxi obtidos a partir da polpa “in natura” (SUN), bem como a partir da polpa pressurizada (SAP) foram em média preferidos pelos consumidores, e por dois segmentos específicos de consumidores, após segmentação. Entretanto, pode-se observar que os outros dois segmentos preferiram os sucos de abacaxi disponíveis no mercado.

Vários trabalhos podem ser encontrados na literatura, os quais utilizam a ferramenta MIP, aplicada aos mais diversos estudos. Entretanto, trabalhos que utilizem alimentos submetidos à APH e tal ferramenta não foram identificados.

Behrens (1998) realizou estudo de aceitação de nove amostras comerciais de vinhos brancos brasileiros. O MIP confirmou os resultados obtidos por meio da ANOVA, indicando que a maior preferência foi para as amostras de vinho branco suave pois 86% dos consumidores convergiram para a região do mapa na qual situavam-se estas amostras.

Cardello e Faria (2000) realizaram estudo com aguardentes de cana envelhecidas e não envelhecidas em tonéis de carvalho. No estudo o MIP foi gerado e a primeira e segunda dimensões explicaram 89,83% das variações observadas entre as amostras com relação à aceitação. O MIP confirmou os resultados da ANOVA, indicando uma maior preferência dos consumidores pelas amostras de

aguardentes envelhecidas. Os resultados sugeriram também que aguardentes envelhecidas por mais de 24 meses em tonel de carvalho de 200L foram preferidas pelos consumidores, em detrimento das comerciais não envelhecidas e mesmo das comerciais envelhecidas.

As médias alcançadas nos testes de intenção de compra, utilizando as seis amostras de suco de abacaxi estudadas encontram-se na Tabela 15.

**Tabela 15.** Médias\* de intenção de compra\*\* atribuídas às amostras de sucos de abacaxi.

<b>Amostra</b>	<b>SUN</b>	<b>SAP</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>Média*</b>	4,5 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a,b</sup>	3,5 <sup>b,c</sup>	3,7 <sup>b,c</sup>	3,4 <sup>c</sup>	3,1 <sup>c</sup>

DMS\*\*\*=0,70

\* Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

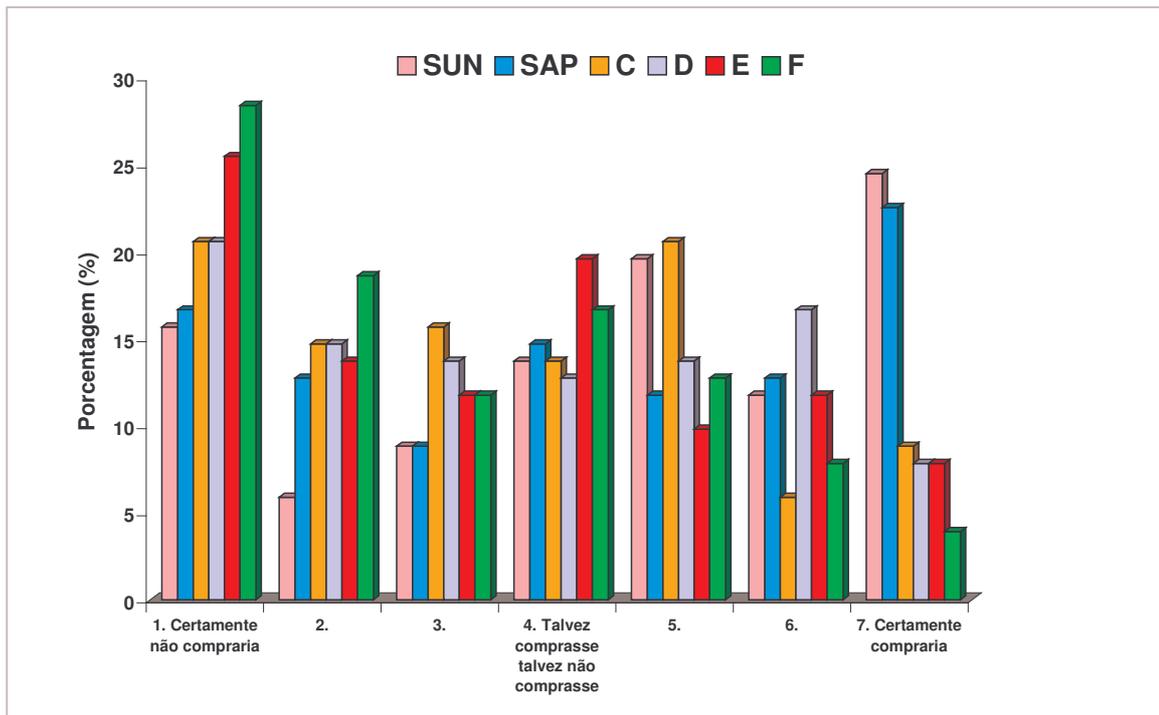
\*\*1=certamente não compraria até 7=certamente compraria

\*\*\* DMS = Diferença mínima significativa

Analisando os resultados obtidos através da Análise de Variância (Tabela 15) foi possível observar que as amostras SUN, obtida a partir da polpa “in natura”, e SAP, obtida a partir da polpa pressurizada, apresentaram intenção de compra significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ) às demais amostras, não diferindo ( $p \leq 0,05$ ) entre si, embora o suco SAP não tenha diferido dos sucos C e D.

Os sucos C, D, E e F não diferiram estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si e apresentaram valores de intenção de compra inferiores, quando comparado aos demais produtos. Já as amostras E e F apresentaram intenção de compra significativamente inferior ( $p \leq 0,05$ ) às demais, não diferindo entre si ( $p \leq 0,05$ ) e em relação às amostras C e D.

A Figura 16 mostra o histograma de distribuição de porcentagem da intenção de compra dos consumidores de suco de abacaxi.



**Figura 16.** Histograma de distribuição de porcentagem da intenção de compra das amostras de suco de abacaxi obtido através de polpa in natura (SUN), processada por APH (SAP) e diferentes marcas comerciais (C, D, E e F).

Observa-se na Figura 16 que as amostras SUN e SAP alcançaram altos índices de intenção de compra, a medida que cerca de 60,0% e 50,0% dos consumidores, respectivamente, manifestaram esta intenção através dos testes. As amostras C, D, E e F apresentaram índices de intenção de compra inferiores a 40,0%, indicando a baixa predisposição a compra dos consumidores, por estes produtos.

Esses resultados ficaram alinhados com os previamente relatados no teste de aceitação, no qual as amostras SUN e SAP foram preferidas em detrimento das marcas comerciais. Entretanto, nos testes de aceitação as amostras comerciais (C, D, E e F) não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ), como apresentaram no teste de intenção de compra. Porém as médias alcançadas, para aceitação, pelas amostras E e F foram numericamente inferiores aos sucos C e D.

Os resultados sugerem possível correlação entre a preferência e intenção de compra. Segundo Moskowitz (1995), a intenção de compra estima comportamento

futuro e quando ambas são realizadas juntas, o teste de aceitação e de intenção de compra, é possível avaliar melhor a qualidade do produto percebida pelo consumidor.

Campos (2004) também avaliou a intenção de compra do suco de laranja e confirmou os resultados obtidos na aceitabilidade, os quais revelaram que a intenção de compra foi significativamente maior para a amostra controle em detrimento da amostra pressurizada e pasteurizada, as quais não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si.

Tabela 16 apresenta as médias obtidas no teste de intenção de compra, considerando os quatro segmentos de consumidores formados a partir dos segmentos baseados na preferência.

