



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

VITÓRIA MATOS DE FREITAS

**ESTUDOS DAS ALTERAÇÕES DO SUCO DE
MARACUJÁ INTEGRAL EM EMBALAGEM DO TIPO PET
E VIDRO**

Fortaleza-2007

VITÓRIA MATOS DE FREITAS

**ESTUDOS DAS ALTERAÇÕES DO SUCO DE MARACUJÁ
INTEGRAL EM EMBALAGEM DO TIPO PET E VIDRO**

Dissertação submetida à Coordenação do curso de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, para obtenção do grau de Mestre em Tecnólogo de Alimentos.

Orientador: José Maria Correia da Costa
Co-orientação: Deborah dos Santos Garruti

Fortaleza-2007

Aos meus pais, Edgelson e Marisia, pelas inesquecíveis lições de amor e fé.
Ao Fernando Gladson, pelo carinho, compreensão e cumplicidade.
A Tia Eliane pela força e carinho.

Dedico.

**ESTUDOS DAS ALTERAÇÕES DO SUCO DE MARACUJÁ
INTEGRAL EM EMBALAGEM DO TIPO PET E VIDRO**

VITÓRIA MATOS DE FREITAS

Dissertação aprovada em:

BANCA EXAMINADORA:

Prof.Dr.José Maria Correia da Costa
Orientador
Universidade Federal do Ceará

Prof.Dr.Geraldo Arraes Maia
Universidade Federal do Ceará

Dr. Edy Sousa de Brito
Embrapa Agroindústria Tropical

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor José Maria Correa da Costa, pela valiosa orientação e ensino no decorrer do curso de mestrado e na avaliação deste trabalho.

A Doutora Deborah dos S. Garruti pela valiosa orientação, incentivo e imensurável ajuda durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Geraldo Arraes Maia, pela orientação durante o curso de mestrado e avaliação deste trabalho.

A Fundação Cearense de Amparo a Pesquisa (FUNCAP), pelo apoio financeiro durante uma parte do curso de mestrado.

A Universidade Federal do Ceará e a Embrapa Agroindústria Tropical pelo conhecimento e experiência adquirida.

Ao amigo Manoel Alves pela amizade, pela enorme paciência e imensurável ajuda durante toda a realização deste trabalho.

Aos meus pais Marísia e Edgelson pelo encorajamento em todas as fases de minha vida, pelo seu amor e por suas orações.

Aos meus tios e tias, em especial a tia Eliane, que tanto me incentivou e apoiou durante toda a minha vida.

As amigas do curso de mestrado, Lílian Geovânia, Anita, Mariza e Leiliane pelo incentivo, apoio, amizade e convivência nos momentos mais críticos durante o período de curso do mestrado.

A todos os professores do curso de mestrado, por compartilharem seus conhecimentos.

RESUMO

No Brasil, é tradicional o consumo de sucos integrais de frutas tropicais envasados em garrafas de vidro ou, mais recentemente, em embalagens de polietileno tereftalato (PET). Os materiais de embalagem são essenciais para proteger o produto alimentício e preservar sua qualidade durante a estocagem. No entanto, a sorção dos voláteis do alimento para a embalagem ou a migração de compostos da embalagem para o alimento podem alterar a qualidade sensorial do produto. Este trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade de sucos de maracujá envasados em garrafas de vidro (como referência) e PET durante 120 dias de armazenamento, em relação ao seu perfil de compostos voláteis, características físico-químicas e sensoriais (aroma e sabor). Garrafas de um mesmo lote de fabricação foram compradas em supermercados locais (Fortaleza-CE) e submetidas a análises químicas, sensoriais e cromatográficas. Os sucos foram caracterizados pela determinação do pH, sólidos solúveis, acidez total titulável, ácido ascórbico, cor, açúcares totais e redutores. O aroma e sabor característicos de maracujá foram avaliados por uma equipe treinada com uma escala não-estruturada de 9 cm. Os compostos voláteis foram isolados pela técnica de *headspace* dinâmico, por sucção, em Porapak Q, analisados por cromatografia gasosa de alta resolução e identificados por CG-espectrometria de massas. Cinco compostos odoríferos, segundo a literatura, foram monitorados: E-3-hexenol (maracujá, frutal), Z-3-hexenol (maracujá, verde), butanoato de etila (frutal, doce), hexanoato de etila (frutal, doce) e benzaldeído (verde). Ambos os sucos apresentaram boa estabilidade físico-química durante o período estudado, com exceção do ácido ascórbico que apresentou uma redução de 58,2% e 39,1% nas amostras da embalagem de vidro e de PET, respectivamente. Os compostos voláteis das amostras em vidro não variaram ao longo do período de estocagem, mantendo as intensidades originais de aroma e sabor do suco. No lote envasado em PET o composto butanoato de etila diminuiu ao longo do armazenamento, sem, no entanto, provocar alterações significativas na intensidade do aroma e sabor do produto, ao final de 120 dias.

ABSTRACT

In Brazil, is traditional the consumption of plain tropical fruit juices bottled in glass or PET materials. The packaging materials are essential to protect the food product and to preserve its inherent quality during the storage. However sorption phenomena from food to packaging materials and the migration phenomena from packaging to the food may alter the product's sensory quality. The objective of the present work was to evaluate the stability of passion fruit juices bottled in glass (used as reference) and PET materials during 120 days storage, regarding to the volatile compounds profile, physical-chemical and sensory properties (aroma and flavor). Bottles from the same production batch were purchased in local supermarkets (Fortaleza-CE, Brazil) and submitted to chemical, sensory and chromatographic analyses. Juices were characterized by determination of pH, soluble solids, total titrable acidity, ascorbic acid, color, total and reducing sugars. The characteristic passion fruit aroma and flavor were evaluated by a trained panel with a nine-cm non-structured scale. The volatile compounds were isolated using a dynamic headspace technique by suction, in Porapak Q, analyzed by high resolution gas chromatography (FID) and identified by GC-MS. Five odoriferous compounds, according to the literature, were monitored: E-3-hexenol (passion fruit, fruity), Z-3-hexenol (passion fruit, green), ethyl butanoate (fruity, sweet), ethyl hexanoate (fruity, sweet) and benzaldehyde (green). Both juices showed good chemical stability during the storage period, with the exception of ascorbic acid which reduced 58,20% and 39,12% in the glass and PET samples, respectively. The volatile compounds did not suffer consistent changes during storage, keeping its original passion fruit aroma and flavor intensities. In the PET stored samples, the compound ethyl butanoate showed a substantial reduction, which, nevertheless, was not enough to provoke significant changes in the product's aroma and flavor within 120 days.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Maracujá (<i>Passiflora edulis</i> forma <i>Flavicarpa</i>).....	3
2.2. Aspectos físico-químicos do maracujá.....	4
2.3. O Suco.....	6
2.4. Métodos de isolamento dos compostos voláteis.....	9
2.5. Cromatografia gasosa: Separação dos compostos voláteis.....	10
2.5.1. Identificação dos compostos voláteis.....	12
2.6. Compostos voláteis presentes no maracujá.....	13
2.7. Embalagem – PET e VIDRO.....	16
2.8. Fatores que influenciam na qualidade de vida de prateleira de sucos de frutas.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. Material.....	22
3.2. Análises Físico-químicas.....	22
3.2.1. PH.....	22
3.2.2. Sólidos solúveis totais (SST).....	22
3.2.3. Acidez total titulável (ATT).....	22
3.2.4. Cor.....	22
3.2.5. Açúcares redutores, não redutores e totais.....	23
3.2.6. Ácido ascórbico.....	23

3.3.	Isolamento dos compostos voláteis.....	23
3.4.	Análise Cromatográfica.....	24
3.5.	Identificação dos compostos voláteis.....	24
3.6.	Análise Sensorial.....	25
3.6.1.	Seleção e treinamento dos provadores.....	25
3.6.2.	Análise da intensidade do aroma e sabor de maracujá.....	27
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1.	Estudo do comportamento do suco de maracujá integral envasado em embalagem de vidro ao longo do período de armazenamento.....	28
4.1.1.	Caracterização físico-química do suco de maracujá integral envasado em embalagem de VIDRO ao longo do período de armazenamento	29
4.1.2.	Comportamento dos compostos voláteis e perfil sensorial do suco de maracujá integral envasado em embalagem de VIDRO.....	34
4.2.	Estudo do comportamento do suco de maracujá integral envasado em embalagem do tipo PET ao longo do período de armazenamento.....	37
4.2.1.	Caracterização físico-química do suco de maracujá integral em embalagem do tipo PET ao longo do período de armazenamento.....	40
4.2.2.	Comportamento dos compostos voláteis e perfil sensorial do suco de maracujá integral envasado em embalagem do tipo PET.....	41
5.	CONCLUSÕES.....	47
6.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	48
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

LISTA DE TABELA

Tabela 1.	Características químicas e físico-químicas dos frutos do maracujá amarelo (<i>P.edulis Sims f.</i>) segundo diversos autores.....	6
Tabela 2.	Composição do suco tropical de maracujá segundo os padrões de identidade e qualidade de acordo com a Instituição Normativa nº12, de 4 de setembro de 2003.....	8
Tabela 3.	Médias das análises físico-químicas do suco de maracujá integral de lote VIDRO durante o período de armazenamento.....	32
Tabela 4.	Porcentagens de áreas relativas médias dos compostos voláteis do suco de maracujá integral envasados em embalagens de VIDRO	32
Tabela 5.	Valores de F e significância estatística da análise de regressão aos atributos sensoriais de suco de maracujá envasado em embalagem de VIDRO	36
Tabela 6.	Médias dos atributos sensoriais para suco de maracujá integral envasado em embalagem de VIDRO nos diferentes tempos de armazenamento.....	39
Tabela 7.	Médias das análises físico-químicas do suco de maracujá integral do lote PET durante o período de armazenamento	40
Tabela 8.	Porcentagens de áreas relativas médias dos compostos voláteis	

do suco de maracujá integral envasados em embalagens de PET..... 40

Tabela 9. Valores de F e significância estatística da análise de regressão aos atributos sensoriais de suco de maracujá envasado em embalagem do tipo PET..... 44

Tabela 10. Médias dos atributos sensoriais para suco de maracujá integral envasado em embalagem de PET nos diferentes tempos de armazenamento..... 45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Sistema de captura de voláteis por sucção, montado CNPAT.....	26
Figura 2	Modelo da ficha de avaliação sensorial da intensidade de aroma do suco de maracujá.....	29
Figura 3	Modelo da ficha de avaliação sensorial da intensidade de sabor do suco de maracujá.....	29
Figura 4	Cromatograma dos voláteis do suco de maracujá integral envasado em embalagem de vidro.....	35
Figura 5	Variação das áreas relativas dos compostos presentes no suco de maracujá envasado em embalagem de vidro	35
Figura 6	Média dos provadores com relação à intensidade de aroma através de uma escala linear não estruturada de 0 a 9 cm(0 = fraco e 9 = igual ao padrão) ao longo do período de armazenamento do suco de maracujá integral do lote VIDRO.....	38
Figura 7	Média dos provadores com relação à intensidade de sabor através de uma escala linear não estruturada de 0 a 9 cm(0 = fraco e 9 = igual ao padrão) ao longo do período de armazenamento do suco de maracujá integral do lote VIDRO.....	41
Figura 8	Cromatograma dos voláteis do suco de maracujá integral envasado em embalagem do tipo PET	41
Figura 9	Variação das áreas relativas dos compostos presentes no suco de maracujá envasado em embalagem de PET	43
Figura 10	Média dos provadores com relação à intensidade de aroma através de uma escala linear não estruturada de 0 a 9 cm(0 = fraco e 9 = igual ao padrão) ao longo do período de	46

armazenamento do suco de maracujá integral do lote
PET.....

Figura 11

Média dos provadores com relação à intensidade de aroma
através de uma escala linear não estruturada de 0 a 9 cm(0
= fraco e 9 = igual ao padrão) ao longo do período de
armazenamento do suco de maracujá integral do lote
PET.....

1.INTRODUÇÃO

Brasil, Colômbia, Peru e Equador são, tradicionalmente, os principais países produtores de maracujá. O mercado internacional de suco concentrado e polpa de maracujá é dominado pelo Equador, Colômbia e Peru. Esses países aparecem como grandes exportadores. Os principais importadores de suco e polpa de maracujá são Alemanha e a Holanda (MACHADO *et al.*, 2003).

O maracujá (*Passiflora edulis*) é originário da América tropical e um fruto muito cultivado no Brasil. A maior importância econômica do fruto do maracujazeiro está no produto industrializado sob a forma de suco concentrado (FERRARI *et al.*, 2004).

Os sucos de frutas são consumidos e apreciados em todo o mundo, não só pelo seu sabor, mas também por serem fontes naturais de carboidratos, carotenóides, vitaminas, minerais e outros componentes importantes.

No Brasil, os sucos integrais de frutos são tradicionais, sendo envasados em garrafas de vidro, em embalagens cartonadas ou, mais recentemente, em embalagens de polietileno tereftalato (PET), produzidas, na grande maioria, por envase a quente (sistema *hot fill*), e em menor quantidade pelo sistema asséptico (PINHEIRO *et al.*, 2006).

Em geral, a embalagem deverá ter as seguintes funções: facilitar o manuseio dos produtos envasados, protegerem contra reações de oxidação, evitar as alterações das características sensoriais do produto, deve ser atrativo ao consumidor e apresentar custos reduzidos, ser de fácil aquisição pela indústria e/ou produtor, bem como outros fatores que possam garantir uma maior integridade do produto.

Neste contexto a embalagem PET se destaca pela facilidade de aquisição, por apresentar boa resistência mecânica, razoável barreira contra fatores ambientais, fácil difusão, a não necessidade de ser retornável, baixa densidade (comparada ao vidro), dentre outras características.

A preservação das características originais dos alimentos, pelo maior tempo possível, após a sua transformação, é um dos grandes objetivos da

indústria de alimentos. Assim, as condições do ambiente de armazenamento, tais como o tipo e o material da embalagem utilizada, são aspectos que devem ser avaliados e controlados, visando à manutenção da qualidade dos produtos durante a sua vida de prateleira (SILVA *et al.*, 2005).

FRANCO e THOMAZINI (2000) relatam que o aroma e o sabor são resultados da presença de numerosos constituintes que se encontra em concentrações muito variáveis e que contribuem para os aromas e sabor global em graus muito diversos, não só em função da natureza química mas também pela sua concentração. Os aromas provenientes de frutas tropicais têm despertado bastante interesse das indústrias de alimentos para o desenvolvimento de novas bebidas e sobremesas. Neste contexto, as regiões Norte e Nordeste do Brasil possuem uma grande diversidade natural de frutas, as quais raramente deixam de apresentar sabores característicos bastante apreciados.

Materiais de embalagem são essenciais para proteger o produto alimentício e preservar sua qualidade durante a estocagem. As interações entre os constituintes do alimento e o material da embalagem podem alterar a qualidade sensorial do produto (VAN WILLIGE *et al.*, 2002). As principais interações que ocorrem durante a estocagem são: sorção do alimento para o material embalagem, migração da embalagem para o alimento. A sorção dos compostos de aroma é influenciada pelas propriedades dos polímeros e das moléculas odoríferas, pelas condições externas de estocagem (tempo, temperatura, etc.) (DUCRET *et al.*, 2001).

Portanto, os objetivos desta dissertação foram avaliar a estabilidade do perfil de voláteis e das características sensoriais (aroma e sabor) e físico-químicos dos sucos de maracujá integrais em embalagens do tipo PET e embalagem de VIDRO, durante 120 dias de armazenamento, no tocante ao aspecto da qualidade do produto.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1. Maracujá (*Passiflora edulis* forma *Flavicarpa*)

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas depois da China e da Índia, com cerca de 38 milhões de toneladas/ano, ocupando uma área de 2,3 milhões de hectares (TODA FRUTA, 2007).

