

AURÉLIA SANTOS FARAONI

**DESENVOLVIMENTO DE SUCOS MISTOS DE FRUTAS TROPICAIS  
ADICIONADOS DE LUTEÍNA E EPIGALOCATEQUINA GALATO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS- BRASIL  
2009

AURÉLIA SANTOS FARAONI

**DESENVOLVIMENTO DE SUCOS MISTOS DE FRUTAS TROPICAIS  
ADICIONADOS DE LUTEÍNA E EPIGALOCATEQUINA GALATO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 6 de julho de 2009.

---

Paulo César Stringheta  
(Coorientador)

---

Valéria Paula Rodrigues Minim  
(Coorientador)

---

Sônia Machado Rocha Ribeiro

---

Luciano José Quintão Teixeira

---

Afonso Mota Ramos  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos que contribuíram para minha vitória com os quais quero dividir as alegrias da conquista:

A Deus, fonte inesgotável de amor e presença incondicional em minha vida. A Ele a glória e louvor.

Aos meus pais, Aurélio e Ednice, que literalmente embarcaram comigo nesta caminhada.

Aos meus avós Edgard e Eunice, Sexto e Emma “in memoriam”. Aos queridos tios, Edgar e Eni, aos primos, Edgard e Ednan.

A Universidade Federal de Viçosa, instituição de excelência acadêmica e ao Departamento de Tecnologia de Alimento, pela oportunidade de realizar a Pós-Graduação.

Ao meu Orientador, Professor Afonso Mota Ramos, grande amigo, agradeço a confiança em mim depositada e o belo exemplo que passa para seus orientados com sua firmeza e retidão de caráter. Carinhoso agradecimento a Mara, Vítor e Júlia.

Ao Professor Paulo César Stringheta, meu coorientador, grande mestre, seguro e entusiasmado, ilumina e contagia a todos facilitando a nossa caminhada.

A Professora Valéria Paula Rodrigues Minim, coorientadora, sempre atenciosa, exigente e cuidadosa, preocupada em incentivar a formação de bons profissionais.

A Professora Sônia Machado Rocha Ribeiro, do Departamento de Nutrição e Saúde, pela valiosa ajuda no experimento com ratos e pela participação na Banca Examinadora e Exame de Qualificação.

Ao Professor Luciano José Quintão Teixeira pela alegria que me proporcionou ao aceitar participar da Banca Examinadora.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pelo inestimável auxílio na estatística.

A Professora Nilda de Fátima F. Soares, sempre solícita, orientando, aconselhando ou cedendo o Laboratório de Embalagem. Agradeço sua participação no Exame de Qualificação.

As Professoras Helena Maria Pinheiro Sant’Ana e Neuza Maria Brunoro Costa, pelos conhecimentos transmitidos e permissão do uso do Laboratório.

Quero demonstrar o meu respeito, admiração e eterna gratidão aos mestres das matérias que cursei: Afonso Mota Ramos, Carlos Roberto da Silva,

Fernando Pinheiro Reis, Helena Maria Pinheiro Sant'Ana, José Benício Paes Chaves, José Carlos Gomes, Mônica Ribeiro Pirozi, Nélio Jose de Andrade, Nilda de Fátima F. Soares, Paulo César Stringheta, Rita Márcia Andrade Vaz de Mello, Valéria Paula Rodrigues Minim. Vocês foram fundamentais nessa conquista.

Aos estagiários, verdadeiros amigos, Bruna, Danilo, Janaina, Marcos e Thiago, todos projetos de grandes profissionais, estudiosos, interessados, comprometidos. Meu agradecimento pelas horas incontáveis de laboratórios de dia ou virando a noite, sempre com alegria e entusiasmo. Desejo a todos muito boa sorte.

Ao amigo e companheiro Paulo Henrique Machado de Sousa, o meu reconhecimento pela sua disponibilidade e atenção.

Aos colegas do curso ou dos laboratórios, entre eles: Aline Arruda, Anderson, Ari, Cassiano, Daniella, Diane, Érica, Érika Endo, Fernanda, Juliana, Laura, Mayra, Mirella, Neuna, Pollyana, Roberta, Solange, Washington. O que vivemos juntos nunca esqueceremos. Agradeço pela valiosa troca de experiências que engrandeceram a todos.

A todos da UFV, a grande família ufeviana. Aos funcionários do DTA pela amizade, carinho, ajuda e grande consideração, especialmente Geralda, Vaninha, Zé Raimundo, Zé Geraldo, José Tomas (Perereca), Divino, Luiz, Adão, Juarez, Valério, Senhor Manuel, Pi, Pio e Adão do biotério.

Aos amigos, baianos, mineiros e sergipanos, a minha gratidão pelo apoio, incentivo e orações. Valeu a torcida.

A todo o povo viçosense o meu reconhecimento. Um especial agradecimento a comunidade do Silvestre pela reciprocidade na feliz convivência.