**Tabela 16.** Médias\* de intenção de compra\*\* atribuídas às amostras de sucos de abacaxi considerando os segmentos de consumidores.

Amostras	Segmento1	Segmento 2	Segmento 3	Segmento 4
	(n=22)	(n=14)	(n=37)	(n=29)
	DMS***=1,14	DMS***=1,75	DMS***=1,05	DMS***=1,10
SUN	6,1 <sup>a</sup>	4,0 <sup>b</sup>	5,6 <sup>a</sup>	2,1 <sup>a,b</sup>
SAP	6,2 <sup>a</sup>	3,4 <sup>b</sup>	5,1 <sup>a</sup>	1,9 <sup>b</sup>
C	5,2 <sup>a,b</sup>	4,7 <sup>a,b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	3,1 <sup>a</sup>
D	5,7 <sup>a</sup>	3,6 <sup>b</sup>	3,2 <sup>b</sup>	2,7 <sup>a,b</sup>
E	4,1 <sup>b,c</sup>	6,1 <sup>a</sup>	2,2 <sup>b</sup>	3,1 <sup>a</sup>
F	3,8 <sup>c</sup>	5,8 <sup>a</sup>	2,2 <sup>b</sup>	2,2 <sup>a,b</sup>

\* Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

\*\*1=certamente não compraria até 7=certamente compraria

\*\*\* DMS = Diferença mínima significativa

No segmento 1, observa-se maior intenção de compra ( $p \leq 0,05$ ) para as amostras SUN, SAP, D e C. Já o segmento 3 apresenta apenas as amostras SUN e SAP com intenção de compra significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ). Os resultados de

intenção de compra obtidos para os segmentos 1 e 3 confirmam a aceitabilidade dos sucos de abacaxi SUN e SAP.

Para o segmento 2, pode-se observar que a intenção de compra foi significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ) para as amostras E, F e C. Embora o suco C não tenha diferido ( $p \leq 0,05$ ) das demais amostras, que apresentaram médias de intenção de compra inferiores ( $p \leq 0,05$ ).

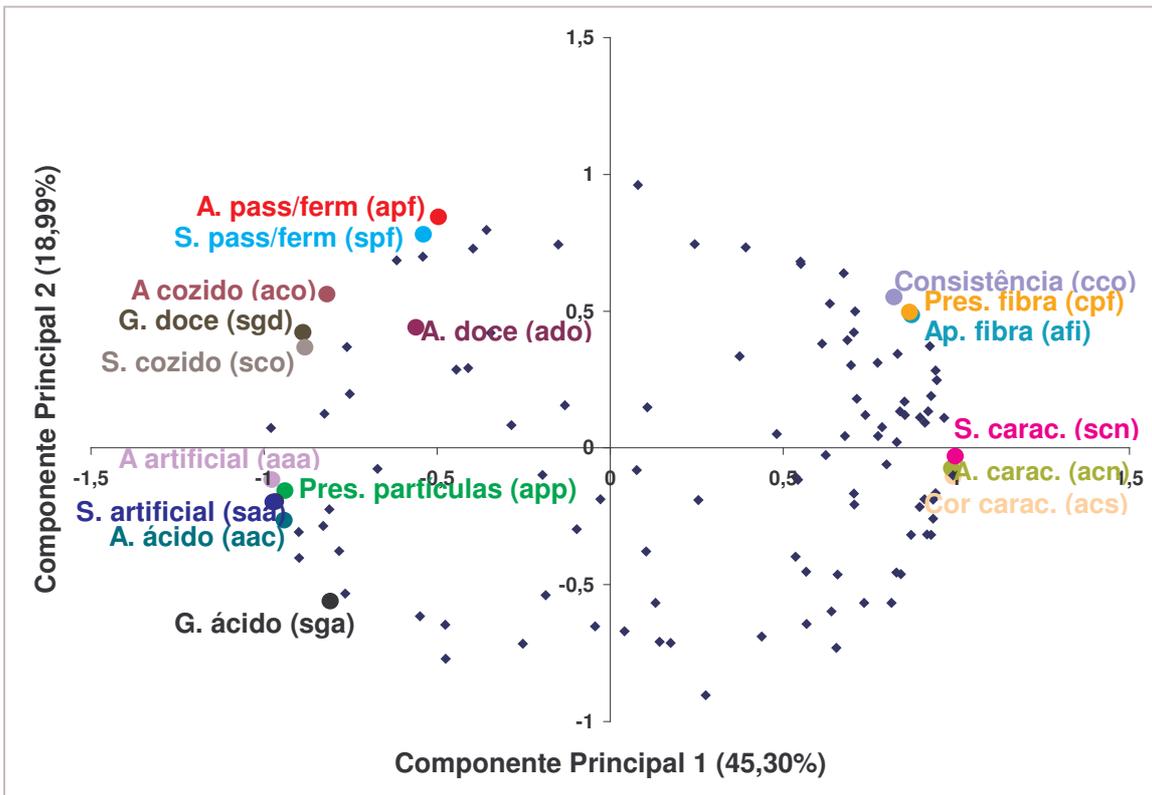
Já o segmento 4 não apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras C, E, D, F e SUN, apresentando índices de intenção de compra superiores ( $p \leq 0,05$ ). Entretanto o suco SAP não diferiu ( $p \leq 0,05$ ) das amostras D, F e SUN. Para o segmento 4 observa-se, ainda, a baixa intenção de compra de todos os sucos de abacaxi estudados.

O MIP e “Cluster Analysis” foram capazes de apontar as amostras preferidas pelos diferentes segmentos de consumidores. Já o Mapa Externo da Preferência (PREFMAP) gerado a partir da ADQ e teste de aceitação auxilia na interpretação dos resultados da preferência, revelando quais descritores dirigiram a referida preferência para cada segmento de consumidores de suco de abacaxi.

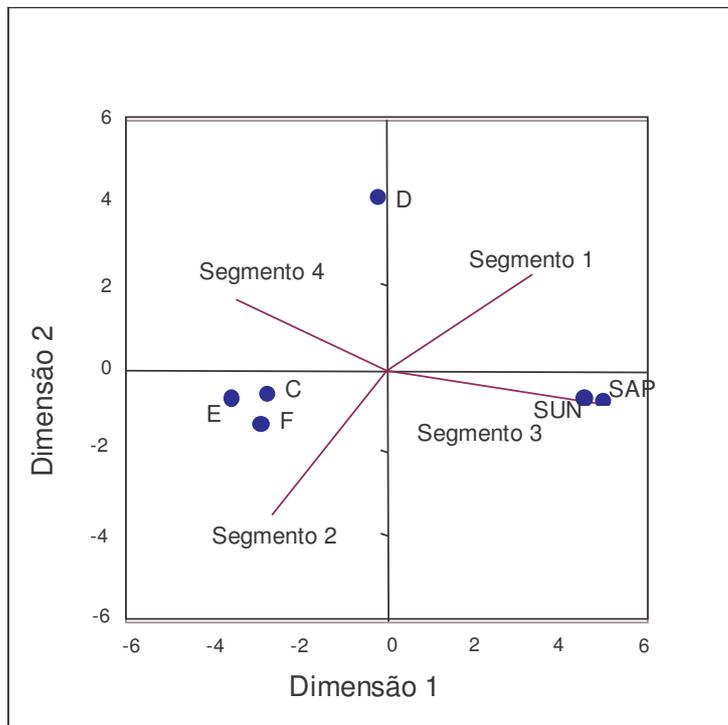
A Figura 17 apresenta o PREFMAP do suco de abacaxi. Na referida Figura os Componentes Principais 1 e 2 explicaram 64,29% da variabilidade dos dados.