A produção nacional de maracujá estende-se por todos os estados brasileiros e pelo Distrito Federal. A região Nordeste é a maior produtora, seguida das regiões Sudeste, Norte e Sul (DURIGAN, 1998; SOUZA, 2002).

Nos últimos anos o mercado brasileiro de maracujá tem crescido substancialmente. O suco de maracujá, além de ser fonte de vitaminas e minerais, é amplamente aceito por suas características sensoriais que conferem sabor e aroma acentuados ao suco e produtos derivados (SANDI *et al.*, 2003).

Cerca de 150 espécies de *Passiflora* são nativas do Brasil, das quais 60 produzem frutos que podem ser aproveitados direta ou indiretamente como alimento. O maracujá amarelo (*Passiflora edulis* *flavicarpa*) é o mais cultivado no Brasil e destina-se predominantemente à produção de sucos. As variedades de maracujá mais conhecidas e de maior aplicação comercial são o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims) e o maracujá doce (*Passiflora alata* Dyuander) (FOLEGATTI e MATSUURA, 2002).

O fruto é resultante de uma planta trepadeira, muito conhecida em todo o Brasil, tanto pela fruta como pela flor, também chamada de flor-da-paixão. Tem aproximadamente 1/3 do seu peso em suco, sendo o restante casca e sementes (STANFORD *et al.*, 1983). Sua época de colheita tem início a partir de fins de dezembro e se estende até junho-julho do ano seguinte, podendo, eventualmente, ir até agosto (CARVALHO, 1974). O pico da safra ocorre de fevereiro a abril.

Sendo o maracujá um fruto climatérico pode completar a maturação fora da planta. O maracujá atinge seu ponto de colheita em 50-60 dias após a

antese, ou seja, 20 a 30 dias antes de se desprender da planta-mãe. Nesse ponto, ele apresenta seu máximo de peso (50-130g), seu máximo de rendimento em suco (até 36%) e o maior conteúdo de sólidos solúveis (13 a 18 °Brix) e pode ser caracterizado (para os frutos de cultivares amarelo), pela coloração verde-amarelada, mas ainda preso à planta-mãe (TAVARES *et al.*, 2003).

Segundo Oliveira *et al.* (2002) o maracujá amarelo apresenta uma série de características superiores ao maracujá roxo, tais como: maior tamanho do fruto, maior peso, híbrido com maior rendimento, maior teor de caroteno, maior acidez total, maior resistência às pragas e maior produtividade. As maiores variações dessa espécie ocorrem em relação ao rendimento da polpa e semente, os parâmetros de menor variação são: porcentagem de casca e o diâmetro (RUGGIERO *et al.*, 1996).

2.2. Aspectos físico-químicos do maracujá

Vários fatores podem influenciar as características físico-químicas do maracujá, dentre eles, o estado de maturação, idade das plantas, condições climáticas, estado nutricional, polinização e fertilização do solo (RITZINGER *et al.*, 1989; COSTA *et al.*, 2001). Além disso, o manejo da água utilizada na irrigação assume destacada importância no incremento da produção e na qualidade dos frutos (CARVALHO *et al.*, 1999).

Veras *et al.* (2000) afirmaram quanto à maturação, que os frutos do maracujá imaturos, com coloração amarelo-verde, apresentam os mais baixos teores de suco, açúcar, ácido ascórbico e caroteno, o mais alto teor de acidez e pior sabor, enquanto os frutos totalmente maduros apresentam o melhor aroma, porém não diferem dos parcialmente maduros quanto às demais características. No entanto, a mais importante mudança no decorrer da maturação e senescência foi o acréscimo de ácido ascórbico de 15,3mg 100g⁻¹, em frutos imaturos, a 33,5mg 100g⁻¹, nos frutos totalmente maduros.

Segundo Tavares *et al.* (2003), o suco do maracujá possui uma acidez alta; elevado teor de umidade e baixos teores de proteínas e lipídeos; é boa fonte de açúcares e fósforo, fonte regular de ácido ascórbico, cálcio e ferro; apresenta um teor relativamente baixo de taninos e seu conteúdo de amido e de pectina é baixo.

O fruto do maracujá amarelo é um dos mais populares e bem conhecidos frutos tropicais por ter um aroma floral de éster com uma exótica nota sulfurosa. Além disso, tem uma composição volátil muito complexa, fazendo com que o seu suco apresente aroma e sabor acentuados (DELLA MODESTA *et al.*, 2005).

Geralmente os frutos são ricos em ácidos orgânicos, os quais estão usualmente dissolvidos na água das células, tanto livres como combinados com sais, ésteres, glicosídeos e outros. Dos ácidos não voláteis presentes no suco de maracujá amarelo o ácido cítrico é o predominante (83%), seguido do málico (16%), láctico, malônico, succínico e ascórbico (TAVARES *et al.*, 2003).

Segundo Machado *et al.* (2003) a casca do maracujá amarelo constitui cerca de 40% do peso total do fruto. Possui, em sua constituição

química, razoáveis teores de nutrientes necessários aos seres humanos, sendo rica em pectina, niacina (vitamina B3), ferro, cálcio, e fósforo. Em humanos, a niacina atua no crescimento e na produção de hormônios, assim como previne problemas gastrointestinais. Os minerais atuam na prevenção da anemia (ferro), no crescimento e fortalecimento dos ossos (cálcio) e na formação celular (fósforo) (GOMES, 2004). Quanto à composição de fibras, a casca do maracujá constitui produto vegetal rico em fibra do tipo solúvel (pectinas e mucilagens), benéfica ao ser humano auxiliando na prevenção de doenças (ROCCO, 1993; BINA, 2004).

Para Folegatti e Matsuura (2002) os carboidratos totais correspondem à maior parte dos sólidos solúveis totais (SST) do suco de maracujá, sendo responsáveis pelo teor calórico desse produto. São compostos principalmente por açúcares, cujo teor varia de 13% a 18% no maracujá-amarelo, com média de 15%.

Segundo Brasil (2000), o suco de maracujá deve obedecer os padrões de identidade e qualidade, apresentando teor mínimo de SST (°Brix a 20°C) de 11,0; Acidez Total Titulável(ATT) em ácido cítrico, mínimo de 2,5g% e açúcares totais, naturais do maracujá, máximo de 18,0 g%. A Tabela 1 apresenta diferentes trabalhos, onde se pode observar uma variação das principais características físico-química, referente aos frutos do maracujá amarelo.

Tabela 1. Características químicas e físico-químicas dos frutos do maracujá amarelo (*P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) segundo diversos autores.

	Aular e Rodriguez, 2003	Aular, 2000	Ruggiero <i>et al</i> , 1996	Oliveira <i>et al</i> 1988
pH	2,78	2,80	-	-
Sólidos solúveis (°Brix)	17,08	14,10	15,00	13,4-15,5
Acidez (% ác. cítrico)	4,65	4,70	3,5	-
Relação SST/ATT	3,76	3,10	3,8	-

2.3.O Suco

O suco é o principal produto obtido do fruto do maracujazeiro. O maracujá destinado ao processamento de sucos deve ser colhido ao cair ao solo, apresentando cascas de coloração amarela-laranja (LIMA, 1999).

Em todos os países, os levantamentos estatísticos revelam números crescentes de consumo, tanto *per capita* quanto global (SOARES *et al.*, 2001). De acordo com EMBRAPA (2006), a comercialização de sucos de frutas tem crescido nos últimos quinze anos, sendo o Brasil o maior produtor e exportador dos países em desenvolvimento. Além das características aromáticas, os frutos ou sucos de frutas, representam excelentes fontes de provitamina A e vitamina C, contribuindo com a saúde e bem-estar da população.

Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas, o mercado de sucos e néctares tem crescido a uma média de 14% ao ano, de 1994 a 2004, sendo que em 2003 o Brasil consumiu aproximadamente 2,2 bilhões de litros de sucos, nas mais diferentes formas. Destes, 579 mil litros era de sucos integrais, em destaque o maracujá (24%) (AMAYA-FARFAN *et al.*, 2001; EMPRESAS, 2006; PINHEIRO *et al.*, 2006).

A qualidade de um produto alimentício é um fator que merece atenção, já que, devido a sua ampla natureza, são susceptíveis a perdas de nutrientes, além de mudanças de cor, sabor e aroma, dentre outras (MAIA, 2001).

COSTA (1999) relata que durante o processamento industrial, ocorrem modificações nos componentes dos frutos que afetam sensivelmente suas propriedades sensoriais, tais como: textura, sabor, aroma, e também o valor nutritivo; no entanto, quando as frutas são processadas adequadamente, as perdas em geral são pequenas.

Os produtos processados do maracujá disponíveis comercialmente podem ser classificados nos que são preservados pelo calor e os que são preservados pelo frio. Duas características do maracujá mostram uma importante influência dos métodos de processamento. Primeiro, o sabor é extremamente sensível; a pasteurização conduz a perda de sabor de fruta fresca. Segundo, a grande quantidade de amido causa acumulação de

depósitos gelatinosos nas superfícies de aquecimento e resulta na abrasão do local com resultante queda na eficiência dos trocadores de calor e deterioração do sabor do maracujá. Devido à natureza sensível do sabor do maracujá, o método de preservação pelo frio seria a melhor escolha (CHAN JR, 1993).

O suco de maracujá caracteriza-se pela complexidade de aromas voláteis e sabor exótico. A pasteurização constitui o método de conservação mais usual do suco, porém o alto conteúdo de amido dificulta a troca de calor e pode provocar a sua gelatinização. Além disso, o suco é submetido à alta temperatura que pode reduzir seu sabor de fresco devido à termosensibilidade dos compostos aromáticos (DE PAULA *et al.*, 2004).

O suco integral de maracujá é definido pela legislação brasileira, Instituição Normativa n°12 / 03, como sendo a “bebida não fermentada e não diluída, obtida da parte comestível do maracujá (*Passiflora, ssp*) por meio de processo tecnológico adequado”. Deverão apresentar características de aroma e sabor próprio da fruta.

Para o suco integral de maracujá, a legislação brasileira define os seguintes padrões de identidade e qualidade que são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Composição do suco tropical de maracujá segundo os padrões de identidade e qualidade de acordo com a Instrução Normativa nº. 12, de 4 de Setembro de 2003.

	Não adoçado		Adoçado	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Polpa de maracujá (g/100g)	50	-	12	-
Sólidos Solúveis em Brix a 20C	6	-	11	-
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	1,25	-	0,27	-
Açúcares totais (g/100g)	-	9	8	-

Nagato *et al.* (2003) analisaram 13 marcas de suco integral de maracujá, cujos valores médios de pH variaram na faixa de 2,8 a 3,2 entre as marcas. Os teores de sólidos solúveis totais apontaram variações no intervalo de 11,4 a 15, 3°Brix. A acidez expressa em ácido cítrico variou de 2,7 a 3,9%. Os açúcares redutores (% glicose) revelam teores de 6,4 a 8,6% e para os não redutores (% sacarose) foram encontrados valores máximos de 0,4%, porém, em três amostras a presença desses açúcares não foi detectada.

Pinheiro *et al.* (2006) avaliando sucos integrais de maracujá de diferentes marcas, encontraram valores médios de pH variaram na faixa de 2,72 a 3,17, entre as marcas. A acidez expressa em ácido cítrico variou de 2,96 a 4,02g/100g. Os teores de sólidos solúveis, que podem ser relacionados diretamente aos teores de carboidratos, apontaram variações no intervalo de 12,5 a 13,3°Brix. Na relação sólidos solúveis totais (°Brix) / acidez total titulável, as amostras revelaram valor mínimo de 3,1 e máximo de 4,4. Os açúcares, expressos em redutores em glicose, revelaram teores de 2,7 a 7,3g/100g, e em todas as amostras não foi detectada a presença de açúcares não-redutores em sacarose. O ácido ascórbico variou de 5,1 a 19,2 mg / 100g.

2.4.Métodos de isolamento dos compostos voláteis

O método para o isolamento dos voláteis deve ser simples, rápido, eficiente e de baixo custo, compreendendo uma única etapa que separe os componentes voláteis da matriz do alimento ao mesmo tempo em que os concentre, com a menor manipulação possível.

Existem dois tipos de técnicas para o isolamento de composto voláteis, a análise total e a análise do *headspace*. A análise total compreende a análise de todos os compostos voláteis presentes no alimento e a análise do *headspace* envolve apenas a análise da fase gasosa em equilíbrio com o alimento, o qual é percebido pelo olfato (MACLEOD e CAVE, 1975).

A técnica de *headspace* pode ser de dois tipos: *headspace* estático e *headspace* dinâmico. No primeiro, a amostra é mantida em um recipiente fechado até que se atinja um equilíbrio termodinâmico dos compostos voláteis entre a fase líquida ou sólida e a fase gasosa. No *headspace* dinâmico há uma coleta contínua dos compostos voláteis, realizada por um sistema a vácuo ou pela passagem de um gás inerte. Uma armadilha, recheada com material adsorvente, coleta e concentra os compostos voláteis. Nesses sistemas, as condições ótimas de coleta dos compostos voláteis dependem dos tempos de captura e da dimensão da armadilha.

Além disso, o fluxo do gás inerte purificado ou a pressão reduzida do sistema devem ser cuidadosamente estabelecidos para não ocorrer *breakthrough*, ou seja, a passagem dos compostos voláteis pelo polímero. Posteriormente, os compostos voláteis são eluidos da armadilha por um solvente orgânico adequado, ou então são dessorvidos termicamente. Essa técnica tem sido largamente empregada na investigação de aromas de bebidas (THOMAZZINI e FRANCO 2000).

2.5. Cromatografia gasosa: Separação dos compostos voláteis

Gases ou substâncias volatilizáveis podem ser separados utilizando-se a técnica denominada cromatografia gasosa. A separação baseia-se na diferente distribuição das substâncias da amostra entre uma fase estacionária (sólida ou líquida) e uma fase móvel (gasosa). A amostra, por meio de um sistema de injeção, é introduzida em uma coluna contendo a fase estacionária. O uso de temperaturas convenientes no local da injeção da amostra e na coluna possibilita a vaporização dessas substâncias que, de acordo com suas propriedades e as da fase estacionária, são retidas por tempos determinados e chegam à saída da coluna em tempos diferentes (COLLINS *et al.* 2006).

A cromatografia gasosa é uma técnica que tem como vantagens: rapidez, um poder de resolução excelente, alta sensibilidade, podendo analisar até 10^{-12} g, e trabalha com pequenas quantidades de amostras. Se, de um lado, a cromatografia gasosa apresenta todas essas vantagens, de outro, apresenta alguns inconvenientes: Como essa técnica só pode ser empregada na análise de substâncias voláteis, ou que se tornem voláteis através de alguma reação de derivação, a preparação da amostra pode ser trabalhosa, aumentando o tempo de análise; não é uma técnica qualitativa eficiente, pois seu resultado não é conclusivo, necessitando, geralmente, de outras técnicas de confirmação de identidade (CECCHI, 2003).

A separação dos componentes da amostra é efetuada na coluna cromatográfica, que funciona como o coração do sistema. Para escolha correta de uma coluna, deve-se considerar a finalidade, a dimensão, o suporte sólido e a fase estacionária, pois com a seleção inadequada dessas condições será impossível obter resultados satisfatórios mesmo com equipamentos modernos e sofisticados (CINETUEGOS e VAITSMAN, 2000).

O injetor tem a função de vaporizar a amostra, que geralmente é líquida. Essa vaporização deve ser rápida e completa, sem decompor e fracionar a amostra. Esta deve ser introduzida em uma única banda estreita. A quantidade de amostra injetada não deve ultrapassar a capacidade da coluna, que por sua vez, depende da quantidade da fase líquida estacionária. Os

injetores podem ser de vários tipos: injeção por seringa, injeção por *split* e injetor *splitless* (CECCHI, 2003).