E a Viçosa querida e que jamais será esquecida, quero vê-la sempre viçosa.

## BIOGRAFIA

Aurélia Santos Faraoni, filha de Aurélio Faraoni e Ednice Santos Faraoni, nasceu em Cachoeira - Bahia, em 6 de novembro de 1978.

Iniciou seus estudos no Colégio Santo Antônio, Feira de Santana – Ba, onde fez o curso fundamental e o curso médio.

Graduou-se farmacêutica, pela Universidade Tiradentes – Sergipe, em julho de 2002. Habilitou-se em farmacêutica industrial, pela mesma Universidade, em janeiro de 2003.

Em março de 2004, iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em fevereiro de 2006.

No mesmo ano, em março, iniciou o curso de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na Universidade Federal de Viçosa. A defesa da tese ocorreu no dia 6 de julho de 2009.

# CONTEÚDO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>1.INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1- Frutas.....	3
2.1.1 - Classificação botânica e composição nutricional da acerola, manga e goiaba.....	5
2.2 - Componentes Fitoquímicos.....	11
2.3 - Sucos e néctares mistos .....	24
2.4 - Planejamento com Misturas .....	28
2.5 - Reologia .....	32
2.6 - Referência Bibliográfica.....	38
<b>3. MÉTODOLOGIA GERAL.....</b>	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO 1 - DESENVOLVIMENTO DE UM SUCO MISTO DE MANGA, GOIABA E ACEROLA UTILIZANDO DELINEAMENTO DE MISTURAS.....</b>	<b>53</b>
1. INTRODUÇÃO.....	53
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	56
2.1 - Caracterização das polpas .....	56
2.2 - Formulação de sucos mistos de manga, goiaba e acerola.....	57
2.3 - Análises Físico-química e sensorial.....	58
2.4 - Análise Estatística.....	59
3. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	60
4. CONCLUSÃO.....	68
5.REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	69

<b>CAPÍTULO 2 - INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE LUTEÍNA E EPIGALOCATEQUINA GALATO NA ACEITAÇÃO DE SUCO MISTO DE MANGA, GOIABA E ACEROLA.....</b>	<b>70</b>
1. INTRODUÇÃO.....	70
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	72
2.1 - Elaboração de sucos mistos de manga, goiaba e acerola adicionadas de luteína, epigalocatequina galato e a mistura de luteína e epigalocatequina galato.....	72
2.2 - Análise Sensorial.....	74
2.3 - Análise Estatística.....	75
3. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	75
4. CONCLUSÃO.....	77
5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	78
<b>CAPÍTULO 3 - EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE A ESTABILIDADE DOS SUCOS MISTOS DE MANGA, GOIABA E ACEROLA ADICIONADOS DE LUTEÍNA, EPIGALOCATEQUINA GALATO E DA MISTURA DE AMBOS.....</b>	<b>80</b>
1. INTRODUÇÃO.....	80
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	81
2.1- Processamento dos sucos.....	82
2.2 - Caracterização dos produtos finais e acompanhamento da estabilidade.....	83
2.3 - Avaliação Estatística.....	85
3. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	86
3.1-Análises Microbiológicas.....	101
4. CONCLUSÃO.....	101
5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	103
<b>CAPÍTULO 4 - PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE SUCOS MISTO DE MANGA, GOIABA E ACEROLA ADICIONADOS DE FITOQUÍMICOS.....</b>	<b>107</b>
1. INTRODUÇÃO.....	107
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	109

3. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	111
3.1 - Comportamento reológico.....	111
3.2 - Efeito da Temperatura.....	118
4. CONCLUSÃO.....	119
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
<b>CAPÍTULO 5 - EFEITO DO CONSUMO DE SUCOS MISTO DE MANGA, GOIABA E ACEROLA ADICIONADOS DE FITOQUÍMICOS SOBRE A GLICEMIA DE RATOS DIABÉTICOS.....</b>	<b>123</b>
1. INTRODUÇÃO.....	123
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	125
2.1 - Obtenção dos sucos.....	125
2.2 - Animais, indução do diabetes, dietas experimentais.....	126
2.3 - Coleta de amostra biológicas.....	128
2.4 – Análise dos resultados .....	128
3. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	128
4. CONCLUSÃO.....	130
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	131
<b>4. CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>133</b>

## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO DE LITERATURA

Figura 2.1 - Estrutura química da luteína.....	14
Figura 2.2 - Estrutura básica dos flavonóides.....	19
Figura 2.3 - Estrutura das catequinas.....	20
Figura 2.4 - (A) teor de catequinas em frutas ((mg/100g de peso fresco); (B) teor de catequinas em vegetais e outros produtos (mg/100g de peso fresco); (C) teor de catequinas em bebidas (mg/100mL) .....	21
Figura 2.5 - Triângulo equilátero .....	30
Figura 2.6 - Classificação dos fluidos segundo comportamento reológico.....	33
Figura 2.7 - Curvas de escoamento para fluidos Não Newtonianos independentes do tempo e para fluido Newtoniano.....	34