A Figura 18 mostra a posição dos 4 segmentos de consumidores juntamente com as amostras de suco de abacaxi avaliadas.

Através da interpretação das Figuras 17 e 18, observa-se que para o segmento 1 os atributos, presença de fibras para consistência (cpf) e aparência (afi), bem como consistência (cco) direcionaram a preferência dos participantes, além dos atributos cor característica de suco de abacaxi natural (acs), aroma e sabor de suco de abacaxi natural (acn e scn). Tais atributos caracterizaram as amostras SUN e SAP, que, apesar de não diferirem ( $p \leq 0,05$ ) quanto a preferência das amostras C e D para este grupo (Tabela 12), apresentaram maiores médias. Os demais atributos localizados à esquerda da Figura 17, foram os responsáveis por tornar as amostras menos aceitas por este segmento.



**Figura 17.** Representação gráfica das dimensões 1 e 2 do Mapa Externo da Preferência do suco de abacaxi – atributos e consumidores.



**Figura 18.** Representação gráfica das dimensões 1 e 2 do Mapa Externo da Preferência – segmentos de consumidores e amostras

Para o segmento 2 observa-se que os atributos que direcionaram a preferência dos consumidores pelas amostras E, F e C, apesar de não diferirem ( $p \leq 0,05$ ) das demais (Tabela 12), foram: gosto ácido (sga), aroma ácido (aac), presença de partículas (app), sabor de abacaxi artificial (saa) e aroma de abacaxi artificial (aaa).

O segmento 3, assim como o segmento 1, teve a preferência direcionada pelos atributos cor característica de suco de abacaxi natural (acs), aroma e sabor de suco de abacaxi natural (acn e scn), além dos atributos presença de fibras para consistência (cpf) e aparência (afi), bem como consistência (cco), confirmando a preferência ( $p \leq 0,05$ ) dos consumidores pelas amostras SUN e SAP, caracterizadas pelos referidos atributos. Os demais atributos localizados à esquerda da Figura 17, foram os responsáveis por tornar as amostras menos aceitas por este segmento.

Através do vetor formado pelo segmento 4 observa-se que os atributos sabor de cozido (sco), aroma de cozido (aco), sabor de passado/fermentado (spf), aroma de passado/fermentado (apf), gosto doce (sgd), e aroma doce (ado), bem como os atributos gosto ácido (sga), aroma ácido (aac), presença de partículas (app), sabor de abacaxi artificial (saa) e aroma de abacaxi artificial (aaa) direcionaram a preferência destes consumidores pelas amostras C, D, E e F. Entretanto, tal segmento não discriminou tais amostras em relação à preferência porém as amostras C, D, E e F apresentaram médias de aceitação numericamente superiores as demais amostras.

Costell et al. (2000) realizaram Análise Descritiva Quantitativa e avaliaram a preferência de oito diferentes formulações de néctar de pêssigo com 57 consumidores. Os autores analisaram os dados através de técnicas multivariadas. Através do MIP foram identificados 4 segmentos de consumidores. O PREFMAP identificou quais atributos foram capazes de direcionar a preferência de cada segmento de consumidores. Os autores concluíram que as relações entre a preferência e os atributos sensoriais puderam informar quais foram os descritores mais importantes, para dirigir a preferência do consumidor.

Com os resultados alcançados pode-se observar que o suco de abacaxi, obtido a partir da polpa processada por APH apresentou aceitabilidade e intenção de

compra satisfatórias, quando todos os consumidores foram considerados, e, considerando os segmentos de consumidores, ficou mais evidente a importância do Mapa Interno da Preferência, “Cluster Analysis” e Mapa Externo da Preferência no desenvolvimento de novos produtos, bem como o estudo das características individuais dos consumidores.

Entretanto, segundo Deliza, Rosenthal e Silva (2003), a escolha e conseqüente compra de um alimento pelo consumidor é influenciada por vários fatores inter-relacionados e não apenas pelas características intrínsecas do produto. Esses fatores variam desde experiências anteriores com o produto, o contexto, a informação disponível e ainda a personalidade do consumidor. Deliza (1996) e Lange, Issanchou e Combris (2000) acrescentaram que as informações contidas na embalagem são usadas como sinais que interferem na expectativa do consumidor. Quando um produto vai ser consumido, características sensoriais são esperadas devido à expectativa criada pela embalagem afetando, portanto, a aceitabilidade do produto. Assim, quando se avalia a aceitabilidade e intenção de compra de um produto deve considerar os fatores inter-relacionados. Desta forma recomenda-se que testes subsequentes sejam realizados tendo como base a manipulação destes fatores para que a “real” aceitação e intenção de compra de um produto que utiliza a APH como processamento, possa ser avaliada, auxiliando de forma mais eficiente a indústria de alimentos a entender e interpretar o comportamento do consumidor frente às novas tecnologias de processo.

## 5.5. Determinações físico-químicas

Os resultados das médias das análises físico-químicas realizadas na polpa de abacaxi “in natura” (PNA), polpa de abacaxi submetida a APH (PPR) (300MPa/5min/25°C), suco de abacaxi obtido a partir da polpa “in natura” (SUN) e suco de abacaxi obtido a partir da polpa tratada por APH (SAP) (300MPa/5min/25°C) estão expressos na Tabela 17.

Para as amostras de polpa e suco de abacaxi, “in natura” e processadas por APH, analisadas não foi verificada diferença significativa para pH, mantendo os mesmos níveis após o processamento à APH.

**Tabela 17.** Características físico-químicas<sup>1</sup> das amostras de suco e polpa de abacaxi.

<b>Amostras</b>	<b>pH</b>	<b>° Brix</b>	<b>Acidez total em ácido cítrico (g/100g)</b>
<b>PNA<sup>2</sup></b>	3,91 <sup>a</sup>	12,0 <sup>a</sup>	0,573 <sup>a</sup>
<b>PAP<sup>3</sup></b>	3,89 <sup>a</sup>	12,0 <sup>a</sup>	0,622 <sup>a</sup>
<b>SUN<sup>4</sup></b>	3,96 <sup>a</sup>	12,5 <sup>b</sup>	0,370 <sup>b</sup>
<b>SAP<sup>5</sup></b>	3,94 <sup>a</sup>	12,0 <sup>a</sup>	0,381 <sup>b</sup>
<b>DMS<sup>6</sup></b>	0,00	0,02	0,6

<sup>1</sup>Letras iguais numa mesma coluna não diferem entre si significativamente ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey. <sup>2</sup>Polpa de abacaxi “in natura” <sup>3</sup>Polpa de abacaxi submetida a APH (300MPa/5min/25°C) <sup>4</sup>Suco de abacaxi obtido através da polpa “in natura” <sup>5</sup>Suco de abacaxi obtido através da polpa tratada por APH (300MPa/5min/25°C) <sup>6</sup>DMS= diferença mínima significativa

Os valores de °Brix para a amostra de suco de abacaxi obtida a partir da polpa “in natura” apresentou valores superiores, às demais amostras ( $p \leq 0,05$ ). Entretanto, todas as amostras encontram-se de acordo com as determinações estabelecidas pela Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003, que prevê os Padrões de Identidade e Qualidade dos Sucos Tropicais de no mínimo 11,0 (BRASIL, 2003).

A acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g) das polpas natural (PNA) e pressurizada (PAP) foi superior à acidez dos sucos SUN e SAP, os quais não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) entre si. Entretanto, todas as amostras encontram-se de acordo com as determinações previstas pela legislação vigente (BRASIL, 2003).

O processamento por APH (300MPa/5min/25°C) foi eficiente em produzir polpa de abacaxi para a formulação de suco de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação (BRASIL,2003).

A Tabela 18 mostra os resultados da análise de cor, utilizando o colorímetro de Hunter das seis amostras de suco de abacaxi estudadas

**Tabela 18.** Média<sup>1</sup> das medidas instrumentais de cor segundo Hunter.

	DMS <sup>2</sup>	SUN	SAP	C	D	E	F
<b>L</b> <sup>3</sup>	7,89	31,27 <sup>b,c</sup>	26,82 <sup>c,d</sup>	27,12 <sup>c,d</sup>	23,31 <sup>d</sup>	36,58 <sup>a,b</sup>	40,43 <sup>a</sup>
<b>a</b> <sup>4</sup>	1,92	0,46 <sup>b</sup>	0,10 <sup>b</sup>	1,20 <sup>b</sup>	-0,23 <sup>b</sup>	3,59 <sup>a</sup>	3,66 <sup>a</sup>
<b>b</b> <sup>5</sup>	3,78	6,56 <sup>c</sup>	5,26 <sup>c</sup>	10,93 <sup>b</sup>	8,24 <sup>b,c</sup>	15,45 <sup>a</sup>	17,13 <sup>a</sup>
<b>ΔE</b> <sup>6</sup>	10,23	65,77 <sup>a,b,c</sup>	70,10 <sup>a,b</sup>	70,44 <sup>a,b</sup>	73,85 <sup>a</sup>	62,16 <sup>b,c</sup>	55,65 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>Letras iguais numa mesma linha não diferem entre si significativamente ( $p \leq 0,05$ )

<sup>2</sup>DMS= diferença mínima significativa <sup>3</sup> L = luminosidade (0 = preto e 100 = branco) <sup>4</sup> a= intensidade de verde/vermelho (-80 até zero = verde, do zero ao +100 = vermelho) <sup>5</sup> b= intensidade de azul/amarelo (-100 até zero = azul, do zero ao +70 = amarelo) <sup>6</sup> diferença total de cor ( $=\sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2}$ )

Os parâmetros medidos em relação à placa branca de cerâmica foram L=96,55; a=-0,35 e b=-0,16.

Na Tabela 18 observou-se que para L (luminosidade) as amostras E e F não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si cujas médias foram significativamente superiores ( $p \leq 0,05$ ) às demais amostras, embora a amostra SUN não tenha diferido ( $p \leq 0,05$ ) da amostra E. As amostras SUN, SAP e C não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si. As amostras SAP, C e D não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) entre si e obtiveram as menores médias. Os resultados indicaram que os sucos E e F comparados aos demais foram mais claros.

O parâmetro “a” avalia a intensidade verde, os resultados obtidos indicam a maior inclinação, de forma geral, das amostras para a cor verde. As amostras SUN, SAP, C e D não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre si, e obtiveram média significativamente inferior ( $p \leq 0,05$ ) as demais amostras.

Já para a intensidade de amarelo, parâmetro “b”, as amostras E e F não diferiram ( $p \leq 0,05$ ) entre si com médias significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ) às

demais amostras, indicando que tais amostras apresentam maior intensidade de cor amarela. As amostras SUN, SAP e D apresentaram médias significativamente inferiores ( $p \leq 0,05$ ) às demais amostras e não obtiveram diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) entre si.

Considerando apenas as amostras SUN e SAP observou-se que não houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ), para todos os parâmetros de cor instrumental avaliados. Tal resultado indica que o suco de abacaxi obtida através da polpa pressurizada (SAP) foi similar ao suco obtido da polpa “in natura” (SUN) sugerindo que a pressão utilizada não foi capaz de romper ligações covalentes, mantendo inalterados os compostos que conferem cor, confirmando os resultados obtidos através da Análise Descritiva Quantitativa (BARBOSA-CÁNOVAS; RODRÍGUEZ, 2002; FARKAS; HOOVER, 2000).

Na literatura existem alguns trabalhos que avaliam as alterações de cor instrumental nas amostras estudadas quando processadas por APH. Resultados similares aos observados foram reportados por Yen e Lin (1996) que avaliaram a cor instrumental da polpa de goiaba submetida a APH (400MPa e 600MPa por 15 min) e “in natura”, ambas as amostras foram armazenadas por 60 dias a 4°C. Os resultados indicaram que as amostras pressurizadas foram semelhantes às amostras “in natura” no dia zero de processamento. Ao longo do tempo de armazenamento, os autores observaram que em todas as amostras a luminosidade (L) e o parâmetro de cor verde (a) foram decrescendo continuamente, especialmente na polpa “in natura”. Entretanto a amostra pressurizada a 600MPa apresentou parâmetros de cor mais estáveis.

Palou et al. (1999) avaliando polpa de banana, submeteram o produto a pressões de 517MPa a 689MPa por 10 minutos. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre as amostras pressurizadas e o controle (“in natura”), em relação à cor instrumental. Palou et al. (2000) para guacamole (pasta de abacate) pressurizada a 689MPa por 5 a 20 minutos, e por López-Malo et al. (1998) para polpa de abacate exposta por 10 a 30 minutos a 345 e 689MPa, encontraram resultados semelhantes, isto é, a pressurização não alterou a cor dos produtos.

Entretanto Palou et al. (1999), Palou et al. (2000) e Yen e Lin (1996) observaram que, os produtos estudados, quando armazenados por até 60 dias apresentaram alterações nos parâmetros instrumentais de cor analisados. Assim, apesar da manutenção da cor após processamento à APH, ao longo do armazenamento alterações químicas devem ter ocorrido nos produtos avaliados, afetando a cor dos mesmos.

## 6. CONCLUSÕES

☞ Os parâmetros de tempo, temperatura e pressão utilizados para o processamento da polpa de abacaxi foram capazes de eliminar os microorganismos deteriorantes a níveis não detectáveis (maiores valores de tempo, temperatura e pressão) ou aceitáveis (300MPa/25°C/5min e 300MPa/35°C/5min) pela legislação brasileira.

☞ O processamento a APH da polpa de abacaxi por 300MPa e 5 min à 25°C, demonstrou ser eficaz para a produção de polpa com vida útil de 14 dias.

☞ A concentração de polpa e doçura “ideal” para a formulação de suco de abacaxi determinado pelos consumidores foi de 56,5% e 7,0%, respectivamente.

☞ A Análise Descritiva Quantitativa comprovou a similaridade entre as amostra de suco obtidas a partir da polpa “in natura” (SUN) e a partir da polpa tratada por APH (SAP), as quais de forma geral diferiram das amostras comerciais estudadas.

☞ Nos testes de aceitação as amostras de suco obtidas a partir da polpa “in natura” (SUN) e a partir da polpa tratada por APH (SAP), apresentaram média de aceitação significativamente ( $p \leq 0,05$ ) superior às amostras comerciais e sem diferença ( $p \leq 0,05$ ) entre si. Foi observada segmentação dos consumidores em relação à preferência.

☞ Sabor de suco de abacaxi natural, cor característica de suco de abacaxi natural, aroma característico de suco de abacaxi natural, consistência e presença de fibras visual e percebida na boca foram os atributos que apresentaram maior

importância para a caracterização dos produtos SUN e SAP, tendo dirigido a preferência de alguns segmentos de consumidores.