Os injetores mais usados para análises traços são os tipos *split-splitless* (no modo *splitless*), *on-column-injection* e *programmed temperature vaporizer* (PTV). A melhor opção para análise de compostos voláteis termolábeis é o injetor chamado “*cool on-column*” e PTV operando em *cold splitless*, uma vez que evita a decomposição térmica ou a discriminação de compostos com pontos de eluição elevados e permite a introdução direta da amostra na coluna cromatográfica sem uma vaporização prévia (THOMAZINI e FRANCO, 2000; JANZANTTI, 2004).

Os detectores estão situados na saída da coluna de separação, sua função é medir a quantidade dos componentes individuais separados, presentes na corrente do gás de arraste, que elui da coluna cromatográfica. O sinal de saída do detector é enviado a um registrador ou sistema de dados tais como um integrador ou computador, que finalmente traça um gráfico denominado cromatograma. O tipo de detector utilizado em uma análise depende de fatores tais como a natureza dos componentes separados e o nível da concentração a ser medido. Alguns dos detectores mais usados em cromatografia gasosa são: detectores de condutividade térmica (DCT), detectores de ionização em chama (DIC), detectores de captura de elétrons (DCE), sendo bastante comum o detector de nitrogênio e fósforo (DNP) (AQUINO NETO E NUNES, 2003).

2.5.1. Identificação dos compostos voláteis

O maior avanço na identificação de compostos voláteis foi iniciado com a associação de cromatógrafos gasosos a espectrômetros de massas. A união dessas duas poderosas técnicas de análise química introduziu uma ferramenta eficaz na separação e na identificação de compostos provenientes de misturas complexas (JOULAIN, 1994).

Os espectrômetros de massas são aparelhos modernos e sofisticados que permitem obter a varredura dos compostos voláteis. A representação dos resultados constitui o espectro de massas, o qual mostra a distribuição das espécies iônicas e suas abundâncias relativas. Cada composto dependendo de sua estrutura química sofre fragmentações particulares, gerando um espectro de massas característico, que pode ser utilizado como uma “impressão digital” daquele composto. As características dos espectros de massas são usadas na identificação de uma grande variedade de compostos orgânicos. Esses sistemas possuem um banco de dados, armazenados na memória do computador que auxiliam na identificação do composto desconhecido através da comparação do mesmo com espectros padrões (FRANCO e JANZANTTI, 2004).

Apenas os dados de cromatografia gasosa-espectrometria de massas são insatisfatórios para uma identificação positiva do composto. Embora permita uma identificação tentativa, é necessário o conhecimento das características de retenção, principalmente quando compostos diferentes apresentam espectros de massas semelhantes.

O índice de retenção sistemático, proposto por Kovats, permite expressar o tempo de retenção dos compostos de interesse em uma escala uniforme, construída a partir de padrões de alcanos em isotermas definidas para uma determinada fase estacionária (ETTRE, 1964). Os índices de retenção têm auxiliado na identificação dos compostos, comparando a ordem de eluição experimental com a ordem de eluição indicada na literatura (JANZANTTI, 2004).

2.6. Compostos voláteis presentes no maracujá

A composição volátil do maracujá foi bastante estudada por diversos pesquisadores. Cerca de 300 constituintes voláteis já foram identificados em vários extratos de maracujá.

Parliment (1972) extraiu os componentes voláteis do maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims) por destilação com vapor sob vácuo e identificaram somente 20 substâncias voláteis, as principais sendo ésteres.

Chen *et al.*, (1982), por sua vez, reportaram a presença de 60 componentes voláteis no *headspace* do suco de maracujá. Eles indicaram que o híbrido, cultivar “Tai-Non No. 1”, obtido pelo cruzamento das duas variedades amarelo e roxo do maracujá no Taiwan, apresentou sabor considerado mais adequado para o processamento do suco, entre as três variedades (amarelo, roxo e híbrido). Identificaram 33 ésteres no *headspace* do suco de maracujá de Taiwan. Butanoato de etila, que possui um aroma doce e típico de fruta, foi identificado como o majoritário componente dos compostos voláteis do maracujá amarelo. Hexanoato de etila, também possuindo o mesmo tipo de aroma, foi um dos maiores componentes do maracujá roxo. Acetato de butila, butanoato de butila, butanoato de hexila e hexanoato de hexila, os quais têm aroma misturado aos frutos de banana, abacaxi e pêra, foram identificados em todas as variedades do maracujá. Contudo, o butanoato de hexila foi o maior componente do maracujá de Taiwan.

Engel e Tressl (1991) estudaram o maracujá amarelo pela técnica de destilação e extração simultânea, descrevendo pela primeira vez a presença dos 3-mercaptohexanol e 3-(metiltio)-hexanol, demonstrando sua importância sensorial, bem como dos compostos acetatos, butanoato e hexanoatos dos álcoois enxofre substituídos, para o aroma do maracujá. Em virtude dos altos valores de odor e dos perfis olfativos, essas substâncias sulfuradas foram consideradas os principais constituintes do maracujá amarelo.

Analisando suco de maracujá pasteurizado, Narain (1993) observou a maior presença do 5-metilfurfural (13,9%), seguido por furfural (12,5%) e dos ésteres, hexanoato de hexila e butanoato de etila, representando cerca de 7,5% da área. A avaliação sensorial mostrou que o suco, após o tratamento térmico, não manteve o sabor característico do suco fresco. Vários compostos não

foram encontrados no suco pasteurizado, principalmente da classe das cetonas, tais como 2-pentanona, 2-nonanona e 3-nonanona. Segundo o autor, furfural e 5-metilfurfural, identificados no suco de maracujá, podem ter sido formados pela reação de rearranjo de Amadori, envolvendo principalmente as carbonilas dos açúcares redutores e grupo amino de aminoácidos.

A principal classe de compostos orgânicos identificados por NARAIN *et al.*, (2004) na polpa de maracujá pertence aos ésteres, os quais representaram cerca de 60% da área total de picos. Os compostos detectados foram butanoato de hexila (14,8%), hexanoato de hexila (10,7%), 3-pentanona (10,3%), butanoato de etila (8,3%), propanoato de etila (5,86%), benzaldeído (6,9%), 1-hexanal (5,12%), carbonato de dietila (0,19%), butanoato de propila (0,57%), butanoato de metila (0,64%), ciclopentanona (0,05%), (Z)-3-acetato de hexenila (3,67%), álcool benzílico (2,93%), furfural (3,17%), butanol (0,04%), 2-pentanol (0,06%), limoneno (0,54%), linalol (0,13%) e mirceno (0,04%) entre outros. Segundo o autor os compostos responsáveis pelo aroma do maracujá pertencem a três principais classes: orgânico-alifáticos, aromáticos e terpenos; seguidos por norterpênóides C₁₃ e monoterpênóides. O maracujá amarelo possui um aroma floral característico de ésteres e sulfurado.

Jordan *et al.* (2002) caracterizaram o perfil aromático da essência aquosa e do suco de maracujá amarelo através de extração líquida, utilizando técnicas de CG-EM e CG-O (olfatometria). Foi reportado um total de 62 e 34 componentes na essência e no suco de maracujá, respectivamente. Em ambas amostras a metade dos compostos foi de ésteres, caracterizando-se como classe de compostos com maiores concentrações. Foram identificados e quantificados quatro novos componentes, 3-metil-2-butanona, lactato de etila (somente no suco), malonato de dietila (apenas na essência) e 3-pentil-2-ol (essência e suco). As análises dessas amostras com a técnica CG-O (olfatometria) produziu um total de 66 compostos os quais contribuíram para o aroma do suco e da essência de maracujá. Desses compostos quatro não foram quantificados pelo CG-MS: ácido acético (ácido, plástico, frutal), propanoato de etila, etil 3-oxibutirato (pesticida, medicinal) e hexanoato de propila (pesticida gasolina). Para o suco de maracujá foram detectados 55

compostos de importância odorífera como: acetato de etila (ácido, fruta), acetal (fruta tropical, doce), benzaldeído (pimenta, amêndoa verde), furaneol (maracujá, caramelo), linalol (doce, frutal, floral, limão), álcool benzílico (mato, girassol), ácido heptanóico (floral, doce, damasco), hexanoato de 2-metilbutil (doce), hexanoato de hexila (ameixa, pêssigo), dentre outros.

Jales (2005) detectou 157 compostos presentes no maracujá *in natura*, dentre estes identificando 39 ésteres, 13 terpenos, 9 álcoois, 5 cetonas, 4 aldeídos, 2 ácidos carboxílicos, um hidrocarboneto. O autor detectou como compostos majoritários no suco de maracujá *in natura* o butanoato de etila (26,69%), tigolato de etila (26,64%), 1-hexanal (13,68%), acetato de hexila (9,68%), 6-metil-5-hepten-2-ona (4,36%), Z-3-hexen-1-ol (3,36%) e butanoato de hexila (1,01%). No mesmo trabalho, o autor determinou os compostos voláteis responsáveis pelo aroma e conseqüentemente, pelo sabor característico de maracujá de maracujá amarelo, utilizando a técnica de OSME de CG-olfatometria.

Os compostos de elevada importância odorífera foram classificados em quatro grupos. No primeiro e segundo grupos os compostos que foram diretamente descritos pelos julgadores como “maracujá”, diferindo apenas quanto à intensidade odorífera percebida. Os principais compostos desses grupos foram butanoato de benzila, 2-metil-butanoato de etila, álcool benzílico, 3-hexanona, butanoato de 2-hexenila, propanoato de etila, 2-pentanona, isovalerato de etila, valerato de etila, (E)-3-hexenol, (Z)-3-hexenol, hexanoato de hexila, acetato de benzila e alguns compostos não identificados e outros que não foram nem detectados pelo detector do cromatógrafo (FID). No terceiro grupo foram alocados compostos descritos como frutal, doce, floral, perfume, mato, contribuindo para o aroma global do suco de maracujá. Foram eles: hexanoato de etila, 6-metil-5-hepten-2-ona, acetato de isoamila, butanoato de etila, linalool, 3-hidroxi hexanoato de etila, 1-hexanal e 2 compostos não identificados. Compostos descritos com qualidade de aroma desagradável como fermentado, suor, chulé, etc, formaram o quarto grupo. Entre eles foram identificados 5-metil-2-hexanona, acetato de butila, e ácido octanóico.

2.7. Embalagem – PET e VIDRO

A embalagem pode ser definida como todo acondicionante que exerça funções de proteção do alimento *in natura*, da matéria-prima alimentar ou do produto alimentício, temporária ou permanente, no decorrer de suas fases de obtenção, elaboração e armazenamento.

As principais funções são: proteger o conteúdo do produto, sem por ela ser atacado; resguardar o produto contra os ataques ambientais; favorecer ou assegurar os resultados dos meios de conservação; evitar contatos inconvenientes do produto; melhorar a apresentação do produto; possibilitar melhor observação do produto; favorecer o acesso ao produto; facilitar o transporte do produto e educar o consumidor do produto (EVANGELISTA, 2003). A função mais importante das embalagens é de proteger o produto, porém, funções adicionais a elas se incorporam como contingência natural do aprimoramento tecnológico sempre crescente e das novas modalidades introduzidas pelo marketing (MOTA, 2004).

Até a década de 70 as empresas usuárias de embalagens mal a utilizavam como apoio mercadológico, apenas se limitando a satisfazer os anseios básicos de seus consumidores no tocante à segurança e qualidade dos produtos comercializados. Hoje, no Brasil, 85% das decisões de compra são tomadas no ponto de venda e por consequência, quanto mais apelo tiver a embalagem, mais chances de o produto ser adquirido (BARBOSA, 2007).

Os principais mercados mundiais das embalagens são representados pelos países EUA, Canadá, Japão, Alemanha, França, Itália, Reino Unido, China, Brasil, Espanha, Argentina, México, Chile, Colômbia (WALLIS, 2000).

Os plásticos constituem uma das mais importantes classes de material de embalagem. Plásticos são polímeros orgânicos de alto peso molecular, sintético ou derivado de compostos orgânicos naturais, que podem ser moldados de diversas formas e repetidamente, normalmente pelo auxílio de calor e pressão. Os polímeros apresentam moléculas longas, cuja estrutura é formada pela repetição de pequenas unidades, denominadas monômeros (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2002).

Hoje os plásticos fazem parte integrante de nossa vida, estando presentes em um número incomensurável de objetos: embalagens, saquinhos de lixo, objetos de uso pessoal, garrafas de refrigerantes, etc. (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2002). As vantagens dos plásticos são numerosas: custo mais baixo, mais leve, menor risco de quebras, melhor para o ambiente (menos energia), contato transparente, flexível, direto do alimento sem mudar propriedades sensoriais, podem ser reaquecidos por microondas (contra o metal) e tem a preferência do consumidor por causa da sua conveniência. Apesar de todas estas vantagens, há algumas propriedades dos plásticos que limitam seu uso no alimento e na bebida que condiciona como: absorve sabor dos alimentos e bebidas, baixa resistência ao calor (muitos alimentos requerem a pasteurização ou a esterilização); baixa resistência mecânica (frágil); aparência pobre (VAN, 2002).

O PET é o polímero formado pela reação do ácido tereftálico e o etilenoglicol. Por sua vez, o ácido tereftálico é obtido pela oxidação do p-xileno, enquanto o etilenoglicol é sintetizado a partir do eteno, sendo ambos produtos da indústria petroquímica (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2002). O PET apresenta inúmeras vantagens como materiais de embalagem dentre elas: força mecânica, estabilidade dimensional, resistência à umidade, resistência química, excelente transparência, rigidez, e permeabilidade relativamente baixa aos gases (VAN, 2002).

O vidro é um material a base de sílica, contendo quantidades pequenas de outros materiais como boro, soda, cal e óxidos metálicos. O vidro é conhecido desde 1.600 a.C. quando era feito com o aquecimento de uma mistura de areia e cinzas de algas marinhas. Pode levar outros componentes que conferem cores características como o FeO (azul), Fe₂O₃(amarela), etc. O vidro apresenta diversas vantagens como material de embalagem, entre elas: não é atacado pelos componentes do alimento, é atraente (considerado material nobre), transparente (permitindo visualização do conteúdo, o que inspira confiança). Por outro lado, apresenta alguns inconvenientes que limitam seu uso, tais como alta densidade (o que aumenta custos de transporte), preço mais elevado, índice de quebra elevado, dificuldades de manipulação (ABIVIDRO, 2007).

2.8.Fatores que influenciam na qualidade de vida de prateleira de sucos de frutas

O sabor e o aroma são aspectos essenciais na aceitabilidade dos alimentos, mas são difíceis de serem controlados. Os ingredientes de um produto, seu processo de fabricação, o material de embalagem, a presença de produtos dentro da embalagem e as condições de estocagem podem causar modificações no sabor e reduzir a intensidade do aroma ou permitir o aparecimento de componentes de odor estranho (*off flavour*) (SARANTÓPOULOS *et al*, 2002).

O sabor e aroma podem ser alterados em função da perda de compostos voláteis através da permeação pela embalagem, pela oxidação dos compostos do aroma pelo oxigênio do ar que permeia a embalagem e/ou pela absorção de aromas indesejáveis através da permeação pelo material da embalagem (SARANTÓPOULOS *et al*, 2002).

A embalagem influi na qualidade do suco, promovendo um ambiente adequado ao seu armazenamento e manuseio, de maneira a beneficiar a sua vida de prateleira (GRAUMLICH, 1986). Para tanto, faz-se necessário que não só o produto atenda aos padrões da legislação vigente, como também, que o sistema de acondicionamento utilizado seja capaz de preservar a sua qualidade. Assim, a embalagem para sucos deve ser livre de microrganismos deteriorantes que possam se desenvolver nas condições de estocagem e comercialização, e não deve apresentar problemas de migração, nem permitir a permeação de odores estranhos que possam alterar as características sensoriais do suco (CORRÊA NETO & FARIA, 1999).