### CAPÍTULO 1

Figura 1.1- Ficha de análise sensorial utilizada na avaliação dos sucos mistos de manga, goiaba e acerola.....	59
Figura 1.2 - Curva de contorno do modelo quadrático referente ao atributo sensorial impressão global (1: “desgostei extremamente” a 9: “gostei extremamente”).....	65
Figura 1.3 - Curva de contorno do modelo cúbico especial referente ao pH.....	65
Figura 1.4 - Curvas de contorno do modelo quadrático referente ao teor de acidez total titulável (%)......	66
Figura 1.5 - Curvas de contorno do modelo quadrático referente à relação SST/ATT.....	67
Figura 1.6 - Curva de contorno do modelo quadrático referente ao teor de vitamina C.....	68

### CAPÍTULO 2

Figura 2.1 - Ficha de análise sensorial utilizada na avaliação dos sucos mistos de manga, goiaba e acerola adicionados de luteína, epigallocatequina galato e da mistura de ambos.....	75
--	----

### **CAPÍTULO 3**

Figura 3.1- Modelo de ficha utilizada no teste de aceitação.....	85
Figura 3.2 - Comportamento do pH durante o período de armazenamento, nos diferentes tratamentos.....	85
Figura 3.3 - Comportamento da acidez titulável (em g de ácido cítrico/100g de polpa) durante o período de armazenamento, nos diferentes tratamentos.....	91
Figura 3.4 - Comportamento da relação entre sólidos solúveis e acidez (Ratio) durante o período de armazenamento.....	92
Figura 3.5 - Comportamento do teor de açúcares redutores (g de glicose/100 mL de néctar) durante o período de armazenamento para todos os tratamentos.....	93
Figura 3.6 - Comportamento do teor de carotenóides totais com o tempo de armazenamento para todos os tratamentos.....	94
Figura 3.7 - Comportamento da quantidade de vitamina C em função do tempo de armazenamento para todos os tratamentos.....	95
Figura 3.8 - Comportamento da coordenada de cor L* (Luminosidade) em função do tempo de armazenamento.....	97
Figura 3.9 - Comportamento da coordenada de cor b* (Intensidade de amarelo) em função do tempo de armazenamento.....	97
Figura 3.10 - Comportamento da coordenada de cor a* (Intensidade de vermelho) em função do tempo de armazenamento.....	98
Figura 3.11 - Comportamento da diferença total de cor em função do tempo de armazenamento.....	98

### **CAPÍTULO 4**

Figura 4.1 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waele para o suco controle.....	116
Figura 4.2 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waele para o suco adicionado de luteína.....	117
Figura 4.3 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waele para o suco adicionado de epigallocatequina galato (EGCG).....	117
Figura 4.4 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waele para o suco adicionado de luteína epigallocatequina galato (EGCG).....	118

Figura 4.5 - Efeito da temperatura sobre a viscosidade aparente dos sucos, segundo a equação de Arrhenius linearizada..... 119

## **CAPÍTULO 5**

Figura 5.1 - Médias dos níveis glicêmicos (mg/dL) dos grupos de animais durante o tratamento por 30 dias..... 129

## LISTA DE TABELAS

### REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 2.1- Composição da acerola, manga e goiaba por 100 gramas de parte comestível.....	6
Tabela 2.2- Teor de luteína em alguns alimentos.....	15

### CAPÍTULO 1

Tabela 1.1 - Delineamento simplex aumentado de 10 tratamentos para as formulações das misturas de frutas.....	58
Tabela 1. 2 - Caracterização físico-química das polpas de frutas.....	60
Tabela 1.3 - Médias das análises sensoriais e físico-químicas dos sucos mistos obtidos a partir do delineamento de mistura.....	62
Tabela 1.4 - Análise de variância dos modelos obtidos para as propriedades físico-químicas e sensorial dos sucos mistos.....	63

### CAPÍTULO 2

Tabela 2.1 - Concentrações dos fitoquímicos, luteína e Epigallocatequina Galato, nos sucos mistos.....	73
Tabela 2.2 - Resumo da análise de variância da aceitabilidade dos sucos mistos adicionados de Luteína, Epigallocatequina galato e da mistura de ambos.....	76
Tabela 2.3 - Médias dos parâmetros sensoriais, Sabor e Impressão global (I.Global) dos tratamentos com fitoquímicos, sucos mistos adicionados de Luteína, Epigallocatequina Galato (EGCG) e da mistura de ambos, em diferentes concentrações.....	76

### CAPÍTULO 3

Tabela 3.1 - Concentrações dos fitoquímicos, luteína e epigallocatequina galato (EGCG), nos sucos mistos.....	82
Tabela 3.2 - Resumo da análise de variância das características físico-químicas, pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (ATT), relação SST/ATT, viscosidade (VISC), açúcares redutores (AR) e açúcares totais (AT), dos sucos mistos.....	87
Tabela 3.3 - Resumo da análise de variância das características nutricionais dos sucos mistos.....	88