☞ Os resultados comprovaram a eficácia da APH na produção de polpa de abacaxi, para formulação de suco, de acordo com a legislação vigente, e sem o comprometimento das características sensoriais do produto.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADIO, F. D. B. Efeito de diferentes fatores de informação da embalagem de suco de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril) no comportamento do consumidor. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2003. 59p.

ABE, F.; KATO, C.; HORIKOSHI, K. Pressure-regulated metabolism in microorganisms. **Trends in microbiology**, v.7, n.11, p.447-453, 1999.

ALEMÁN, G. D.; TING, E. Y.; MORDRE, S. C.; HAWES, A. C. O.; WALKER, M.; FARKAS, D. F.; TORRES, J. A. Pulsed ultra high pressure treatments for pasteurization of pineapple juice. **Journal of Food Science**, v. 61, n. 2, p.388-390, 1996.

ALPAS, H., KALCHAYANAND, N., BOZOGLU, RAY, B. Interaction of High Hydrostatic Pressure, Pressurization Temperature and pH on Death and Injury of Pressure-resistant and Pressure-sensitive Strains of Foodborne Pathogens. **International Journal of food Microbiology**, v.60, p.33-42, 2000.

ALPAS, H.; BOZOGLU, F. Efficiency of high pressure treatment for destruction of *Listeria monocytogenes* in fruit juices. **Immunology and Medical Microbiology**, v.35, p.269-273, 2003.

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press, 1965. 602p.

ANANTA, E.; HEINZ, V.; SCHLUTER, O.; KNORR, D. Kinetic studies on high-pressure inactivation of *Bacillus stearothermophilus* spores suspended in food matrices. **Innovative Food Science & Emerging Technology**, v.2, p.261-272, 2001.

ANSTINE, T.T. High-pressure processing for safe, quality foods. **Cereal Foods World**, v.48, n.1, p.5-8, 2003.

AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. CD-ROOM. 17<sup>th</sup> edition, AOAC International, 2000.

ARAÚJO, F.B., SILVA, P.H.A. AND MINIM, V.P.R. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, p.121-128, 2003.

AVURE TECHNOLOGIES, **Systems**. Disponível em: <<http://www.fresherunderpressure>>. Acesso em: 23 set. 2005.

BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; RODRÍGUEZ, J. J. Update on nonthermal food processing technologies: Pulsed electric field, high hydrostatic pressure, irradiation and ultrasound. **Food Australia**, v. 54, n. 11, p.513-520, 2002.

BASAK, S.; RAMASWAMY, H. S.; PIETTE, J. P. G. High pressure destruction kinetics of *Leuconostoc mesenteroides* and *Saccharomyces cerevisiae* in single strength and concentrated orange juice. **Innovative Food Science & Emerging Technology**, v.3, p.223-231, 2002.

BASKER, D. Assessor selection: procedures and results. In:\_\_\_ Moskowitz, H. **Applied Sensory Analysis of Foods**. New York: Boca Raton, v.1. 1988. p.125-143.

BAXTER, I. A.; EASTON, K.; SCHNEEBELI, K.; WHITFIELD, F.B. High pressure processing of Australian navel orange juices: sensory analysis and volatile flavor profiling. **Innovative Food Science & Emerging Technology**, *no prelo*, 2005.

BAYINDIRLI, A.; ALPAS, H.; BOZOGLU, F.; HIZAL, M. Efficiency of high pressure treatment on inactivation of pathogenic microorganisms and enzymes in apple, orange, apricot and sour cherry juices. **Food Control**, v.17, p.52-58, 2006.

BEHRENS, J. H. Aceitação, atitude e expectativa do consumidor em relação a uma nova bebida fermentada à base de extrato hidrossolúvel de soja (*Glycine max L-Merril*). **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2002. 157p.

BEHRENS, J. H. Avaliação do Perfil Sensorial e Aceitação de Vinhos Varietais Riesling, Gewürztraminer e Chardonnay Produzidos no Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 1998. 174p.

BEHRENS, J. H.; DA SILVA, M A. A. P.; WAKELING, I. N. Affective sensory tests and internal analysis of preference in acceptability assessment of Brazilian varietal white wines. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 2, p.214-220, 1999.

BI, J. Agreement and reliability assessments for performance of sensory descriptive panel. **Journal of Sensory Studies**, v.18, p.61-76, 2003.

BORGOGNONE, M. G.; BUSSI, J.; HOUGH, G. Principal component analysis in sensory analysis: covariance or correlation matrix? **Food Quality and Preference**, v.12, p.323-326, 2001.

BOYNTON, B. B.; SIMS, C. A.; SARGENT, S.; BALABAN, m. O.; MARSHALL, M; R. Quality and stability of precut mangos and carambolas subjected to high-pressure processing. **Journal of Food Science**, v.67, n.1, p.409-415, 2002.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000**. Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Disponível em: <http://oc4j.agricultura.gov.br/agrolegis/do/consultaLei?op=viewTextual&codigo=777> . Acesso em: 18 mar. 2004.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 12, 4 de setembro de 2003.** Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 set. 2003. Disponível em: <<http://oc4j.agricultura.gov.br/agrolegis/do/consultaLei?op=viewTextual&codigo=283>> . Acesso em: 18 mar. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Comercialização. **Exportações brasileiras de sucos de abacaxis.** Disponível em: <<http://www.agricultura.br>>. Acesso em 16 agost. 2005.

BRASIL. **Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001.** Aprova o Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php>> . Acesso em: 18 mar. 2004.

BRUNO, L. M.; QUEIRÓZ, A. A. M.; ANDRADE, A. P. C.; VASCONCELOS, N. M.; BORGES, M. F; Avaliação microbiológica de hortaliças e frutas minimamente processadas comercializadas em Fortaleza (CE). **Boletim do CEPPA.** v. 23, n. 1, p. 75-84, 2005.

BULL, M. K.; ZERDIN, K.; HOWE, E.; GOICOCHEA, D.; PARAMANANDHAN, P.; STOCKMAN, R.; SELLAHEWA, J.; SZABO, E. A.; JOHNSON, R. L.; STEWART, C. M. The effect of high pressure processing on the microbial, physical and chemical properties of Valencia and Navel orange juice. **Innovative Food Science & Emerging Technology**, v.5, p.135-149, 2004.

BUTZ P.; TAUSHER, B. Emerging technologies: chemical aspects. **Food Research International**, v.35, p.279-284, 2002.

BUTZ, P., FUNTENBERGER, S., HANBERDITZL, T., TAUSCHER, B. High pressure Inactivation of *Byssochlamys nivea* Ascospores and Other Heat Resistant Moulds. **Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie**, v.29, p.404-410, 1996.

CÁMARA, M.; DIEZ, C.; TROJILA, E. Chemical characterization of pineapple juices and nectars. Principal Components Analysis. **Food Chemistry**, v. 54, p.93-100, 1995.

CAMPOS, F. P. Estudo do processamento de suco de laranja através da tecnologia de homogeneização a ultra alta pressão. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimento. Campinas, SP. 2004. 94p.

CARDELLO, H. M. A.; FARIA, J. B. Análise da aceitação de aguardentes de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, p.32-36, 2000.

CHEFTEL, J.C. High Pressure, Microbial Inactivation and Food Preservation. **Food Science and Technology**, v.1, p.75-90, 1995.

CHENG, H. W.; CLARKE, A. D.; HEYMANN, H. Influence of selected marketing factors on consumer response to restructured beef steaks: a conjoint analysis. **Journal of Sensory Studies**, v.4, p.165-178, 1990.