A temperatura de estocagem é considerada mais um fator importante na estabilidade e qualidade dos sucos (GRAUMLICH, 1986). A oxidação do ácido ascórbico (vitamina C) é uma das principais degradações que ocorrem em sucos, sendo fortemente afetada pelas temperaturas de processo e estocagem. A retenção da vitamina C diminui com o aumento do tempo e temperatura de estocagem. A oxidação do ácido ascórbico, além de perdas nutricionais, também produz compostos com radical carbonila que reagem com grupos amino e por polimerização produzem pigmentos escuros, os quais são responsáveis pelo escurecimento do suco (*browning*). A presença

do oxigênio dentro da embalagem é responsável pela rápida degradação inicial da vitamina C (SHAW, 1991). A principal causa da degradação da vitamina C é a oxidação aeróbica ou anaeróbica, ambas levando a formação de furaldeído, compostos que polimerizam facilmente, com formação de pigmentos escuros (BOBBIO e BOBBIO, 1992). O ácido ascórbico em presença do oxigênio pode ser oxidado pelo ácido ascórbico oxidase, originando ácido diidroascórbico que poderá dar origem ao ácido α -cetogulônico e ao furfural e posteriormente a polímeros escuros (LADEROZA e DRAETTA, 1991).

O oxigênio influencia também a qualidade e estabilidade dos sucos de frutas integrais e concentrados. Ele pode estar presente dissolvido, no espaço livre da embalagem (oxigênio residual) ou pode permear através da embalagem (GRAUMLICH, 1986). O oxigênio promove tanto a oxidação de ácido ascórbico, como também de compostos de sabor, afetando a qualidade sensorial e nutricional de sucos (VAN, 2002).

As principais alterações bioquímicas ocorridas durante o processamento e armazenamento de frutos são relacionadas à ação de enzimas, escurecimento enzimático e não enzimático e à oxidação e degradação de pigmentos. As enzimas que atuam sobre as substâncias pectinas dos frutos podem ser divididas em dois grupos; ao primeiro pertence à pectinametilesterase que hidrolisa os grupos metil éster liberando ácido péctico (cadeias de ácido D-galacturônico, livres de metoxilas) e metanol, sendo o segundo grupo formado pela poligalacturonase que despolimeriza as moléculas de ácido poligalacturônico pela hidrólise das ligações α -1,4-glicose entre unidades de ácidos galacturônico. Em sucos, a degradação parcial do conteúdo de pectina pela poligalacturonase resulta na agregação de diferentes tipos de partículas, desestabilizando o produto (LADEROZA e DRAETTA, 1991; PERERA e BALDWIN, 2001).

As enzimas envolvidas no processamento de frutos que causam alterações na cor dos alimentos são de natureza oxidativa e atuam sobre os substratos naturais encontrados nas frutas, produzindo substâncias coloridas e podendo lhes causar alterações no sabor, no aroma e no valor nutritivo (MENEZES e DRAETTA, 1980; LADEROZA e DRAETTA, 1991).

Podem-se controlar as reações oxidativa causadas por enzimas pela remoção do oxigênio, pelo emprego de inibidores como o dióxido de enxofre, pelo uso de antioxidantes, tais como ácido ascórbico e ácido cítrico (PERERA e BALDWIN, 2001) e pelo tratamento térmico do produto (LADEROZA e DRAETTA, 1991).

A maior parte das reações de perda de nutrientes ocorre durante o processamento, ou mesmo antes dele, ao passo que no armazenamento, essas alterações ficam limitadas a componentes mais vulneráveis, como é o caso de determinadas vitaminas. A vitamina C é provavelmente a mais sensível de todas, sendo destruída pelo calor e por oxidação. Portanto, durante o armazenamento a embalagem deve preservar o teor de vitamina C remanescente do processamento, criando e mantendo, ao redor do produto, um microambiente com teores baixos de oxigênio, a fim de minimizar a oxidação (SARANTOPOULOS *et al.*, 2001).

A adequação da embalagem ao produto minimiza as alterações indesejáveis, aumentando a estabilidade do alimento. Entretanto, em função do tempo de contato do produto com a embalagem, ocorrem interações (exceção feita às embalagens de vidro, que não interagem significativamente com o alimento) (AZEREDO, 2004).

A embalagem de vidro é considerada um material inerte, não acarretando problemas relacionados à migração de compostos. O vidro é o único material de embalagem que não transfere sabores estranhos ao alimento. Por outro lado, os sistemas de fechamento da maioria das embalagens de vidro são de material plástico ou metálico, o que pode resultar em algum grau de migração. As embalagens de vidro são impermeáveis a gases e vapores, desde que asseguradas sua integridade e hermeticidade do fechamento. Por outro lado, permite a passagem de luz, especialmente se não receberem a adição de pigmentos (AZEREDO, 2004).

A embalagem do tipo PET, por sua vez, não é inerte permitindo que ocorra o transporte de compostos como vapores de água, gases, compostos voláteis, monômeros entre o produto, a embalagem e o ambiente. A qualidade e a vida de prateleira dos sucos envasados em embalagem de PET depende

fortemente das propriedades químicas e físicas do PET e das interações entre a embalagem durante o período de armazenamento (VAN, 2002).

Entretanto, os plásticos constituem a classe de embalagem que mais interage com os alimentos e com o ambiente. Assim, vários compostos provenientes do ambiente interno ou externo podem ser transportados através do polímero, resultando em alterações contínuas e gradativas da qualidade do produto. O transporte de oxigênio do ambiente externo para o produto pode aumentar a taxa de oxidação das vitaminas, proteínas, pigmentos e lipídeos, comprometendo a qualidade sensorial e nutricional do alimento. O transporte de compostos voláteis do produto para o ambiente externo pode, também, afetar negativamente o sabor do alimento. Por outro lado, pode haver interação direta do polímero com o alimento, como ocorre no caso da migração de compostos de baixo peso molecular presentes na estrutura do polímero para o produto, afetando sua segurança e qualidade (AZEREDO, 2004).

Contudo, estudos sobre permeabilidade e absorção de compostos presentes em sucos ainda são bastante limitados e às vezes contraditórios, pois depende de muitos parâmetros como temperatura de armazenamento e tipo de material de embalagem (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2002).

Saint-Eve *et al.* (2006) estudaram a influência da embalagem polipropileno (PP) e poliestireno (PS) nas características sensoriais de iogurtes aromatizados, durante armazenamento de 28 dias a 4°C, comparando com o comportamento desse produto na embalagem de vidro. Foi observado que a percepção das notas frutais e a quantidade de compostos voláteis decresceram de 2º ao 14º dia. Compostos como acetato de etila, furaneol e limoneno decresceram durante a estocagem (53,2% para o limoneno do 2º ao 28º dia). Esses dados corroboraram com estudos anteriores realizados por Lubbers *et al.*, (2004), os quais observaram um decréscimo de alguns compostos voláteis durante a estocagem de iogurtes aromatizados, em embalagens plásticas. Em geral, o efeito tempo foi maior que o efeito da embalagem, mas foram observadas diferenças entre as três embalagens. Iogurtes embalados PS e vidro apresentaram comportamento similar. Notas de defeitos apareceram no final do tempo de armazenamento, principalmente para iogurtes em OS, provavelmente devida à migração de moléculas pequenas do material de

embalagem para o alimento. O produto envasado em embalagem de vidro apresentou o menor decréscimo. As propriedades dos polímeros (maior densidade do poliestireno) poderiam explicar esse comportamento pela cinética de sorção, isto é, a sorção é menor no poliestireno que no polipropileno, mostrando que para a embalagem de poliestireno parece ser preferível para evitar perdas das notas frutais.

Nielsen (1994) relata em estudos sobre sucos armazenados em diferentes embalagens observou que alguns compostos aromáticos da embalagem plástica podem migrar para o suco e interagir com seus constituintes causando degradação do ácido ascórbico. Sucos de limão e laranja armazenados em polipropileno (PP) e polietileno tereftalato (PET) têm menos compostos aromáticos como limoneno do que sucos armazenados em garrafas de vidro. O limoneno diminuiu, provavelmente, por causa da oxidação ou absorção, foi encontrado que dentro de seis dias 40% do limoneno e outros voláteis de aroma e 60% de terpenos foram absorvidos no polietileno. A absorção de compostos aromáticos em embalagens poliméricas foram sesquiterpenos, terpenos, aldeídos e álcoois. O filme de polietileno provoca um aumento na taxa de escurecimento e redução na intensidade de aroma (CHARARA *et al.*, 1992).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

O suco de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) integral foi obtido em uma rede de supermercados em Fortaleza-CE. Foram selecionadas duas marcas de suco, uma em embalagem PET e outra em vidro, ambas de 500ml, as quais foram armazenadas a temperatura ambiente ($\pm 26^{\circ}\text{C}$) por um período de 120 dias.

A cada 60 dias, iniciando no tempo zero do armazenamento, os sucos eram analisados quanto às suas características físico-químicas, composição de voláteis e intensidade de aroma e sabor.

3.2. Análises Físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata para três repetições de cada amostra, sendo uma garrafa considerada uma repetição.

3.2.1. pH

O pH foi determinado em potenciômetro QUIMIS, previamente calibrado com soluções tampões de pH 4,0 e 7,0, conforme AOAC (1992).

3.2.2. Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de SST foi determinado através da leitura dos graus Brix em refratômetro de bancada Analytikjena, compensando-se a leitura para 20°C , de acordo com BRASIL (2005).

3.2.3. Acidez total titulável (ATT)

A ATT foi determinada segundo normas do BRASIL (2005), pela titulação de 1mL de suco com solução de NaOH 0,1N e expressa em porcentagem de ácido cítrico.

3.2.4. Cor

As análises foram realizadas de acordo com a metodologia de RANGANNA (1977). A 10 mL da amostra foram adicionados 10 mL de água destilada e 30 mL de álcool etílico absoluto. Em seguida procedeu-se agitação por 10 minutos e filtração. Os filtrados foram submetidos à leitura da absorbância em espectrofotômetro marca MICRONAL, modelo B582, ajustado ao comprimento de onda de 420nm. Para o branco utilizou-se 20 ml de água destilada, acrescidos de 30mL de álcool etílico absoluto.

3.2.5. Açúcares redutores, não redutores e totais.

Obtidos pelo método de Miller (1959). Os açúcares redutores e os açúcares totais foram expressos em gramas de glicose por 100mL de suco, enquanto os açúcares não redutores foram determinados pela diferença dos teores de açúcares totais e redutores. Os resultados foram expressos em gramas de sacarose por 100mL de suco.

3.2.6. Ácido ascórbico

Os teores de vitamina C foram determinados por titulometria (método de Tilmans modificado) conforme metodologia descrita nas normas analíticas BRASIL (2005).

3.3. Isolamento dos compostos voláteis

O isolamento dos compostos voláteis foi realizado pelo método de enriquecimento dos vapores do *headspace* em polímero poroso por sucção (FRANCO e RODRIGUEZ-AMAYA, 1983) (Figura1).

O polímero usado foi Porapak Q, 80-100 mesh (Waters-Associates), cujo condicionamento foi feito a 180°C por 24 h, sob fluxo de gás nitrogênio ultra puro de 30mL/min. Após cada análise, a limpeza do polímero foi realizada com solvente seguido de recondicionamento por 8 horas.

Para o isolamento dos voláteis do suco integral de maracujá, uma alíquota de 200g de suco foi colocada no balão do sistema de captura de voláteis sendo em seguida adicionada de NaCl P.A 30% p/p no tempo de 2,5h. Posteriormente os compostos capturados foram eluídos do polímero com 300µL de diclorometano dando origem a um isolado. As condições de captura e eluição foram padronizadas de acordo com procedimento descrito por JALES (2005). Os isolados foram analisados por cromatografia gasosa de alta resolução.

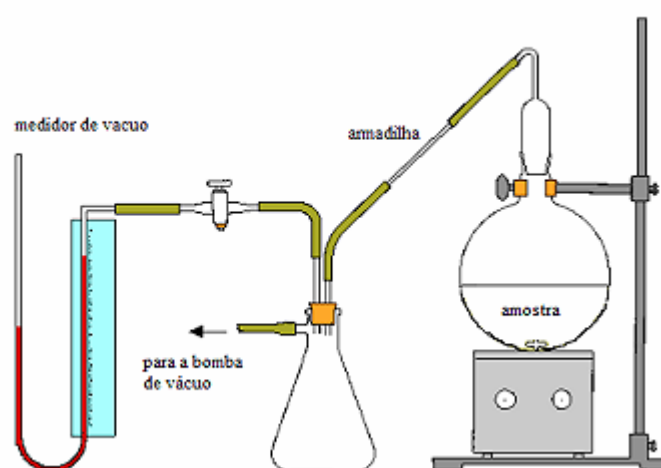


FIGURA 1-Sistema de captura de voláteis por sucção, montado CNPAT.

3.4. Análise Cromatográfica

Os isolados foram analisados por cromatografia gasosa de alta resolução (CGAR) no Laboratório de Análises de Alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical, em cromatógrafo gasoso VARIAN, modelo CP-3380, acoplado a um microcomputador equipado com o programa STAR WORKSTATION versão 6.00.

Foi utilizada uma coluna capilar CP Sil 8 CB equivalente a DB-5, com 30 m comprimento, 0,25mm de diâmetro interno e espessura do filme da fase ligada de 0,25 µm. O injetor empregado foi do tipo *split/splitless*, no modo *splitless* cuja temperatura foi de 250°C. A temperatura do detector de ionização de chama (DIC) foi de 250°C e o fluxo do gás de arraste, hidrogênio, de 30 mL/min. A programação da coluna teve início com temperatura de 30°C, sendo elevada até 150°C a 3°C/min em seguida até 220 °C a 20 °C/min, permanecendo nessa temperatura por 2 minutos (JALES,2005).

3.5. Identificação dos compostos voláteis

Os isolados dos voláteis do suco de maracujá integral também foram analisados em um cromatógrafo gasoso acoplado a espectrômetro de massas (CG-EM) SHIMADZU modelo QP-2010 no Laboratório de Análises de Alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical. As análises foram realizadas nas mesmas condições cromatográficas descritas no item 3.3.

A identificação dos compostos foi baseada na forma de fragmentação através da comparação do espectro de massas do composto desconhecido com os espectros de massas da biblioteca NIST 2002. Índices de retenção também foram calculados e comparados àqueles descritos na literatura (JENNINGS E SHIBAMOTO, 1980) ou obtidos via "Internet" (NIST, 2005), para auxiliar a identificação do composto. Compostos para os quais não foi possível encontrar o índice de retenção teórico foram considerados "tentativamente identificados".

O método para calcular o índice de retenção consiste na introdução de uma série de n-alcenos (de C10 a C21) conjuntamente com a amostra

analisada, através da adição de 1,0 µL da mistura de alcanos a 1,0 µL da amostra em uma microseringa e posterior injeção em cromatógrafo gasoso, utilizando as mesmas condições cromatográficas reportadas no item 3.3.

3.6. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com provadores treinados para avaliar a intensidade do aroma e sabor característico do suco integral do maracujá.

3.6.1. Seleção e treinamento dos provadores

Os provadores foram recrutados dentre os funcionários e pesquisadores da Embrapa Agroindústria Tropical que já haviam sido pré-selecionados em trabalhos anteriores quanto à sua acuidade sensorial normal. Inicialmente, os indivíduos foram treinados em reconhecer o aroma e sabor de suco de maracujá natural e posteriormente foram selecionados quanto seu poder discriminativo e a reprodutibilidade.