Tabela 3.4 - Resumo da análise de variância das coordenadas de cor e da diferença total de cor dos sucos mistos.....	88
Tabela 3.5 - Resumo da análise de variância dos atributos sensoriais e intenção de compra dos sucos mistos.....	88
Tabela 3.6 - Equações ajustadas das propriedades pH, acidez, açúcares redutores, carotenóides e vitamina C em função do tempo para diferentes tratamentos e os coeficientes de determinação.....	90
Tabela 3.7 - Médias de coordenadas de cor ( $a^*$ e $b^*$ ), atributos sensorial sabor e intenção de compras (IC), referentes aos sucos mistos.....	99
Tabela 3.8 - Médias de carotenóides totais, referentes aos sucos mistos, em diferentes tratamentos, para cada tempo de armazenamento, em dias.....	100

#### **CAPÍTULO 4**

Tabela 4.1 - Concentrações dos fitoquímicos, luteína e epigallocatequina galato (EGCG), nos sucos mistos.....	110
Tabela 4.2 - Parâmetros do modelo de Ostwald-de-Waele para os diferentes sucos.....	113
Tabela 4.3 - Parâmetros do modelo de Herschel-Bulkley para os diferentes sucos.....	114
Tabela 4.4 - Parâmetros do modelo de Casson para os diferentes sucos.....	115
Tabela 4.5 - Parâmetros estimados pelo ajuste do modelo de Arrhenius com base na viscosidade aparente ( $100s^{-1}$ ).....	118

#### **CAPÍTULO 5**

Tabela 5.1 - Concentrações dos fitoquímicos, luteína e epigallocatequina galato (EGCG), nos sucos mistos.....	118
Tabela 5.2 - Níveis médios gerais e percentuais de redução do nível glicêmico, dos diferentes grupos.....	119

## RESUMO

FARAONI, Aurélia Santos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2009. **Desenvolvimento de sucos mistos de frutas tropicais adicionados de luteína e epigallocatequina galato.** Orientador: Afonso Mota Ramos. Co-orientadores: Paulo César Stringheta, Valéria de Paula Rodrigues Minim

O presente trabalho teve como principal objetivo desenvolver sucos mistos de manga, goiaba e acerola, adicionada de luteína e galato de epigallocatequina (EGCG). As proporções de cada polpa nas formulações foram definidas utilizando o delineamento de misturas simplex e estas formulações foram avaliadas por meio de análises físico-químicas e teste de aceitação. Os sucos formulados continham 35% de polpa, sólidos solúveis totais de 11°Brix e o intervalo de variações das proporções das polpas foram de 12,25-21,00% para manga, 1,75-10,50% para acerola e de 12,25-21,00% para goiaba. Após esta etapa definiu-se as concentrações dos fitoquímicos (luteína e EGCG) a serem adicionadas e determinou-se a concentração aceitável sensorialmente destes componentes na formulação selecionada. Após, elaborou-se as misturas adicionadas de fitoquímicos e avaliou-se a estabilidade destes produtos por um período de 180 dias de armazenamento, por meio de análises físico-químicas, microbiológicas e aceitabilidade sensorial. Além disso, foi estudado o comportamento reológico dos sucos mistos formulados em sete temperaturas (10-70°C) e avaliado o efeito dos sucos sobre a glicemia de ratos diabéticos. Os resultados observados com relação às formulações dos sucos mistos e as escolhas da concentração dos fitoquímicos permitiram concluir que: todas as formulações, obtidas a partir de manga, goiaba e acerola, apresentaram aceitabilidade sensorial; as polpas de goiaba e manga devem participar numa maior proporção da mistura, pois favorecem aceitação; a polpa de acerola contribui para o aumento do teor de vitamina C; a formulação com 13,65% de manga, 18,20% de goiaba e 3,15% de acerola foi a de melhor aceitação pelos provadores; presença ou aumento da concentração dos fitoquímicos, não influenciou a aceitabilidade sensorial dos sucos e foram selecionadas as formulações que continham: 14 mg/L de Luteína, 125,02