COSTELL, E.; VICENTA-PASTOR, M; IZQUIERDO, L.; DURAN, L. Relationships between acceptability and sensory attributes of peach nectars using internal preference mapping. **European Food Research and Technology**, v. 211, n.3, p.199-204, 2000.

COUTO, F. A. D. Variedades Melhoramento do Abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, v.74, n.7, p.12-14, 1981.

DAILLANT-SPRINNLER, B.; MacFIE, H. J. H.; BEYTS, P. K.; HEDDERLEY, D. Relationships between perceived sensory properties and major preference directions of 12 varieties of apples from the Southern Hemisphere. **Food quality and preference**, v.7, n.2, p.113-126, 1996.

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnología de Alimentos**, v.31, n.2, p.165-178, 1991

DE HEIJ, W. B. C.; VAN SCHEPDAEL, L. J. M. M.; MOEZELAAR, R.; HOOGKLAND, H.; MATSER, A. M.; VAN DEN BERG, R. W. High-pressure sterilization: maximizing the benefits of adiabatic heating. **Food Technology**, v.57, n.3, p.37-41, 2003.

DELIZA, R. Apostila de Curso. **Como conhecer e interpretar os desejos do consumidor**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 2004. 49p.

DELIZA, R. The effects of expectation on sensory perception and acceptance. **PhD Thesis**. University of Reading. Faculty of Agriculture and Food Science, UK, 1996. 198p.

DELIZA, R. The use of «ideal point» scale to determine the best sugar and dilution levels of passion fruit juice by consumers. **Alimentaria**, v.38, n. 24, p. 109-113, 2001.

DELIZA, R., ROSENTHAL, A., ABADIO, F. B. D., SILVA, C. H. O., CASTILLO, C. Application of High Pressure Technology in the Fruit Juice Processing: Benefits Perceived by Consumers. **Journal of Food Engineering**, v.67, p.241-245, 2005.

DELIZA, R.; ROSENTHAL, A; SILVA, A. L. S. Consumer attitudes towards information on non conventional technology. **Trends in Food Science & Technology**, v.14, p.43-49, 2003.

DONSI, G., FERRARI, G., DI MATTEO, M. High Pressure Stabilization of Orange Juice: Evaluation of The Effects of Process Conditions. **Italian Food & Beverage Technology**, v.VIII, p.10-14, 1996.

EARNSHAW, R. High pressure food processing. **Nutrition & Food Science**, n.2, p.8-11, 1996.

ELIZONDO, R. A. Recent developments in the commercial applications of high-pressure technology in food processing. In: \_\_\_\_ SINGH, R. K. **Food Process Design and Evaluation**. USA: Lancaster, 1995. cap. 10, p. 175-191.

FAO, **FAOSTAT DATABASE COLLETIONS**. Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/collections?subet=agriculture>> Acesso em: 1 abr. 2005.

FARKAS, D. F., HOOVER, D. G. High Pressure Processing. **Journal of Food Science**, v.65, n.4, p.47-64, 2000.

FDA. Enumeration of *Eschechiria coli* and coliform bacteria. **Bacteriological Analytical Manual On Line**, Ed. 8, cap. 4, 2002. Disponível em: <[www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-4html](http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-4html)> Acesso em: 29 mar. 2005.

FDA. Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies High Pressure Processing. **U. S. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition**, jun 2, 2000. Disponível em: <<http://vm.cfsan.fda.gov/~comm/ift-hpp.html>> Acesso em: 30 set. 2005.

FDA. *Salmonella*. **Bacteriological Analytical Manual On Line**, Ed. 8, cap. 5, 2003. Disponível em: <[www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-5html](http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-5html)> Acesso em: 29 mar. 2005

FDA. Yeast, Molds and Mycotoxins. **Bacteriological Analytical Manual On Line**, Ed. 8, cap. 18, 2001. Disponível em: <[www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-18html](http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-18html)> Acesso em: 13 dez. 2004.

FRANCO, G. **Composição Química dos Alimentos**, 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 132p.

FREWER, L. Consumer perception and novel food acceptance. **Agriculture**, v.27, n.3, p.152-156, 1998.

GARCIA, A. F.; BUTZ, P.; BOGNAR, A.; TAUSCHER, B. Antioxidative capacity, nutrient content and sensory quality of orange juice and an orange-lemon-carrot juice product after high pressure treatment and storage in different packaging. **European Food Research Technology**, v.213, p.290-296, 2001.

GIRARDOT, N. F.; PERYAM, D. R.; SHAPIRO, R. Selection of sensory testing panel. *Food Technology*, v.6, p.140-143, 1952 APUD ISSANCHOU, S.; LESSCHAEVE, I.; KOSTER, E. P. Screening individual ability to perform descriptive analysis of food products: basic statements and application to a camembert cheese descriptive panel. **Journal of Sensory Studies**, v.10, p.349-368, 1995.

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D.; Características da Fruta. In: \_\_\_\_ **Abacaxi Pós-colheita – Frutas do Brasil**, v.5, p.13-15, 2000.

GOULD, G. W. Emerging technologies in food preservation and processing in the last 40 years. In: \_\_\_\_ BARBOSA-CÀNOVAS, G.; GOULD, G. W. **Food Preservation Technology Series Innovations in Food Processing**. USA: Lancaster, 2000. cap. 1, p. 1-11.

GREENHOFF, K.; MacFIE, H. J. L. Preference mapping in practice. In: MacFIE, H. J. H.; THOMSON, D. M. H. **Measurements of Food Preferences**. London: Blackie Academic & Professional. cap. 6, p.137-166, 1994.

GUINARD, J. X.; UOTANI, B.; SCHLICH, P. Internal and external mapping of preference for commercial lager beers: comparison of hedonic ratings by consumers

blind versus with knowledge of brand and price. **Food Quality and Preference**, v. 12, p. 243-255, 2001.

HAYAKAWA, I.; KANNO, T.; YOSHIYAMA, K.; FUJIO, Y. Oscillatory compared with continuous high pressure sterilization on *Bacillus stearothermophilus* spores. **Journal of Food Science**. v.59, p.164-167, 1994. APUD ALEMÁN, G. D.; TING, E. Y.; MORDRE, S. C.; HAWES, A. C. O.; WALKER, M.; FARKAS, D. F.; TORRES, J. A. Pulsed ultra high pressure treatments for pasteurization of pineapple juice. **Journal of Food Science**, v. 61, n. 2, p.388-390, 1996.

HAYASHI, R. High pressure in bioscience and biotechnology: pure science encompassed in pursuit of value. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1595, p.397-399, 2002.

HDR. **HUMAN DESENVOLVIMENT REPORT**. Disponível em <<http://hrd.undp.org>>. Acesso em 22 out. 2005.

HELGESEN, H.; SOLHEIM, R.; NAES, T. Consumer preference mapping of dry fermented lamb saurages. **Food Quality and Preference**, v. 8, n. 2, p. 97-109, 1997.

HENDRICKX, M.; LUDI KHUYZE, L.; VAN DEN BROOECK, I.; WEEMAES, C. Effects of high pressure on enzymes related to food quality. **Food Science and Technology**, v.9, p.197-203, 1998.

HOFFMANN, F. L.; GARCIA-CRUZ, C. H.; VINTURIM, T. M.; PAZZOTI, G. S. O. Qualidade Microbiológica de Diferentes Marcas Comerciais de Suco Fresco de Laranja Integral. **Boletim CEPPA**. v.16, n. 16, p. 99-106, 1998.