Para avaliação do aroma, os julgadores receberam três (3) amostras, uma de suco natural do maracujá (amostra padrão) e as outras duas de suco integral de embalagens diferentes do tipo PET e vidro, sem diluição. Os julgadores deveriam avaliar a intensidade de aroma dos sucos através de uma escala linear não estruturada de 9 cm, sempre comparada com uma amostra padrão, em três repetições, utilizando a ficha de resposta apresentada na Figura 2.

As amostras utilizadas foram servidas em cálices formato tulipa à temperatura ambiente. Os cálices contendo 50 mL da amostra foram cobertos com vidro de relógio, codificados com números aleatórios de três dígitos e apresentados de forma balanceada. Os testes foram realizados em cabines individuais sob luz branca.

Para avaliação do sabor, os julgadores receberam três (3) amostras, uma de suco natural do maracujá (amostra padrão), as outras duas de suco

integral em embalagens diferentes do tipo PET e vidro diluídas em água até atingir 2,0°Brix. Essa diluição foi previamente padronizada, de forma que o sabor do suco fosse percebido sem saturar o paladar do provador, visto que o suco integral de maracujá é muito forte e extremamente ácido.

Os julgadores deveriam avaliar a intensidade do sabor característico de cada amostra em relação ao suco de maracujá padrão, em três repetições, utilizando a ficha de resposta apresentada na Figura 3.

As amostras utilizadas foram servidas em copos descartáveis de 50 mL a temperatura ambiente. Os copos contendo em torno de 30mL de amostra, codificados com números aleatórios de três dígitos e apresentados de forma balanceada. Os testes foram realizados em cabines individuais sob luz branca.

Os dados de cada provador foram submetidos à análise de variância para cada descritor tendo como fontes de variação: amostra e repetição, através do programa estatístico “Statistical Analytical Systems” (SAS, 1999).

Para compor a equipe descritiva foram selecionados aqueles julgadores que apresentaram bom poder discriminativo ($p_{amostra} < 0,30$); boa reprodutibilidade nos julgamentos ($p_{repetição} > 0,05$) e consenso com os demais membros do grupo, segundo metodologia proposta por Damásio e Castell (1991).

3.6.2. Análise da intensidade do aroma e sabor de maracujá

Na análise da intensidade do aroma de maracujá, os julgadores receberam três (3) amostras, uma de suco natural do maracujá como amostra padrão e as outras duas de suco integral de embalagens diferentes do tipo PET e vidro, sem diluição.

Os julgadores deveriam avaliar a intensidade de aroma dos sucos através de uma escala linear não estruturada de 9 cm, sempre comparada com uma amostra padrão, em três repetições, utilizando a ficha de resposta apresentada e servidas conforme descrito no item anterior.

Na análises de intensidade de sabor do maracujá, os julgadores receberam três (3) amostras, uma de suco natural do maracujá como amostra padrão, diluído em água até atingir 2,0°Brix e as outras duas de suco integral em embalagens diferentes do tipo PET e vidro diluído em água até atingir 2,0°Brix.

Os julgadores deveriam avaliar a intensidade do sabor característico de cada amostra em relação ao suco de maracujá padrão, em três repetições, utilizando a ficha de resposta e servido conforme descrito no item anterior.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão pelo procedimento RSREG do programa estatístico “Statistical Analytical Systems” (SAS, 1999).

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1.Estudo do comportamento do suco de maracujá integral envasado em embalagem de vidro ao longo do período de armazenamento.

4.1.1.Caracterização físico-química do suco de maracujá integral envasado em embalagem de VIDRO ao longo do período de armazenamento.

Na Tabela 3 são representados os valores das médias e desvios padrão das análises físico-químicas para caracterização do suco de maracujá integral envasado em embalagem de VIDRO, ao longo do período de armazenamento.

Observa-se na Tabela 3 que o teor de sólidos solúveis totais (°Brix), acidez, pH, e cor não apresentaram variação significativa no decorrer do tempo de armazenamento. No entanto, o teor de vitamina C apresentou uma grande oscilação caindo de 25,78 mg / 100mL no tempo inicial, a 10,09 mg / 100mL no final do período estudado, indicando uma redução de 39,12% nos teores de vitamina C.

Silva (1999) quando estudou o armazenamento de polpa de acerola em diferentes embalagens e temperaturas, verificou redução do teor de ácido ascórbico em todas as condições avaliadas. Com 90 dias de armazenamento à temperatura ambiente, o teor de ácido ascórbico da polpa pasteurizada e acondicionada em vidro, diminuiu cerca de 22%.

Ainda na Tabela 3 observa-se que nos açúcares totais os teores mantiveram-se entre 7,96 e 9,24% e os açúcares redutores mantiveram também ao longo do período de armazenamento entre 6,07 e 7,67% glicose.

Tabela 3: Médias das análises físico-químicas do suco de maracujá integral do lote VIDRO durante o período de armazenamento.

Tempo (dias)	0	30	60	90	120
Acidez					
(% ác. cítrico)	3,46 ± 0,03	3,70 ± 0,05	3,50 ± 0,05	3,50±0,03	3,48 ± 0,07
Vitamina C					
(mg/100mL)	25,78±1,56	24,76±1,76	23,70±1,27	18,32±0,00	10,09±1,03
pH	3,0 ± 0,01	3,0 ± 0,01	3,0 ± 0,00	3,04±0,07	3,04 ± 0,02
SST (°Brix)	12,50±0,00	12,33 ±0,06	12,30±0,00	11,97±0,15	12,13 ± 0,06
Cor					
(Absorb. 420nm)	0,15 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,18±0,02	0,14 ± 0,01
AT (%glicose)	8,20±0,22	9,24 ± 0,63	8,46 ± 0,20	8,33±1,08	7,96 ±1,03
AR (%glicose)	6,07 ± 1,19	6,20 ± 0,67	7,20 ±1,20	7,10±1,07	7,67 ±1,09

4.1.2.Comportamento dos compostos voláteis e perfil sensorial do suco de maracujá integral envasado em embalagem de VIDRO

Os sucos de maracujá integrais em estudo são de procedências distintas e, portanto, de duas marcas diferentes, uma em embalagem PET que será denominada de lote PET e outra em vidro denominada por lote VIDRO, ambas de 500ml. Portanto, foi determinado o perfil de voláteis de cada um dos lotes, separadamente, no tempo zero de armazenamento.

O cromatograma representativo do lote VIDRO é apresentado na Figuras 4, apresentando 39 picos.

Na Tabela 4 são apresentados os compostos detectados no lote VIDRO de suco de maracujá integral, com as respectivas áreas relativas no cromatograma e os índices de retenção determinados no experimento (IR).

O suco do lote VIDRO caracterizou-se por apresentar mais de 80% da área do cromatograma correspondendo ao butanoato de etila, com menores porcentagens de área relativa dos demais compostos. Outros compostos que podem ser considerados majoritários foram: propanoato de etila (5,66%), hexanol (1,16%) e hexanoato de etila (1,16%). No suco do lote VIDRO foram detectados 10 ésteres, 9 álcoois, 4 cetonas, 7 terpenos, 3 aldeídos, 4 ácidos, 2 hidrocarbonetos.

A maioria desses compostos detectados como majoritários no lote VIDRO do suco de maracujá integral também foram detectados por diversos autores como majoritários em sucos e polpas de maracujá de diferentes procedências, como é o caso dos compostos hexanoato de hexila, (E)-3-hexenol, (Z)-3-hexenol, propanoato de etila, dentre outros.

Foram detectados também compostos com baixas áreas relativas, mas na literatura foram detectados como majoritários. São eles: ácido butanóico, ciclopentanona, butanoato de hexila, acetato de hexila, álcool benzílico, furfural, 1-pentanol, Linalool, limoneno e beta-mirceno, entre outros.

Dentre os compostos de importância odorífera para a formação do aroma e sabor característico do maracujá, determinados pelos autores citados Jordan *et al.* (2002) e Jales *et al.* (2005) cinco foram detectados em ambos

lotes de suco de maracujá do presente estudo em quantidades acima de traços e, portanto, foram utilizados para monitorar o comportamento do perfil de voláteis ao longo do armazenamento nas duas diferentes embalagens, PET e VIDRO. São eles: butanoato de etila (frutal, doce), (E)-3-hexenol (maracujá, frutal), (Z)-3-hexenol (maracujá, mato), benzaldeído (verde, mato), hexanoato de etila (frutal, doce).

Observa-se na Tabela 4 que a grande maioria dos compostos voláteis do suco de maracujá embalado em garrafas de VIDRO não apresentou grande variação na área relativa do seu pico cromatográfico, levando-se em conta que os resultados de uma análise cromatográfica podem apresentar um coeficiente de variação de até 20%.

No entanto, alguns compostos de alta volatilidade (picos do início do cromatograma) apresentaram um considerável decréscimo da área relativa, ao longo do armazenamento, por exemplo, (Z)-3-hexenol, acetato de 3-metil butila, acetato de 2-metil butila e 2-metil-propanoato de etila. Outros compostos presentes nas amostras do lote VIDRO também parecem ser sensíveis ao armazenamento como acetato de hexila e alfa-metil-benzenometanol.

Como foi dito anteriormente, dentre os compostos detectados no suco do lote VIDRO foram encontrados 5 (cinco) compostos identificados na literatura como sendo importantes para o aroma característico do maracujá e portanto, foram escolhidos para serem monitorados no experimento. A Figura 5 apresenta as áreas relativas desses compostos em três épocas do armazenamento.

Analisando o comportamento dos compostos observa-se que, (E)-3-hexenol, (Z)-3-hexenol, benzaldeído, hexanoato de etila e o butanoato de etila apresentaram uma pequena ou nenhuma oscilação no período estudado apresentando ao final do armazenamento um percentual de área praticamente igual ao início do experimento. Esse comportamento foi esperado, uma vez que a embalagem de vidro é uma excelente barreira a vapores orgânicos.

O aumento na concentração de compostos de odores desagradáveis em suco de maracujá pode está correlacionado com a alteração do perfil sensorial o que pode prejudicar a qualidade do produto. De acordo com a literatura alguns compostos podem ser índices de verificação da qualidade

sensorial dos sucos de frutas como as cetonas, furfural, ácido octanóico entre outros.

Na Tabela 4, as concentrações de compostos de odores característicos do maracujá diminuíram como, por exemplo, propanoato de etila (floral, maracujá, verde), acetato de hexila (frutal) e (Z)-3-hexenol (maracujá, mato), enquanto que compostos de odores desagradáveis como 3-metil-2-butenol (cozido), furfural (alho, borracha) aumentaram no decorrer do período de estudo o que contribuirá possivelmente para redução da qualidade do suco de maracujá integral.

Tabela 4: Porcentagens de áreas relativas médias dos compostos voláteis do suco de maracujá integral envasado em embalagem de VIDRO ao longo do período de armazenamento.

Picos	IR	Compostos	Tempos (dias)		
			0	60	120
2	<800	Pentanal	tr	nd	tr
4	<800	3- hidroxí-2-butanona	tr	nd	tr
5	<800	Propanoato de etila	5,67	4,17	4,50
6	<800	3-metil-butenol	0,33	0,20	0,39
7	<800	2-metil-butenol	0,15	0,11	0,49
8	<800	3-metileno-2-pentanona	0,26	0,10	0,23
9	<800	2-metil-propanoato de etila	0,27	0,11	0,10
10	<800	Tolueno	nd	tr	nd
11	<800	1-pentanol	tr	tr	tr
12	<800	3-metil-2-butenol	0,23	0,45	0,92
15	<800	Ciclopentanona	0,11	0,16	0,35
16	<800	Ácido butanóico	0,13	0,13	0,14
17	803	Butanoato de etila	81,55	81,39	84,46
19	834	Furfural	0,19	0,55	tr
21	854	(E)-3-hexenol	0,34	0,14	0,30
22	858	(Z)-3-hexenol	0,43	0,38	0,27
23	866	Ácido 3-metil butanóico	tr	tr	tr
24	874	Hexanol	1,16	1,35	1,17
25	880	Acetato de 3-metil butila	0,43	0,24	nd
26	882	Acetato de 2-metil butila	0,14	nd	nd
28	891	2-heptanona	nd	nd	nd
29	899	Butanoato de propila	nd	nd	nd
33	963	Benzaldeído	0,90	1,48	0,82
34	972	Tetrahydro-2, 2,6-vinil-2H-Piran	0,44	0,56	0,83
36	987	Ácido heptanóico	tr	tr	tr
37	990	Beta-mirceno	0,38	0,44	0,49
38	1000	Hexanoato de etila	1,16	1,19	1,12
39	1005	3-undecino	0,22	0,31	0,41
41	1015	Acetato de hexila	0,12	0,11	nd
43	1029	D-limoneno	0,12	0,14	0,12
45	1042	Álcool benzílico	tr	tr	tr
50	1062	Alfa-metil-bezenometanol	0,15	0,45	nd
51	1072	(Z)-óxido de linalool	0,13	0,16	0,22
52	1084	Terpinoleno	tr	tr	tr
53	1087	(E) - oxido de Linalool	nd	tr	nd
54	1099	Beta-linalool	nd	tr	nd
55	1184	Acido benzóico	nd	tr	nd
57	1190	Acetato de 2 - feniletila	nd	tr	tr
58	1193	Butanoato de hexila	tr	tr	tr

Nd - não detectado pelo DIC

Tr - compostos detectados em quantidades traços (<0,01%)

IR - Índice de retenção
%área

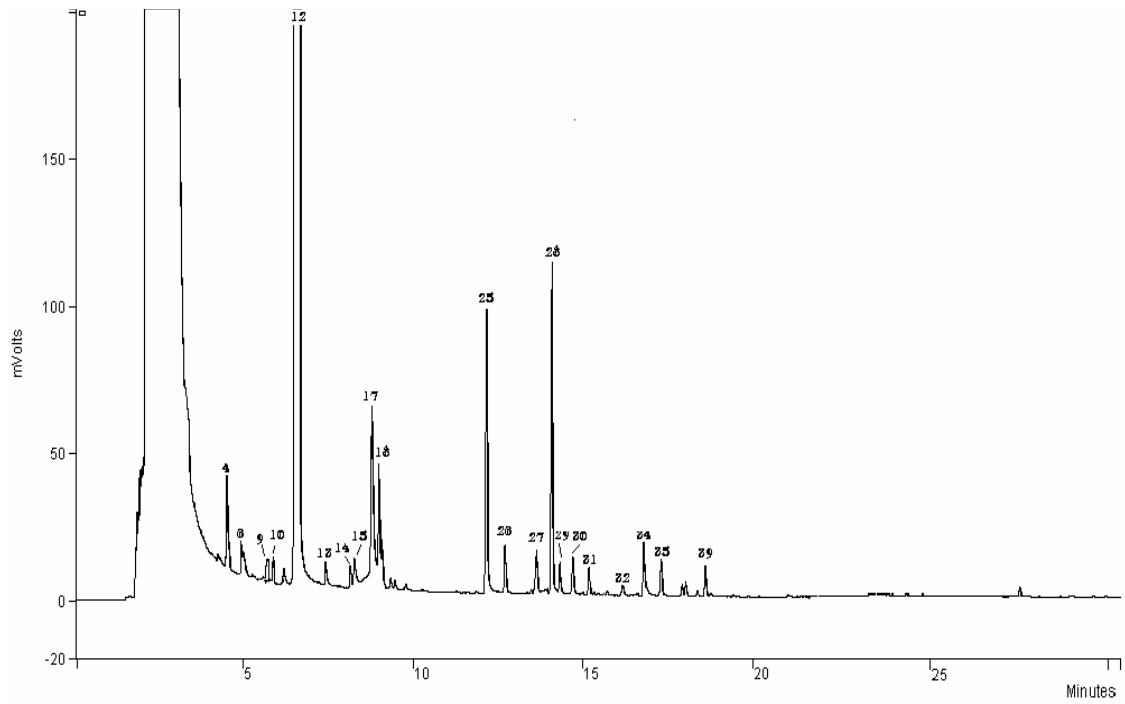


Figura 4: Cromatograma dos voláteis do suco de maracujá integral envasado em embalagem de VIDRO.