mg/L de EGCG, e 14 mg/L e 109,98 mg/L de luteína e EGCG em combinação, respectivamente. Com base nos resultados do estudo da estabilidade dos sucos concluiu-se que os valores de pH, acidez titulável, relação SST/ ATT e carotenóides, apresentaram pequena variação ao longo do tempo de armazenamento; o tempo não influenciou os teores de sólidos solúveis totais, açúcares totais e viscosidade; os teores de açúcares redutores aumentaram com o tempo de armazenagem; com relação ao teor de vitamina C verificou-se uma diminuição com o decorrer do tempo; os sucos adicionados de luteína e de luteína/EGCG foram os que apresentaram maior teor de carotenóides; os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  diminuíram com o tempo de armazenamento e a diferença total de cor aumentou; a aceitabilidade sensorial e a intenção de compra não foram influenciadas pelo tempo de armazenamento; a estabilidade microbiológica dos sucos foi garantida. Em relação às propriedades reológicas, concluiu-se que os sucos mistos podem ser descritos pelos três modelos (Ostwald-de-Waele, Casson e Herschel-Bulkley); o modelo de Ostwald-de-Waele descreve de forma mais adequada o comportamento reológico, destes produtos; os valores dos índices de comportamento do escoamento ( $n$  e  $nH$ ) foram menores que a unidade, caracterizando os sucos como um fluido não-newtoniano, com características pseudoplásticas; não foi possível observar um comportamento da tensão inicial frente ao aumento da temperatura; os valores da tensão inicial foram muito pequenos e não são representativos; a viscosidade aparente diminuiu com o aumento da temperatura. E por fim, ao avaliar o efeito do consumo dos sucos, concluiu-se que estes apresentaram um efeito positivo sobre a hiperglicemia.

## ABSTRACT

FARAONI, Aurélia Santos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2009. **Development of mixed tropical fruit juices with addition of lutein and epigallocatechin gallate**. Adviser: Afonso Mota Ramos. Co-Advisers: Paulo César Stringheta, Valéria de Paula Rodrigues Minim

This study's main objective was to develop mixed fruit juices of mango, guava and acerola (Barbados cherry), with added lutein and epigallocatechin gallate (EGCG). The proportions of each pulp in the formulations were defined by using the simplex mixture design, and these formulations were evaluated using physical-chemical analyses and the acceptance test. The formulated juices contained 35% of pulp, total soluble solids of 11°Brix; the variation interval in pulp proportions was 12.25-21.00% for mango, 1.75-10.50% for acerola and 12.25-21.00% for guava. After this stage, the concentrations were defined for the phyto-chemicals (lutein and EGCG) to be added, and the concentration of these components in the selected formulation was decided by sensory acceptance. Next, the mixtures were elaborated with added phyto-chemicals and their stability over a period of 180 days was evaluated by means of physical-chemical, microbiological and sensory analyses. In addition, the rheological behavior of the formulated mixed juices was studied at seven temperatures (10-70°C) and the effect of the juices on diabetic rats' glycemia was evaluated. The results observed regarding mixed juice formulations and the choice of phyto-chemical concentration allowed the following conclusions: all the formulations obtained from mango, guava and acerola presented sensory acceptance; the guava and mango pulps should be prevalent in the mixture's proportions, as they increase acceptance; acerola pulp helps to increase vitamin C content; the formulation with 13.65% mango, 18.20% guava and 3.15% acerola was best accepted by testers; presence or increase in the concentration of phyto-chemicals did not influence the sensorial acceptance of the juices; and the formulations that were selected contained: 14 mg/L of lutein, 125.02 mg/L of EGCG, and 14 mg/L and 109.98 mg/L of lutein and EGCG in combination, respectively. Based on the results of the study of stability of the juices, it was

concluded that pH values, titulable acid, SST/ATT relationship and carotenoids presented little variation over storage time; time did not influence the content of total soluble solids, total sugars and viscosity; the reductor sugar content increased with storage time; vitamin C content fell with time stored; juices with added lutein and lutein/EGCG were those that presented the highest carotenoid content; values for  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  went down with storage time and the total difference in color increased; sensorial acceptance and buying intention was not affected by storage time; the microbiological stability of the juices was guaranteed. In relation to rheological properties, it was concluded that the mixed juices could be described by the three models (Ostwald-de-Waele, Casson and Herschel-Bulkley); the Ostwald-de-Waele model best describes the rheological behavior of these products; the values of fluid flow behavior rates ( $n$  and  $nH$ ) were lower than the unit, characterizing the juices as a non-Newtonian fluid, with pseudoplastic characteristics; it was not possible to observe an initial tension behavior against temperature rise; the initial tension values were very low and not representative; the apparent viscosity fell with a rise in temperature. Finally, on evaluating the effect of consuming the juices, it was concluded that they presented a positive effect on hyperglycemia.

## 1-INTRODUÇÃO GERAL

As indústrias estão sempre procurando desenvolver produtos diferenciados e que atendam as novas exigências dos consumidores. O desenvolvimento de suco ou néctar misto de frutas é um recurso à disposição da indústria para desenvolver bebidas originais como, por exemplo, com novos sabores, melhorar cor e textura e, além disso, é uma alternativa para acrescentar valor nutricional, pois, atualmente há uma preocupação mundial com a saúde, direcionada para uma alimentação mais saudável, conseqüentemente com maior valor nutricional.

Essa tendência é mais observada em produtos que utilizam em suas formulações frutas tropicais, pois, as frutas consistem numa fonte dietética de vitaminas, minerais e carboidratos solúveis, sendo que algumas possuem teor mais elevado de um ou de outro nutriente, e com o desenvolvimento de mistura ocorre uma compensação. Além da mistura de frutas, tem sido também estudada a adição de fitoquímicos com alegações funcionais, visando à elaboração de uma bebida de frutas com efeitos benéficos à saúde.