HOOVER, D. G.; METRICK, C.; PAPINEAU, A. M.; FARKAS, D. F.; KNORR, D. Biological Effects of High Hydrostatic Pressure on Food Microorganisms. **Food Technology**, v.43, n.3, p.99-107, 1989.

HOOVER, D.G. Pressure effects on biological systems. **Food Technology**, v.47, n.6, p.150-155, 1993.

HUGAS, M.; GARRIGA, M.; MONFORT, J. M. New Mild Technologies in Meat Processing: High Pressure as a Model Technology. **Meat Science**, v.62, p.359-371, 2002.

HUSSON, F.; PAGES, J. Comparison of sensory profiles done by trained and untrained juries: methodology and results. **Journal of Sensory Studies**, v.18, p.453-464, 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?2=t&o=1&i=P>>. Acesso em 12 ago. 2005.

IFT. Sensory evaluation division. Guidelines for the preparation and review of paper reporting sensory evaluation data. **Food Technology**, v.35, n.4, p.16-17, 1981.

ISSANCHOU, S.; LESSCHAEVE, I.; KOSTER, E.P. Screening individual ability to perform descriptive analysis of food products: basic statements and application to a camembert cheese descriptive panel. **Journal of Sensory Studies**, v.10, p.349-368, 1995.

JORDAN, S. L.; PASCUAL, C.; BRACEY, E.; MACKEY, B. M. Inactivation and Injury of Pressure-resistant Strains of *Escherichia coli* O157 and *Listeria monocytogenes* in Fruit Juices. **Journal of Applied Microbiology**, v.91, p.463-469, 2001.

KNORR, D. Effect of High-Hydrostatic-Pressure Processes on Food Safety and Quality. **Food Technology**, v.47, n.6, p.156-161, 1993.

KNORR, D. Process aspects of high –pressure treatment of food systems. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; GOULD, G.W. (Ed.) **Innovations in food processing**. Lancaster: Technomic, 2000. p.13-30.

KREBBERS, B.; MATSER, A.M.; HOOGERWERF, S. W.; MOEZELAAR, R.; TOMASSEN, M. M. M.; VAN DEN BERG, R. W. Combined high-pressure and thermal treatments for processing of tomato puree: evaluation of microbial inactivation and quality parameters. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.4, n.4, p.377-385, 2003.

LADO, B. H.; YOUSEF, A. E. Alternative food-processing technologies: efficacy and mechanisms. **Microbes and Infection**, v.4, p.433-440, 2002.

LAMBERT, Y.; DEMAZEAU, G.; LARGETEAU, A.; BOUVIER, J. M. Changes in aromatic volatile composition of strawberry after high pressure treatment. **Food Chemistry**, v.67, p.7-16, 1999.

LANGE, C.; ISSANCHOU, S.; COMBRIS, P. Expected versus experienced quality: trade-off with price. **Food Quality and Preference**, v.11, p. 289-297, 2000.

LECHOWICH, R. L. Food safety implications of high hydrostatic pressure as a food processing method. **Food Technology**, v.47, n.6, p.170-172, 1993.

LEE, S.Y.; DOUGHERTY, H.; KANG, D. H. Inhibitory effects of high pressure and heat on *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores in apple juice. **Applied and Environmental Microbiology**, v.6, n.8, p. 4158-4161, 2002.

LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; WELTI-CHANES, J.; SWANSON, B. G. Polyphenoloxidase Activity and Color Changes During Storage of High Hydrostatic Pressure Treated Avocado Puree. **Food Research International**, v.31, n.8, p.549-556, 1998.

MacFIE, H. J. Apostila de Curso - **Produto, Mercado e Inovação: Métodos Estatísticos Utilizados em Estudos de Consumidor**, Miramar Palace Hotel: Rio de Janeiro, Brasil, 291p. 2005.

MacFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V.; Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, n.4, p.129-148, 1989.

MAGGI, A.; GOLLA, S.; SPOTTI, E.; ROVERE, P.; MUTTI, P. Trattamenti ad Alta Pressione di Ascospore di Muffe Termoresistenti e de Patulina in Nettare di Albicocca e in Acqua. **Industria Conserve**, v.69, p.26-29, 1994.

MARCELLINI, P.S. Caracterização sensorial por perfil livre e análise tempo-intensidade de suco de abacaxi (*Ananas comosus* L. *Merril*) reconstituído e adoçado com diferente edulcorantes. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimento. Campinas, SP. 2005. 100p.

MARTÍNEZ, C.; SANTA CRUZ, M. J.; HOUGH, G.; VEJA, M. J. Preference mapping of cracker type biscuits. **Food Quality and Preference**, v.13, p.535-544, 2002.

MATSER, A. M.; KREBBERS, B.; VAN DEN BERG, R. W.; BARTELS, P. V. Advantages of High Pressure Sterilization on Quality of Food Products. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, p.79-85, 2004.

McEWAN, J. A.; EARTHY, P. J.; DUCHER, C. **Preference mapping: a review**. Uk: Campden & Chorleywood Food Research Association, 1998. APUD MARTÍNEZ, C.; SANTA CRUZ, M. J.; HOUGH, G.; VEJA, M. J. Preference mapping of cracker type biscuits. **Food Quality and Preference**, v.13, p.535-544, 2002.

McEWAN, J. A.; HUNTER, E. A.; GEMERT, L. J-van; LEA, P. Proficiency testing for sensory profile panels: measuring panel performance. **Food Quality and Preference**, v. 13, n. 3, p.181-190, 2002.

MEDINA, J. C. **Abacaxi: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2 ed. ITAL. Campinas. SP. 1987. 285p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. New York: Boca Raton, 2 ed. 1991. 354p.

MENEZES, E. M. S. Efeito da alta pressão hidrostática em polpa de açaí pré-congelada (*Euterpe oleracea*, Mart.). **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2005. 83p.

MERTENS, B. Hydrostatic pressure treatment of food: equipment and processing. In: GOUL, G. W. **New Methods of Food Preservation**. London: Blackie Academic Professional, 1995, cap. 7, p.135-158.

MERTENS, B. Under pressure. **Food Manufacture**, v.67, n.11, p.23-24, 1992

MERTENS, B.; DEPLACE, G. Engineering Aspects of High Pressure Technology in the Food Industry. **Food Technology**, v.47, n.6, p.164-169, 1993.

MOSKOWITZ, H. R. The dollar value of product quality: the effect of pricing versus overall liking on consumer stated purchase intent for pizza. **Journal of Sensory Studies**, v.10, n.3, p.239-247, 1995.

MUÑOZ, A.M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240 p.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M. Mapping consumer preference for the sensory and packaging of Cheddar cheese. **Food Quality and Preference**, v.11, p.419-435, 2000.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v.34, p.461-471, 2001.

NASCIMENTO, M. S.; SILVA, N.; CATANOZI, M. P. L.; SILVA, K. C. Avaliação comparativa de diferentes desinfetantes na sanitização de uva. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 1, p.63-68, 2003.

NORONHA, R. L. F. A expectativa do consumidor e sua influência na aceitação e percepção sensorial de café solúvel. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2003. 130p.

OGAWA, H.; FUKUHISA, K.; FUKUMOTO, H.; HORI, K.; HAYASHI, R. Effects of hydrostatic pressure on sterilization and preservation of freshly squeezed, nonpasteurized citrus juices. **Nippon Nogeikagaku Kaishi**, v.63, p.1109-1114, 1989.