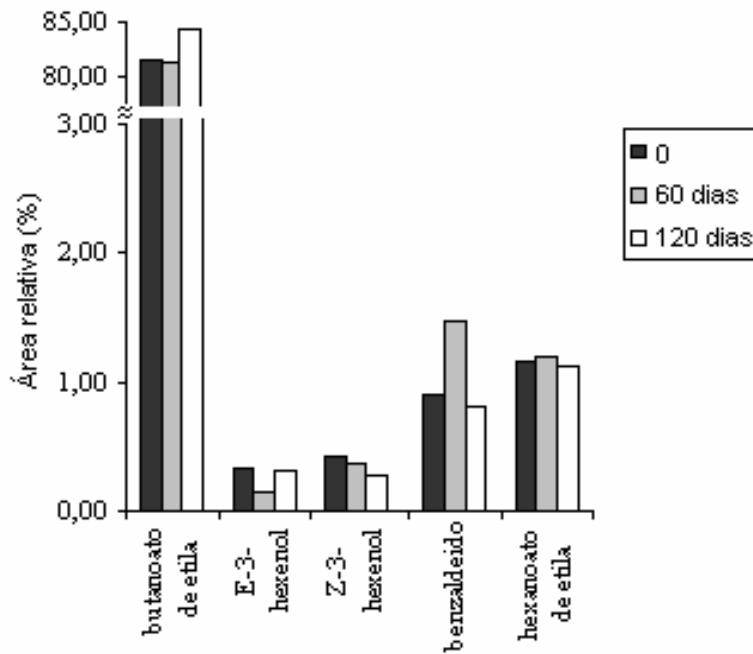


Figura 5: Variação das áreas relativas dos compostos presentes no suco de maracujá envasado em embalagem de vidro

Na Tabela 5 são representados os valores de F e significância estatística da análise de regressão dos atributos sensoriais do suco de maracujá envasado em embalagem de VIDRO. Observa-se que nem o modelo linear nem o quadrático foram significativos a $p \geq 0,05$ para ambos os atributos. No entanto, traçou-se a linha de tendência dos dados, como pode ser visualizado nas Figuras 6 e 7. Na Tabela 6 são apresentados às médias dos atributos sensoriais para o suco de maracujá integral do lote VIDRO nos diferentes tempos de armazenamento.

Foi observada na Figura 6 e 7 uma ligeira tendência à diminuição da intensidade do aroma e sabor característico de maracujá no suco. Provavelmente, se o estudo tivesse se estendido por mais tempo teria sido possível observar um decréscimo significativo em sua qualidade sensorial.

Tabela 5: Valores de F e significância estatística da análise de regressão dos atributos sensoriais do suco de maracujá envasado em embalagem de VIDRO.

Regressão	G.L	Aroma	Sabor
Linear	1	1,16 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Quadrática	1	0,41 ^{ns}	0,97 ^{ns}
Falta de ajuste	2	0,19 ^{ns}	0,37 ^{ns}

ns - não significativo ($p \geq 0,05$)

Tabela 6: Médias dos atributos sensoriais para suco de maracujá integral envasado em embalagem de VIDRO nos diferentes tempos de armazenamento

Tempo (dias)	Aroma	Sabor
0	4,75	5,07
30	4,61	4,83
60	4,50	4,46
90	4,47	4,55
120	4,59	4,60

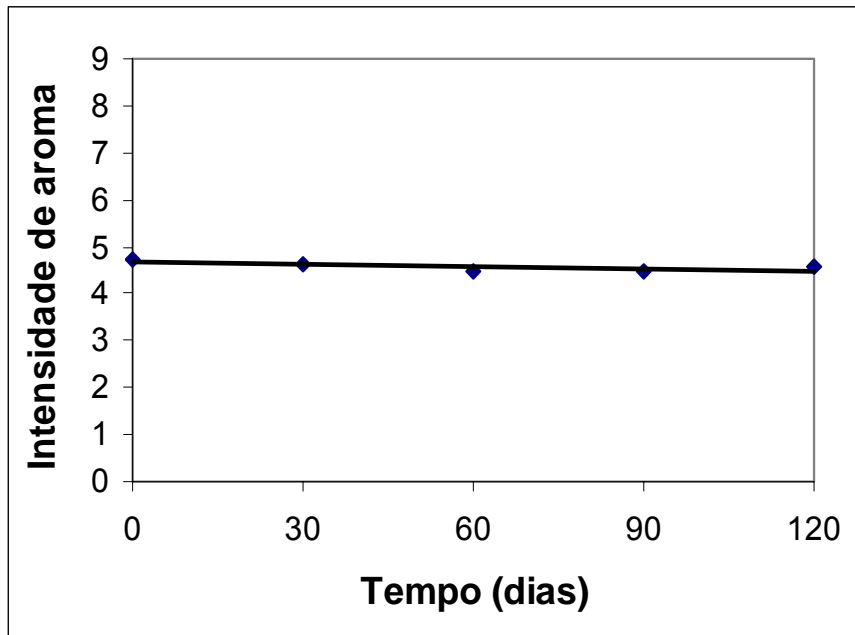


Figura 6: Média dos provadores com relação à intensidade de aroma através de uma escala linear não estruturada de 0 a 9 cm (0=fraco e 9=igual ao padrão) ao longo do período de armazenamento do suco de maracujá integral do lote VIDRO.

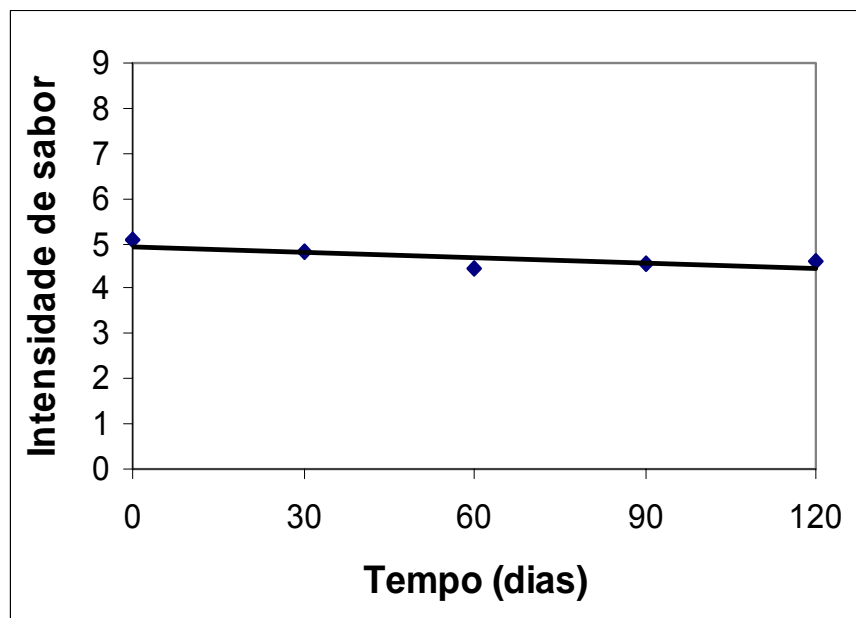


Figura 7: Média dos provadores com relação à intensidade de sabor através de uma escala linear não estruturada de 0 a 9 cm (0=fraco e 9=igual ao padrão) ao longo do período de armazenamento do suco de maracujá integral do lote VIDRO.

4.2. Estudo do comportamento do suco de maracujá integral envasado em embalagem do tipo PET ao longo do período de armazenamento.

4.2.1. Caracterização físico-química e perfil dos compostos voláteis dos sucos de maracujá integral envasados em embalagem de PET ao longo do período de armazenamento.

Na Tabela 7 são representados os valores das médias e desvios padrão das análises físico-químicas para caracterização do suco de maracujá integral envasado em embalagem de PET, ao longo do período de armazenamento.

Observa-se na Tabela 7 que acidez, pH, sólidos solúveis totais (°Brix) e cor do suco do envasado em embalagem do tipo PET permaneceram praticamente constantes no decorrer do tempo de armazenamento. As médias das análises de vitamina C oscilaram entre 19,88 a 11,57 mg /100mL de ácido ascórbico ao longo do período estudado, indicando uma redução de 58,20% nos teores de vitamina C. A degradação do ácido ascórbico depende de fatores como concentração da vitamina C, pH, conteúdo de oxigênio, exposição à luz, temperatura de estocagem e processamento (ARAÚJO, 1999).

Ainda na Tabela 7, observa-se que os teores de açúcares totais mantiveram-se entre 5,08% e 6,50% enquanto que os açúcares redutores variaram de 4,88% a 5,91%, ao longo do período de 120 dias.

Tabela 7: Médias das análises físico-químicas do suco de maracujá integral do lote PET durante o período de armazenamento.

Tempo (dias)	0	30	60	90	120
Acidez (% ác.cítrico)	3,38±0,06	3,37±0,04	3,27±0,02	3,24±0,02	3,23±0,01
Vitamina C (mg/100mL)	19,88±0,00	13,55±1,64	13,69±0,00	11,67±1,16	11,57±0,00
pH	3,0±0,01	2,98±0,01	3,0±0,00	3,05±0,01	3,07±0,00
SST (°Brix)	10,10±0,00	10,10±0,10	10,03±0,06	10,03±0,06	10,07±0,11
Cor (absorb.420nm)	0,18±0,01	0,16±0,00	0,18±0,01	0,18±0,01	0,19±0,00
AT (%glicose)	6,08±0,37	6,50±0,37	5,08±0,14	5,72±0,96	5,85±0,87
AR (%glicose)	4,88±0,04	4,88±0,54	5,26±0,59	5,64±0,54	5,91±0,32

4.2.2.Comportamento dos compostos voláteis e perfil sensorial do suco de maracujá integral envasado em embalagem de VIDRO.

Foi determinado o perfil de voláteis do lote PET, no tempo zero de armazenamento. O cromatograma representativo do lote PET é apresentado na Figura 8, contendo 47 picos. Na Tabela 8 são apresentados os compostos detectados no lote PET do suco de maracujá integral, com as respectivas áreas relativas no cromatograma e os índices de retenção determinados no experimento (IR).

No suco do lote PET foram detectados 12 álcoois, 12 ésteres, 4 cetonas, 11 terpenos, 2 aldeídos, 2 ácidos e 4 hidrocarbonetos. Os compostos majoritários foram butanoato de etila (18,53%), hexanol (18,61%), hexanoato de etila (6,71%), benzaldeído (4,17%), Z-ocimeno (3,90%), beta-mirceno (3,89%) e (Z)-3-hexenol (3,41%).

Observa-se também na Tabela 8 que a grande maioria dos compostos voláteis do suco de maracujá embalado em garrafas de PET não apresentou grande variação na área relativa do seu pico cromatográfico, levando-se em conta que os resultados de uma análise cromatográfica podem apresentar um coeficiente de variação de até 20%.

No entanto, alguns compostos de alta volatilidade (picos do início do cromatograma) apresentaram um considerável decréscimo da área relativa, ao longo do armazenamento, a saber: 1- butanol, 3-hidroxi-2-butanona, 3-metil-butanol e butanoato de etila. Outros compostos presentes nas amostras do lote PET também parecem ser sensíveis ao armazenamento como 6-metil-5-hepten-2-ona, limoneno e acetato de (Z)-3-hexenila.

A maioria desses compostos detectados como majoritários no lote PET do suco de maracujá integral também foram detectados como majoritários por diversos autores como é o caso dos compostos carbonato de dietila, limoneno, ciclopentanona, (Z)-3-hexenol, 1-butanol, entre outros.

Foram detectados também compostos com baixas áreas relativas, mas na literatura foram detectados como majoritários. São eles: butanoato de hexila, 2-pentanol, (E)-3-hexenol, furfural, álcool benzílico, entre outros.

Como foi dito anteriormente, dentre os compostos detectados no suco do lote PET foram encontrados 5 (cinco) compostos identificados na literatura como sendo importantes para o aroma característico do maracujá e portanto, foram escolhidos para serem monitorados no experimento. A Figura 9 apresenta as áreas relativas desses compostos em três épocas do armazenamento.

Analisado o comportamento dos compostos monitorados na Figura 9, observa-se que somente o butanoato de etila apresentou no decorrer do tempo de armazenamento, uma diminuição no percentual de área, indicando a perda desse composto durante a vida de prateleira. O (E)-3-hexenol, (Z)-3-hexenol, benzaldeído e hexanoato de etila apresentaram uma pequena ou nenhuma oscilação no período estudado apresentando ao final do armazenamento percentual de área praticamente igual ao início do experimento.

O aumento na concentração de compostos de odores desagradáveis em suco de maracujá pode ser correlacionado com a alteração do perfil sensorial o que pode prejudicar o aroma e sabor característico do produto. De acordo com a literatura mencionada anteriormente alguns compostos são índices de verificação da qualidade sensorial dos sucos de frutas como se pode observa na Tabela 8 que as concentrações de compostos de odores característicos do maracujá diminuíram como, por exemplo, (Z)-3-hexenol (maracujá, mato), limoneno (frutal, herbal), 6-metil-5-hepten-2-ona (frutal, coco, doce), butanoato de etila (frutal, doce) e acetato de (Z)-3-hexenila (frutal, banana) enquanto que compostos de odores desagradáveis como furfural (alho, borracha), estireno (plástico) dentre outros aumentaram no decorrer do período de estudo o que contribuirá, possivelmente, para a diminuição da qualidade sensorial do suco de maracujá integral.

Tabela 8: Porcentagens de áreas relativas dos compostos voláteis do suco de maracujá integral envasado em embalagem do tipo PET ao longo do período de armazenamento

Picos	IR	Compostos	Tempo (dias)		
			0	60	120
1	<800	1-butanol	1,24	1,38	0,7
2	<800	2-pentanol	0,70	0,94	0,55
4	<800	3-hidroxi-2-butanona	2,64	2,25	tr
6	<800	3-metil-butanol	2,26	3,75	1,65
7	<800	2-metil-butanol	1,92	nd	1,9
10	<800	Tolueno	2,59	nd	5,28
11	<800	1-pentanol	0,62	0,75	0,8
12	<800	3-metil-2-butenol	0,51	0,47	0,45
13	<800	2,4-pentanodiona	tr	tr	tr
14	<800	Carbonato de dietila	1,10	1,44	1,28
15	<800	Ciclopentanona	2,47	3,01	2,35
16	<800	Acido butanóico	tr	tr	tr
17	803	Butanoato de etila	18,53	17,65	13,17
18	815	Acetato de butila	tr	tr	tr
19	834	Furfural	0,99	1,20	1,25
20	849	(E)-2-butanoato de etila	0,45	0,51	0,5
21	854	(E)-3-hexen-1-ol	0,49	0,51	0,47
22	859	(Z)-3-hexen-1-ol	3,41	3,21	2,92
24	875	Hexanol	18,61	16,55	15,99
27	890	Estireno	1,37	1,66	1,57
28	891	2-heptanona	1,45	1,65	1,91
30	903	2-heptanol	nd	tr	tr
31	912	Hexanoato de metila	tr	tr	tr
32	927	3-hidroxi butanoato de etila	tr	tr	tr
33	964	Benzaldeído	4,17	3,31	4,3
34	972	Tetrahydro-2, 2,6-vinil-2H-Piran.	5,63	7,09	6,75
35	987	6-metil-5-hepten-2-ona	0,62	0,66	tr
37	991	beta-mirceno	3,89	5,08	5,6
38	1001	Hexanoato de etila	6,71	5,05	6,46
39	1005	3-undecino	1,57	1,57	2,34
40	1007	Acetato de (Z)-3-hexenila	0,65	0,55	0,42
41	1015	Acetato de hexila	0,61	0,76	0,72
42	1017	m-xileno	tr	tr	tr
43	1030	Limoneno	2,55	2,20	1,48
44	1033	Eucaliptol	nd	tr	tr
45	1036	Álcool benzílico	tr	tr	tr
46	1039	(E)-ocimeno	0,38	tr	0,34
47	1047	Tetrahydro-2,2-dimetil-5-(metil-1-propenil)-Furan	nd	tr	1,2
48	1050	(Z)-ocimeno	3,90	2,94	3,91
49	1060	Terpineno	tr	tr	nd
51	1072	(Z) - oxido de linalool	0,74	tr	0,64
52	1085	Terpinoleno	1,03	0,74	1,2
53	1087	(E) - oxido de Linalool	0,39	0,38	0,31
55	1182	Ácido benzóico	tr	tr	tr
56	1187	Butanoato-(Z)-3-hexenila	nd	nd	nd
57	1189	Acetato de 2 - feniletila	tr	tr	nd
58	1193	Butanoato de hexila	tr	nd	tr

Nd - não detectado pelo DIC;

Tr - compostos detectados em quantidades traços (<0,01%);

IR - Índice de retenção;

%área.