As frutas, acerola, manga e goiaba, têm sido usadas para compor néctares mistos pelo fato destas serem ricas nutricionalmente e por conterem compostos bioativos importantes para o homem, além de possuírem sabor conhecido e terem aceitabilidade. A acerola é uma fruta rica em vitamina C, antocianinas e fonte de carotenóides; já a goiaba é fonte de licopeno, beta-caroteno, compostos fenólicos e também de vitamina C e a manga Ubá contem vários nutrientes como beta caroteno, ácido ascórbico e sais minerais e também teor considerável de compostos fenólicos, além de ter como vantagem na industrialização a manutenção da coloração amarelo-claro, do sabor e do aroma após o processamento. Somado a estes fatores a manga torna-se um componente importante na formulação de néctares mistos, pela maior viscosidade de sua polpa.

Dentre os diversos fitoquímicos que podem ser utilizados encontra-se a luteína, que é um carotenóide, e a catequina (galato de epigalocatequina), que pertence a classe dos flavonóides, uma vez que estes têm apresentado inúmeros benefícios à saúde.

Por causa destas novas tendências o presente trabalho teve como principal objetivo desenvolver mistura de frutas adicionada de fitoquímicos com alegações de propriedades funcionais.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Caracterizar as polpas de frutas (manga, goiaba e acerola) realizando análises de sólidos solúveis totais (°Brix), pH, acidez titulável, relação sólidos solúveis totais e acidez e vitamina C;
- Definir as proporções das polpas de frutas nas formulações utilizando o delineamento de formulação de misturas e avaliar as formulações por meio de análises físico-químicas e teste de aceitação;
- Definir as concentrações dos fitoquímicos (luteína e galato de epigallocatequina) a serem adicionadas à mistura;
- Determinar a concentração aceitável sensorialmente destes componentes na formulação selecionada;
- Elaborar misturas de frutas adicionadas de fitoquímicos
- Avaliar a estabilidade destes produtos por um período de 180 dias de armazenamento, por meio de análises físico-químicas, microbiológicas e avaliação sensorial;
- Estudar o comportamento reológico dos sucos mistos formulados, nas temperaturas de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70°C;
- Avaliar o efeito da ingestão dos sucos sobre a glicemia de jejum em modelo animal.

## 2- REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1-Frutas

Atualmente há maior consciência dos consumidores sobre a importância da seleção de alimentos saudáveis para diminuição do risco de desenvolver doenças e na melhoria da qualidade de vida. No âmbito dos alimentos preferidos ou recomendados, seja como fonte de alimento ou na diminuição do risco de desenvolver doenças estão às frutas (TIBOLA e FACHINELLO, 2004).

O consumo de fruta fresca é crescente em todo o mundo, por uma série de fatores que levam a modificações nos hábitos alimentares, tais como: maior cuidado com a saúde e aspectos nutritivos dos alimentos com sensibilidade crescente em relação a fatores ecológicos e dietéticos, campanhas publicitárias sobre os benefícios do consumo de frutas e hortaliças, envelhecimento da população, que amplia o conjunto de consumidores de maior idade (calcula-se que nos EUA o segmento populacional entre 55 e 66 anos consome quase 40% mais frutas e hortaliças que a média), tendência ao desprendimento dos horários e costumes, o que aumenta a substituição das refeições por lanches rápidos, procura por ganho de tempo e por alimentos individualizados de fácil preparo, consumidor aberto a novidades, atraído por produtos novos e uma tendência à busca de novos sabores (RODRIGUES, 2004).

O potencial produtivo para a fruticultura no Brasil é grande. O mercado interno é o principal destino das frutas consumidas, tanto “in natura” quanto processadas, mas apesar da tendência mundial de aumento do consumo de frutas, verduras e legumes, o mercado interno não será capaz de absorver toda a produção de frutas, caso a produção continue a crescer no mesmo ritmo verificado nos últimos oito anos e, portanto, o ritmo da produção, tenderá a diminuir. O mercado externo para frutas é, tradicionalmente, pequeno e extremamente competitivo e exigente. As barreiras tarifárias e os requisitos sanitários e fitossanitários dificultam as exportações desse setor, além da questão do câmbio (INFORMATIVO CGPCP, 2008)

Dados do Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF) mostram que o Brasil, em relação ao volume, diminuiu suas vendas de frutas no mercado internacional de 2007 para 2008, passando de 919 mil para 888 mil toneladas, no entanto, com relação ao valor, este saltou de US\$ 643 para 724 milhões, ou seja, uma diminuição de 3,3% em volume e um aumento de 12,7% em valor. Comparando os anos de 2006 e 2007, observou-se um aumento das vendas, em volume e valor, saltando de 805 mil para 919 mil toneladas e de US\$ 447 para 643 milhões, ou seja, um crescimento de 14,1% em volume e de 34,7% em valor (IBRAF, 2009). O Brasil tem como principal mercado a Comunidade Européia; entretanto, outros mercados se apresentam como potenciais compradores, tais como Japão, Oriente Médio e China (GERMER, 2007).