OVERMAN MACKAY, A.; JONES, P. Selection of members of a food tasting panel: discernment of primary tastes in water solutions compared with judging ability for foods. *Food Technology*, v.8, p.527-530, 1954 APUD ISSANCHOU, S.; LESSCHAEVE, I.; KOSTER, E. P. Screening individual ability to perform descriptive analysis of food products: basic statements and application to a camembert cheese descriptive panel. **Journal of Sensory Studies**, v.10, p.349-368, 1995.

PALOU, E.; HERNÁNDEZ-SALGADO, C.; LÓPEZ-MALO, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; SWANSON, B. G.; WELTI-CHANES, J. High Pressure-processed Guacamole. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.1, p.69-75, 2000.

PALOU, E.; LÓPEZ-MALO, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; WELTI-CHANES, J.; SWANSON, B. G. Polyphenoloxidase Activity and Color of Blanched and High Hydrostatic Pressure Treated Banana Puree. **Journal of Food Science**, v.64, n.1, p.42-45, 1999.

PALOU, E.; LÓPEZ-MALO, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; WELTI-CHANES, J.; SWANSON, B. G. High Hydrostatic Pressure as a Hurdle for *Zygosaccharomyces bailii* Inactivation. **Journal of Food Science**, v.62, n.4, p.855-857, 1997.

PALOU, E.; LÓPEZ-MALO, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; WELTI-CHANES, J.; DAVIDSON, P. M.; SWANSON, B. G. High Hydrostatic Pressure Come-up Time and Yeast Viability. **Journal of Food Protection**, v.61, n.12, p.1657-1660, 1998b.

PALOU, E.; LÓPEZ-MALO, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; WELTI-CHANES, J.; SWANSON, B. G. Oscillatory high hydrostatic pressure inactivation of *Zygosaccharomyces bailii*. **Journal of Food Protection**, v.61, n.9, p.1213-1215, 1998a.

PARISH, M. E. Orange juice quality after treatment by thermal pasteurization or isostatic high pressure. . **Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie**, v. 31, p. 439-442, 1998.

PIGGOTT, J. R. Design questions in sensory and consumer science. **Food Quality and Preference**, v.6, p.217-220, 1995.

PORRETTA, S.; BIRZI, A.; GHIZZONI, C.; VICINI, E. Effects of Ultra-high Hydrostatic Pressure Treatments on the Quality of Tomato Juice. **Food Chemistry**, v.52, p.35-41, 1995.

RAMASWAMY, R.; BALASUBRAMANIAM, V. M.; KALETUNÇ, G. High Pressure Processing, **Ohio State University Extension Fact Sheet**. Disponível em : < <http://ohioline.osu.edu/fse-fact/pdf/0001.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2005.

RASO, J.; CALDERÓN, M. L.; GÓNGORA, M.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.; SWANSON, B. G. Inactivation of *Zygosaccharomyces bailii* in fruit juices by heat, high hydrostatic pressure and pulsed electric fields. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 6, p.1042-1044, 1998.

RATTANATHANALERK, M.; CHIEWCHAN, N.; SRICHUMPOUNG, W. Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. **Journal of Food Engineering**, v. 66, p.259-265, 2005.

REINHARDT, D. H. Abacaxi Produção. In: \_\_\_\_ **Abacaxi Pós-Colheita – Frutas do Brasil**. v.5, p.7-13, 2000

ROESLEER, E. R.; PANGBORN, R. M.; SIDEL, J. L.; STONE, H. Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preference, paired-difference, duo-trio and triangle tests. **Journal of Food Science**, v.43, p.940-943, 1978.

ROSENTHAL, A.; LEDWARD, D.; DEFAYE, A.; GILMOUR, S.; TRINCA, L. Effect of pressure, temperature, time and storage on peroxidases and polyphenol oxidase from pineapple. In; HAYASHI, R. (Ed.) **Trends in high pressure bioscience and biotechnology**. London: Elsevier Science, p.525-532, 2002.

ROSENTHAL, A.; MACKEY, B.; BIRD, A. Effect of Ultra-high Pressure on Fruit Juices Contaminant Yeasts. **Progress In Biotechnology**, v.19, p.511-516, 2002.

ROSENTHAL, A.; SILVA, J.L. Alimentos sob Pressão. **Engenharia de Alimentos**, v.14, p.37-39, 1997.

SAN MARTÍN, M.F.; BARBOSA-CÁNOVAS, V.; SWANSON, B.G. Food Processing by High Hydrostatic Pressure. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.42, n.6, p.627-645, 2002.

SAS. **SAS User's Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 1993.

SMELT, J. P. P. M. Recent Advances in the Microbiology of High Pressure Processing. **Trends in Food Science & Technology**, v.9, p.152-158, 1998.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. Academic Press: New York. 2ed. 1993. 338p.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. Academic Press: New York. 3ed. 2004. 377p.

STONE, H.; SIDEL, J.L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Food Technology**, v.28, n.11, p.24-34, 1974.

TEWARI, G.; JAYAS, D. S.; HOLLEY, R. A. High Pressure Processing of Foods: An Overview. **Science des Aliments**, v.19, p.619-661, 1999.

THAKUR, B. R.; NELSON, P. E. High-pressure Processing and Preservation of Food. **Food Reviews International**, v.14, n.4, p.427-447, 1998.

TING E.; BALASUBRAMANIAM, V. M.; RAGHUBEER, E. Determining Thermal Effects in High-pressure Processing. **Food Technology**. v.56, n.2, p.31-35, 2002.

TOCCHINI, R. P.; NISIDA, A. L. A. C.; MARTÍN, Z. J. Industrialização de Polpas, Sucos e Néctares de Frutas. **Manual Instituto de Tecnologia de Alimentos – FRUTHOTEC**, Campinas – São Paulo, p.85, 1995.

TORREZAN, R. **Anteprojeto: recomendações técnicas para o processamento de fruta em calda e suco concentrado de frutas**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, setembro/dezembro, 1998, 155p.

TORREZAN, R.; EIROA, M. N. U.; PFENNING, L. Identificação de microorganismos isolados em frutas, polpas e ambiente industrial. **Boletim do CEPPA**. v. 18, n. 1, p. 27-38, 2000.

UMBELINO, D. C. Caracterização sensorial por análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade de suco e polpa de manga (*Magnífera indica* L.) adoçados com diferentes edulcorantes. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2005. 190p.

VILLANUEVA, N. D. M. Avaliação do desempenho de quatro métodos de escalonamento em testes sensoriais de aceitação utilizando modelos normais aditivos de análise da variância e mapas internos de preferência. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2003. 140p.

WAKELING, I.; MacFIE, H. J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-overeffects whwm onky a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, v. 6, p.299-308, 1995.

WESTAD, F.; HERSLETH, M.; LEA, P. Strategies for consumer segmentation with applications on preference data. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 681-687, 2004.

**XLSTAT-MX**, 2005

YACKINOUS, C.; WEE, C.; GUINARD, J.X. Internal preference mapping of hedonic ratings for Ranch salad dressing varying in fat and garlic flavor. **Food Quality and Preference**, v. 10, p. 401-409, 1999.

YEN, G. C.; LIN, H. T. Comparison of High Pressure Treatment and Thermal Pasteurization Effects on the Quality and Shelf Life of Guava Puree. **International Journal of Food Science and Technology**, v.31, p.205-213, 1996.

ZIMMERMAN, F.; BERGMAN, C. Isostatic high-pressure equipment for food preservation, **Food Technology**, v. 47, n. 6 ,p.162-163, 1993.