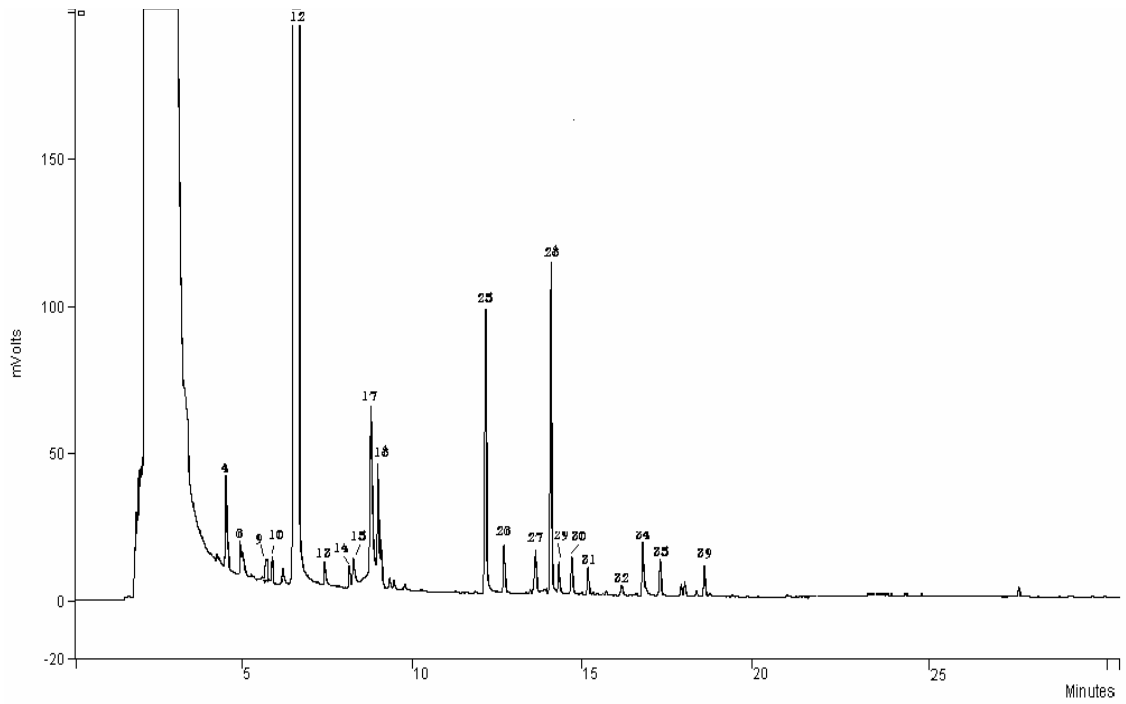


Figura 8: Cromatograma dos voláteis do suco de maracujá integral envasado em embalagem do tipo PET.

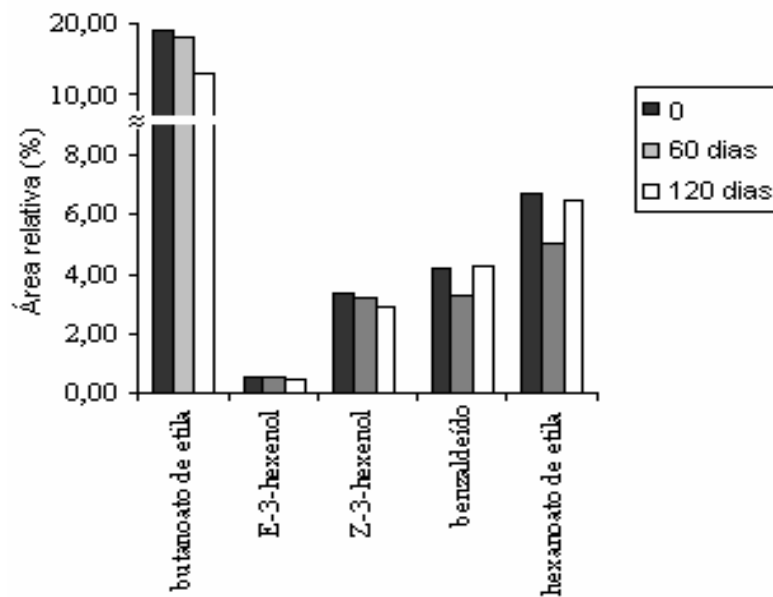


Figura 9: Variação das áreas relativas dos compostos presentes no suco de maracujá envasado em embalagem do tipo PET.

Na Tabela 9 são representados os valores de F e significância estatística da análise de regressão dos atributos sensoriais do suco de maracujá envasado em embalagem do tipo PET. Observa-se que nem o modelo linear nem o quadrático foram significativos a $p \geq 0,05$ para ambos os atributos. No entanto, traçou-se a linha de tendência dos dados, como pode ser visualizado nas Figuras 10 e 11. Na Tabela 10 são apresentados às médias dos atributos sensoriais para o suco de maracujá integral do lote PET nos diferentes tempos de armazenamento.

Nas Figuras 10 e 11 observa-se uma ligeira tendência à diminuição da intensidade do aroma e sabor característico de maracujá no suco. Provavelmente, se o estudo tivesse se estendido por mais tempo teria sido possível observar um decréscimo significativo em sua qualidade sensorial.

Tabela 9: Valores de F e significância estatística da análise de regressão dos atributos sensoriais do suco de maracujá envasado em embalagem do tipo PET.

Regressão	G.L.	Aroma	Sabor
Linear	1	0,08 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Quadrática	1	0,16 ^{ns}	0,52 ^{ns}
Falta de ajuste	2	1,86 ^{ns}	0,67 ^{ns}

ns - não significativo ($p \geq 0,05$)

Tabela 10: Médias dos atributos sensoriais para suco de maracujá integral envasado em embalagem do tipo PET nos diferentes tempos de armazenamento

Tempo (dias)	Aroma	Sabor
0	4,91	5,46
30	4,71	4,97
60	4,83	4,86
90	4,90	5,18
120	4,26	4,90

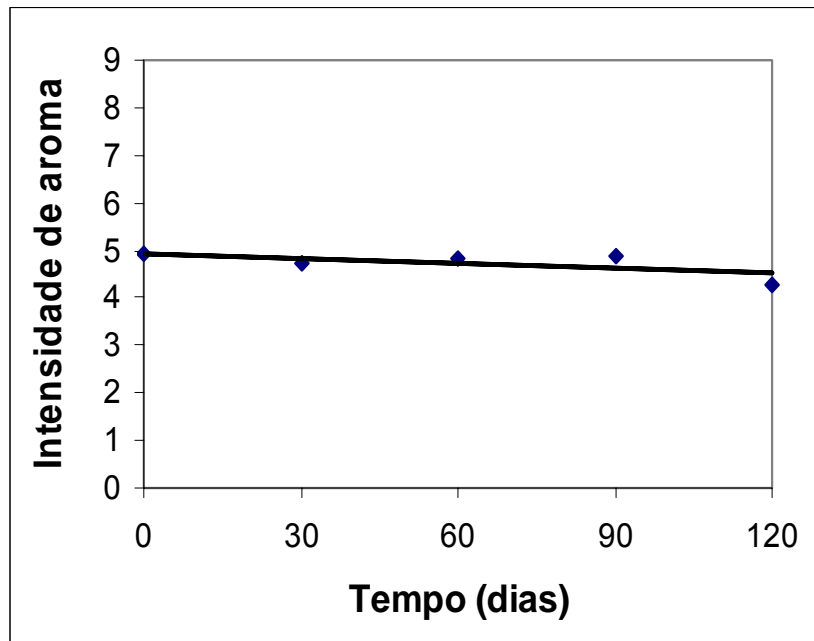


Figura 10: Média dos provadores com relação à intensidade de aroma através de uma escala linear não estruturada de 0 a 9 cm(0 = fraco e 9 = igual ao padrão) ao longo do período de armazenamento do suco de maracujá integral do lote PET.

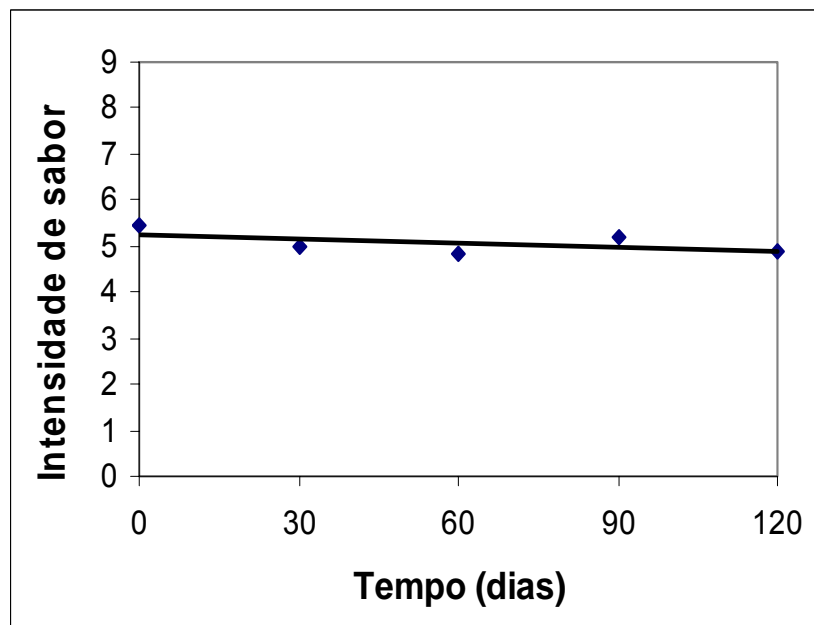


Figura 11: Média dos provadores com relação à intensidade de sabor através de uma escala linear não estruturada de 0 a 9 cm(0 = fraco e 9 = igual ao padrão) ao longo do período de armazenamento do suco de maracujá integral do lote PET.

5.CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos dentro das condições experimentais do presente trabalho, pode-se concluir que:

Os sucos de maracujá integral envasado em embalagens de VIDRO e PET mantiveram uma estabilidade físico-química ao longo do período de armazenamento, apresentando, no entanto, uma redução de 39,1 % e 58,2 % nos teores de vitamina C para VIDRO e PET, respectivamente.

Os compostos voláteis monitorados do lote VIDRO não variaram ao longo do período de armazenamento mantendo também o aroma e o sabor característicos do suco.

Dentre os compostos voláteis monitorados do lote PET, apenas o butanoato de etila diminuiu ao longo da estocagem, sem, no entanto, provocar alterações significativas na intensidade do aroma e sabor do produto, dentro do período estudo.

6.SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

De acordo com a compreensão das possibilidades de pesquisa na área de estabilidade de sucos tropicais que este trabalho inspirou, sugerem-se as seguintes pesquisas futuras:

- A realização de estudos da embalagem do tipo PET quanto às propriedades dos polímeros (porosidade, permeabilidade e migração).
- A realização de estudos de outros tipos de embalagens como polipropileno (PP).
- A realização das análises físico-químicas, sensoriais e cromatográficas de sucos de mesmo lote, envasado em diferentes embalagens, facilitando a comparação dos resultados.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIVIDRO. **Vidros para embalagem**: Potes para alimentos, frascos e garrafas para bebidas, produtos farmacêuticos, higiene pessoais e mais incontáveis outras aplicações:...Disponível em: [htt // www.abividro.org.br](http://www.abividro.org.br). Acesso em junho de 2007.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999.p.416.

AQUINO NETO, F.R. de; NUNES, D. da S. e S. **Cromatografia: princípios básicos e técnicas afins**. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 2003.

AMAYA-FARFAN, J.; DOMENE, S. M. A.; PADOVANI, R. M. DRI. Síntese comentada das novas propostas sobre recomendações nutricionais para antioxidantes. **Rev. Nutrição**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 71-78, 2001.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY) – **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**.12 ed.washington-DC:[S.I.],1992.

AZEREDO, H.M.C. de; FARIA, J.A. F; BRITO, E.S. Embalagens e estabilidade de alimentos.In:AZEREDO, H. M. C. de. Fundamentos de estabilidade de alimentos. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, p.151, 2004.

BARBOSA, P.R.L. DIAS, R.G.C. A embalagem como diferencial competitivo na organizações.Disponivelem:[htt://www.fa7.edu.br/rea7/artigos/volume1/artigos/embalagem.doc](http://www.fa7.edu.br/rea7/artigos/volume1/artigos/embalagem.doc). Consultado em 23 maio de 2007.

BINA, M. Dados nutricionais do maracujá. Disponível em: <www.saudepar.com>. Acesso em 07 jul. 2006.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, F.O. Pigmentos naturais. In: **Introdução à química de alimentos**. 2 ed., 1. reimpr. São Paulo: Livraria Varela, 1992, cap. VI, p. 191-223.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa nº1, de 7 de Janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura. **Diário Oficial da União**, Brasília, nº6, 10 de Janeiro. 2000. Seção I, p. 54-58. [Aprova os Regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas].

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Método Físico-Químico para Análises de Alimentos** / Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância - Brasília: Ministério da Saúde, p. 1018, edição IV, 2005.

CARVALHO, A. M. Melhoramento cultural do maracujazeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 1., Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1974. Doc II, p. 1-9.

CARVALHO, A.J.C. de; MARTINS, D.P.; MONERAT, P.H.; SALASSIER, B. Produtividade e qualidade do maracujazeiro amarelo em resposta à adubação potássica sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 333-337, 1999.

CHARARA, Z.N. WILIANS, R.H. SCHIMIDT, R.H.; MARSHALL, M.R. Orange Flavor absorption into various polymeric packaging materials. **Journal of Food Science**. v. 57, p. 963-968, July, 1992.

CECCHI, H.M. Cromatografia Gasosa. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2ª edição. Campinas, São Paulo. Editora Unicamp, 2003.

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

CIENFUEGOS, F.; VITSMAN, D. **Análise instrumental**. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 2000.

COSTA, M. C. O. da. **Estudo da estabilidade do suco de caju (*Anacardium occidentale L.*) preservado pelos processos *hot fill* e asséptico**. 1999. 81 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

COSTA, J.R.M.; LIMA, C.A. de A.; LIMA, E.D.P. de A.; CAVALCANTE, L.F.; OLIVEIRA, F.K.D de; Caracterização dos frutos de maracujá amarelo irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.143-146, 2001.