Ainda, segundo o Informativo CGPCP (2008), pode-se destacar como as principais tendências do setor de fruticultura: maior importância da agroindústria no processamento de frutas; desenvolvimento de nichos de mercado, como os orgânicos e o *fair trade*; aprimoramento das práticas comerciais e maior eficiência dos canais de comercialização, com a adoção de classificação, padronização, denominação de origem, rastreabilidade, certificação e utilização de embalagens adequadas e aumento dos canais de comercialização direta entre produtor e varejo.

As agroindústrias processadoras, além de atenderem as exigências do consumidor e sua afeição por novos produtos, possuem um papel dinamizador de muita importância dentro de um pólo frutícola. A implantação de agroindústrias, além de agregar valor às frutas, proporciona o aproveitamento dos excedentes de safra, produto dos processos de classificação e padronização, cria empregos permanentes e interioriza o desenvolvimento (FERRAZ et al., 2002).

O processamento de fruta está em franca expansão, ocupando papel de relevância no agronegócio mundial, com destaque para os países em desenvolvimento, que são responsáveis pela metade das exportações mundiais. Esse crescimento gradativo vem se caracterizando por uma série de fatores, dentre os quais a preocupação de consumidores com a saúde, o que redundou em aumento do consumo de produtos naturais com pouco ou nenhum aditivo químico. A demanda atual é crescente para sucos e polpas

de frutas tropicais, principalmente de abacaxi, maracujá, manga e banana, que são responsáveis pela maioria das exportações. No caso específico do suco de laranja, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial (GLOBAL21, 2005). Os principais destinos dos sucos brasileiros têm sido Estados Unidos e Japão (GERMER, 2007).

Os sucos de frutas tropicais conquistam cada vez mais o mercado consumidor (KUSKOSKI et al., 2006). Num mercado em que predominava o suco de laranja, lançamentos de sucos de manga, pêssego, maçã e morango, tiveram boa aceitação pelos consumidores. As embalagens do tipo abre-fácil tem uma demanda crescente, inovações como sucos em latinhas iguais às de refrigerante também estão sendo bem aceitas. As empresas do setor também estão tendo um bom desempenho no mercado de sucos de baixa caloria, *light* ou *diet* (TIBOLA e FACHINELLO, 2004).

Segundo a ABIR (2009) os sucos em caixinha são os preferidos dos brasileiros, representando 69,7% do total de sucos consumido no país em 2008 e o sabor mais vendido foi o de uva (21,4%), seguido pelo de pêssego (21,1%) e o de laranja (9,6%). No ano de 2008 foram produzidos 476 milhões de litros de sucos, cerca de 11% a mais que em 2007, com faturamento de R\$ 1,9 bilhões.

De acordo com Kuskoski et al. (2006) existe grande diversidade de produtos derivados de frutas e constante inserção de novos produtos no mercado de consumo, os quais, na maioria das vezes, ainda não foram devidamente pesquisados com respeito às suas propriedades e atividades benéficas à saúde.

### **2.1.1 - Classificação botânica e composição nutricional da acerola, manga e goiaba.**

A aceroleira (*Malpighia glabra* L.) é uma planta originária das Antilhas e cultivada em escala comercial em Porto Rico, Havaí, Jamaica e Brasil (FILHO, 2008). A acerola pertence à família Malpighaceae e os frutos são uma drupa de superfície lisa ou dividida em três gomos, com tamanhos variados de 3 a 6 cm de diâmetro (CHAVES, 2004). Os frutos apresentam cor vermelha forte quando maduro, variando entre os tons alaranjados e o púrpura, com um perfume semelhante ao da maçã, com sabor ácido, polpa

macia e cheia de suco (TODA FRUTA, 2009b). A sua coloração vermelha é em virtude da presença de antocianinas.

A acerola, também conhecida por Cereja-das-antilhas, Cereja-de-barbados, é uma fruta atrativa pelo seu sabor agradável e destaca-se por seu reconhecido valor nutricional (Tabela 2.1). Pode ser consumida tanto in natura como industrializada, sob a forma de polpas, sucos, sorvetes, geléias, xaropes, licores, doces em caldas entre outras (FILHO, 2008; TODA FRUTA, 2009b).

O consumo em expansão dessa fruta deve-se, basicamente, ao seu elevado teor de ácido ascórbico (Vitamina C) que, em algumas variedades, alcança até 5.000 miligramas por 100 gramas de polpa. Este índice chega a ser cem vezes superior ao da laranja ou dez vezes ao da goiaba, frutas com alto conteúdo dessa vitamina (TODA FRUTA, 2009b).

Tabela 2.1- Composição da acerola, manga e goiaba por 100 gramas de parte comestível.