COLLINS, H.; BRAGA, G.L.; BONATO, P.S. Fundamentos de Cromatografia. Campinas, SP. Editora Unicamp, p.17-42, 2006.

DE PAULA, B.; MORAES, I.V.M;CASTILHO, C.C.;GOMES, F.S.;MATTA,V.M.;CABRAL,L.M.C.Melhoria na eficiência da clarificação de suco de maracujá pela combinação dos processos de microfiltração e enzimático.**B.CEPPA**,Curitiba,v.22,n.2,p.311-324,jul/dez.2004.

DELLA MODESTA, R.C.; GONÇALVES, E.B.; ROSENTHAL, A.; SILVA, A.L.S.e; FERREIRA, J.C.S. Desenvolvimento do perfil sensorial e avaliação sensorial/instrumental de suco de maracujá. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.2, p.345-352, abril - junho, 2005.

DURIGAN, J.F. Colheita e conservação pós-colheita. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO**, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, n.5, p. 388, 1998.

DUCRUET, V.; FOURNIER, N.; SAILLARD, P.; FEIGENBAUM, A; GUICHARD, E. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.5, 2001, p.2290.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br>>. Acesso em: 04 maio 2007.

EMPRESAS de sucos crescem. **Revista Brasil Alimentos**, n 34, maio. 2006. Disponível em: <<http://www.brasilalimentos.com.br/>>. Acesso em: 11 maio. 2007.

ENGEL, K.H.; TRESSL, R. Identification of new sulfur-containing volatiles in yellow passion fruits (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 39, p. 2249-2252, 1991.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2003, 652p.

ETTRE, L.S. The Kovats retention index system. **Analytical Chemistry**.v36, p.31A-41A, 1964.

FRANCO, M.R.B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Trapping of soursop (*Annona muricata*) juice volatile on Porapak Q by suction **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.34, n.3,p.293-299,1983.

FRANCO, M.R.B.; JANZANTTI, N.S.; Aroma de frutas Tropicais: Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M.R.B. (Ed.). **Aroma e sabor de alimentos: Temas atuais**. São Paulo, Editora Varela, 2004.

FANG, T.; CHEN, H.E.; CHIOU, L.M.J.; Effects of heat treatment and subsequent storage on the quality of passion fruit (*Passiflora edulis*) juice. **Symposium of International Federation of Fruit Juice Producers.Proceedings**...Den Haag [s.n.], p.105-123, 1986.

FERRARI, R.A.; COLUSSI, F.; AYUB, R.A. Caracterização de subprodutos da Industrialização do maracujá-aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, São Paulo, v.26, n.1, p.101-102, abril, 2004.

FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. Produtos. In: MATSUURA, F.C.A.; FOLEGATTI, M.I.S. **Maracujá Pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, p.13-15, 2002, (Frutas do Brasil; 23).

GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. Embalagens para alimentos. São Paulo. Editora Nobel, p.105, 1941.

GOMES,C.Pó da casca do maracujá.Disponível em: <<http://www.plenaformasauade.com.br>>. Acesso em: 07 jul., 2006.

GREMLI, H. **Flavour changes in plastic containers**: a literature review. *Perfumer & Lavorist*. v. 21, p.1-8, 1996.

GRAUMLICH, T.R., MARCY, J.E. & ADAMS, J.P.. Aseptically packaged orange juice and concentrate: a review of the influence of processing and packaging conditions on quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, D.C., v. 34, n. 3, p. 402-405, 1986.

JENNINGS, W.; SHIBAMOTO, T. **Qualitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography** NY: Academic Press, 472p, 1980.

JALES, K.A. **Efeito do processamento sobre os constituintes voláteis do suco de maracujá.** Fortaleza, 2005.p.34. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará.

JANZANTTI, N.S.; **Compostos voláteis e qualidade de sabor de cachaça.** Campinas, p.200, 2004. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas.

JOULAIN, D. Modern analysis methodologies: use and abuse. **Perfumer & Flavorist.** v.19, p. 5-17,1994.

JORDAN, M.J.; GOODNER, L.K.; SHAW, P.E. Characterization of the aromatic profile in aqueous essence and fruit juice of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims F. *Flavicarpa degner*) by GC-MS and CG/O. **Journal of agricultural and food chemistry.** v.50, n.6, p.1523-1528, 2002.

LADEROZA, M. DRAETTA, I.S. Enzimas e Pigmentos – Influências e Alterações durante o processamento. In: SOLLER, M.P. et al. **Manual de Industrialização de frutas,** Campinas-SP: ITAL – Rede de informações de Tecnologia Industrial Básica, Campinas-SP, n 18, p.17-30, 1991.

LIMA, A de A: O cultivo do maracujá. Cruz das almas, BA: **Embrapa mandioca e Fruticultura,** p.130.1999.(Embrapa mandioca e Fruticultura, 35).

LIMA, A. de A.; CARDOSO, C.E.L.; SOUZA, J.S; PIRES,M.M.Comercialização do maracujazeiro.**Embrapa Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,** n.29,agosto 2006.

LUBBERS, S.; DECOURCELLE,N.; VALLET,N.; GUICHARD,E. Flavor release and rheology behavior of strawberry fatfree stirred yogurt during storage. **Journal of agricultural and food chemistry,**v.52, n.10, p.3077-3082, 2004.

MACHADO, S.S. CARDOSO, R.L. MATSUURA, F.C.A.U. FOLEGATTI, M.I.S. Caracterização física e físico-química de frutos de maracujá amarelo provenientes da região de Jaguaquara-Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas - BA, v. 15, n. 2, jul./dez., 2003.

MACLEOD, A.J.; CAVE, S.J. Volatiles components of eggs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 26, n.3, p.351, 1975.

MAIA, G. A.; MONTEIRO, J. C. S.; GUIMARÃES, A. C. L. Estudo da estabilidade físico-química e química do suco de caju com alto teor de polpa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 21, n. 1, p. 43-46, jan./abr. 2001. ISSN 0101-2061.

MATSUURA, F.C.A.U., **Maracujá Pós-colheita**. Brasília: Embrapa informações tecnológica, p.13-15, 2002, (Frutas do Brasil; 23).

MENEZES, H.C.; DRAETTA, I.S. Bioquímica das Frutas Tropicais. In :MENEZES, H.C.;DRAETTA, I.S.**Alguns Aspectos Tecnológicos das frutas Tropicais e seus produtos**.São Paulo: ITAL, Série frutas tropicais.n10,cap.I,p.9-17,1980.

MELETTI, L.M.M.; SCOTTI, M.D.S.; BERNACCI, L.C. Caracterização fenotípica de três seleções de maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis Sims*). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, São Paulo, v.27, n.2, p.268-272. Agosto 2005.

MILLER, G.L. Us for dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytic Chemistry**, Washington, v.31, p.426-428, 1959.

MOTA, L.R. Controle de qualidade de embalagens flexíveis para biscoitos. **Trabalho de obtenção de título de graduação em Engenharia de Alimentos**, Universidade Católica de Goiás (UCG). Goiânia, Goiás, maio, 2004.

NAGATO, L.A.F.; RODAS, M.A. de B.; TORRE, J.C. de M.D.;CANO, C.B.;YOTSUYANAGI, K.Parâmetros físicos e químicos e aceitabilidade sensorial de sucos de frutas integrais, maracujá e uva, de diferentes marcas comerciais brasileiras.**Brasilian Journal of Food Tecnology**, v.6,p.127-136, 2003.

NAGY, S.; RANDALL, V.Use of furfural content as an index of storage temperature abuse in commercially processed orange juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.21, n.2, p.272-275, 1973.

NARAIN, N.; ALMEIDA, J.das N.; GALVÃO, M. de S.; MADRUGA, M.S.; BRITO, E.S.Compostos voláteis dos frutos de maracujá (*Passiflora edulis forma Flavicarpa*) e de cajá (*Spondias mombin L.*) obtidos pela técnica de headspace dinâmico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v.24, n.2, p.212-216,2004.

NARAIN, N.Headspace Análises de Constituintes Voláteis do maracujá (*Passiflora edulis forma Flavicarpa*). **Tese do Concurso Público de Professor Titular**. Departamento de Nutrição, UFPE, Recife. 1993, p.109.

NARAIN, N. Aroma de frutas Tropicais: III. Maracujá e Cajá. In: FRANCO, M.R.B. (Ed.). **Aroma e sabor de alimentos: Temas atuais**. São Paulo, Editora Varela, 2004.

NILSEN, T.Limonene and Myrcene Sorption into Refillable Polyethylene Terephthalate Bottles, and Washing Effects on Removal of Sorbed Compounds. **Journal of Food Science**. v.59, p.227–230, January, 1994.

O maracujá, fruto do maracujazeiro, é uma planta trepadeira da família das ... A polpa, parte comestível do maracujá, é formada por sementes pretas cobertas ... Disponível em: <<http://www.geocities.com.htm>>.Consultado em 15 de maio de 2007.

OLIVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, M.R.F.; BORGES, S.V.; RIBEIRO, P.C. do N.; RUBACK, V.R., Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v.22,p.259-262,2002.

PARLIMENT, T. H. Some volatile constituents of passion fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 1972, 20, p.1043-1045.

PERERA,C.O.;BALDWIN,E.A.Biochemistry of fruits and its implication on Processing.In:ARTHEY,D.;ASHURST,P.R.**Fruit Processing:nutricion,products and Quality Management**.2nd edition,2001,Garthersburg-Maryland: AN ASPEN PUBLICATION, p.19-33,2001.

Poda de Fruteiras. O maracujá-amarelo tornou-se uma espécie de importância significativa no... Além das espécies de maracujá normalmente cultivadas, existem centenas de... Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br>>. Consultado em 15 de maio de 2007.

PINHEIRO, A.M.; FERNANDES A.G.; FAI, A. E. C.; PRADO, G.M.; SOUSA, P.H.M.; MAIA, G.A. Avaliação química, físico-química e microbiológica de suco de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.1, p.98-103, janeiro-março, 2006.

RANGANA, M. **Manual of analysis of fruits and vegetable products**. New Delhi: MacGraw-Hill, p.643, 1997.

RITZINGER, R.; MANICA, I.; RIBOLDI, J. Efeito do espaçamento e da época de colheita sobre a qualidade do maracujá amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.241-245, 1989.

ROSSI, A.D. Comercialização de maracujá: situação atual, perspectiva e mercado de exportação. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO

MARACUJAZEIRO, 6.2003, Campos dos Goytacazes, RJ. **Anais...Campos dos Goyatazes RJ,2003.**

ROCCO, C.S. **Determinação de fibra alimentar total por método gravimétrico não-enzimático.** Curitiba, 1993, 102 p. Dissertação (Mestrado), Departamento de Engenharia Química, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A.R.; VOLPE, C.A.; OLIVEIRA, J.C. de; DURIGAN, J.F.; BAUMGARTNER, J.G.; SILVA, J.R. da; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M.E; PEREIRA,V.P. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção.**Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais. Brasília: Embrapa-SP, p.64,1996.

SADLER G, PARISH M, DAVIS J and VAN CLIEF D. Flavor-Package Interaction, in *Fruit Flavors*, Ed by Rouseff RL and Leahy MM. ACS Symposium Series 596, **American Chemical Society**, Washington DC, p. 202- 210 ,1995.

SARANTÓPOULIS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.de; COLTRO, L.; ALVES, R. M.V.; GARCIA, E.E.C. **Requisitos de Conservação de Alimentos em Embalagens Flexíveis.** Campinas: CETEA / ITAL, 2001.

SARANTÓPOULIS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.de; COLTRO, L.; ALVES, R. M.V.; GARCIA, E.E.C. **Embalagens plásticas flexíveis: Principais polímeros e avaliação de propriedades.** Campinas: CETEA / ITAL, 2002.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Retenção, Absorção e perda de Aromas em embalagens plásticas. **Jornal de plásticos.** Edição on line. Disponível em: <[http/ www.jorplast.com.br](http://www.jorplast.com.br)>. Acesso: maio de 2007.

SAS (Statistical Analysis System) for Windows, versão 8, USA: Microsoft Corporation, 1999.1CD-ROOM.

SANDI, D.; CHAVES, J.B.P.; PARREIRAS, J.F.M.; SOUZA, A.C.G; DA SILVA, M.T.C.; Avaliação da qualidade sensorial de suco de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) submetido a pasteurização e armazenamento. **Boletim CEPPA**, v.2,n.1,p.141-158, 2003.

SAINT-EVE, A.; LEVY, C.; MOIGNE, M.L.; COIC, S.; DUCRUET, V.; SOUCHON, I. Packaging material and formulation of flavoured yoghurts: how to choose the kind of polymer in accordance with the yoghurt composition? In: W.L.P. Bredie and M.A.Petersen (Editors). **Flavour Science: Recent Advances and Trends**, p.269-272, 2006.

Setor de Embalagens. Disponível em: < www.setordeembalagens.com.br. > Acesso em: 20 abril 2007.

SILVA, T.V.; RESENDE, E.D.de; VIANA, A. P.; ROSA, R.C.C.; PEREIRA, S. M.de F. CARLOS, L. de A.; VITORAZI, L. Influência dos estádios de maturação na qualidade do suco de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, São Paulo, v.27, n.3, p.472-475. Dezembro 2005.

SILVA, M.F.V. **Efeito de diferentes tratamentos e embalagens nas características de polpa e na determinação dos teores de ácido ascórbico e das antocianinas durante o armazenamento**. Campinas, p.224,1999. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

STAMFORD, T. L. M.; FERNANDES, Z. F.; CAVALCANTE, M. L.; FREITAS, C. P.; GUERRA, N. B.; VIEIRA, R.. Ração animal a partir de resíduos de frutos fermentados. Parte 1: Maracujá. **Boletim**, SBTCA, v.17, n.1, p.107 – 117 1983.

SOARES, L. C.; OLIVEIRA, G. S. F.; MAIA, G. A. et al. Obtenção de bebida a partir de suco de caju (*Anacardium occidentale*, L.) e extrato de guaraná (*Paullinia cupana sorbilis* Mart. Ducke). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 387-390, ago. 2001. ISSN 0100-2945.

SHAW, P.E. & MOSHONAS, M.G. Ascorbic acid retention in orange juice stored under simulated consumer home conditions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 3, p. 867-868, 1991.

TAVARES, J.T.Q.de; SILVA, C.L.; CARVALHO, L.A.de; SILVA, M.A.; SANTOS, C.M. G. TEIXEIRA, L.J.; SANTANA, R.S. Aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio em maracujá amarelo. *Magistra*, Cruz das Almas - BA, v. 15, n. 1, Jan. / jun., 2003.

TODA FRUTA. O grande mercado do maracujá. **Produção de suco e polpa de maracujá**. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/>> Acesso em: maio de 2007.

THOMAZINI, M.; FRANCO, M.R.B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **SBCTA**, v.34, n.1, p.52-59, 2000.

VERAS, M.C.M.; PINTO, A.C.Q.de; MENEZES, J.B. de. Influência da época de produção e dos estádios de maturação nos maracujás doce e ácido nas condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.35, n.5, p.959-966, maio 2000.

WALLIS, G. - "A evolução do mercado brasileiro de embalagem e sua inserção no mercado internacional", in: **Anais Brasil Pack Trends 2005** – Seminário Embalagem, Distribuição e Consumo, Campinas-SP (2000).

VAN, WILLIGE R.; SCHOOLMEESTER,D.; OOIJ,A.VAN; LINSSEN,J.; VORAGEN,A. Influence of Storage time and temperature on absorption of flavor compounds from solutions by plastic packaging materials. **Journal of Food Science**, v.67, n.6, p.2023-2031, 2002.

VAN, WILLIGE R. **Effects of flavour absorption on foods and their packaging materials**. Wageningen University, the Netherlands. p.140, 2002.