Nutrientes	Acerola	Manga +	Goiaba vermelha
Umidade (%)	90,5	85,8	85,0
Energia (Kcal)	33	51	54
Proteína (g)	0,9	0,9	1,1
Lipídeos (g)	0,2	0,2	0,4
Carboidratos (g)	8,0	12,8	13,0
Fibra Alimentar (g)	1,5	2,1	6,2
Cinzas (g)	0,4	0,3	0,5
Cálcio (mg)	13	8	18**
Magnésio (mg)	13	7	7
Manganês (mg)	0,07	0,34	0,09
Fósforo (mg)	9	4	15
Ferro (mg)	0,2	0,1	0,2
Sódio (mg)	Traços	Traços	Traços
Potássio (mg)	165	138	198
Cobre (mg)	0,07	0,06	0,04
Zinco (mg)	0,1	0,1	0,1
Vitamina A (mcg)*	415	220	118
Tiamina (mg)	Traços	Traços	Traços
Riboflavina (mg)	0,04	0,04	Traços
Piridoxina (mg)	Traços	0,03	0,03
Niacina (mg)	1,38	0,584**	1,084**
Vitamina C (mg)	941,4	27,7**	228,3**

Fontes: TACO (2006); \* TBCA-USP (2008); \*\* USDA (2008); + TACO - Manga Tommy Atkins

A manga é uma fruta de grande aceitação pelos consumidores, por causa do seu sabor e composição nutricional (Tabela 2.1), e em virtude desse fato a mangicultura tem ganhado importância econômica, estando entre as dez culturas mais plantadas no mundo, em aproximadamente 94 países (MATOS, 2000).

A mangueira (*Mangifera indica* L) é uma planta tropical, que se desenvolve bem em condições de clima subtropical. Originária do Sul da Ásia e pertencente à família Anacardiaceae, a manga dispersou-se por todos os continentes, sendo cultivada, atualmente, em todos os países de clima tropical e subtropical. A manga destaca-se como uma fruta de alto valor comercial em muitas regiões do mundo, principalmente nas tropicais. (TODAFRUTA, 2009a).

A mangueira se adapta bem em áreas onde as estações seca e chuvosa se apresentam bem definidas. O período seco deve ocorrer bem antes do florescimento, de modo a permitir à planta um período de repouso vegetativo, e prolongar-se até a frutificação para evitar danos causados pela antracnose e o oídio. Após a frutificação, é benéfica a ocorrência de chuva, pois estimula o desenvolvimento dos frutos e impede sua queda. Quando se pode contar com um sistema de irrigação (regiões semi-áridas), o plantio da mangueira pode ser feito em qualquer época do ano. Quando não se dispõe dele, deve realizar o plantio no período das águas (EMBRAPA, 2005).

O fruto da mangueira é uma drupa, ou seja, um fruto com uma só semente que está inclusa no interior do endocarpo recoberto por fibras, bastante variável em termos de tamanho, peso, forma e cor. Em geral a cor do fruto está associada à cor da raque. A casca é coriácea e macia e envolve a polpa que é de coloração amarela em diversas tonalidades, mais ou menos fibrosa, de acordo com a variedade, e de sabor variado. No interior da polpa, encontra-se o caroço ou semente, que é fibroso e apresenta formas similares, mas tamanhos diferentes nas variedades cultivadas (CASTRO NETO e CUNHA, 2000a).

As principais variedades cultivadas no Brasil em áreas comerciais são: “Tommy Atkins”, em maior quantidade, “Haden”, “Keitt”, “Van” “Dyke”, “Rosa”, “Ubá”, etc.

A variedade “Ubá” é bastante conhecida em algumas regiões do Brasil, sobretudo no Estado de Minas Gerais. É uma planta muito vigorosa, de porte elevado, podendo atingir mais de 10 m de altura; possui copa arredondada, densa e bem enfolhada. É muito produtiva, podendo render, anualmente, mais de mil frutos por planta (DONADIO, 1996 b).

Esta variedade caracteriza-se por apresentar frutos pequenos, polpa macia, firme, doce e fibras curtas e macias, com formato oblongo, apresentando em média 6,1 cm de maior comprimento transversal e 8,4 cm de comprimento longitudinal, possuindo o peso médio de 126 g e, quando madura, a casca toma a coloração amarelo-claro e a polpa amarelo-ouro (FILHO, 1980). É indicada tanto para consumo “in natura”, quanto para a industrialização. Uma das vantagens de sua industrialização é a manutenção da coloração amarelo-claro e do aroma após o processamento.

Entre as alternativas na fruticultura, encontra-se a cultura da goiaba, sendo uma atividade de alta rentabilidade e com grande possibilidade de expansão no país. Originária da América Tropical, a goiabeira adapta-se a diferentes condições climáticas e de solo, fornecendo frutos que são aproveitados desde a forma artesanal até a industrial. É cultivada no Brasil e em outros países sul americanos, nas Antilhas e nas partes mais quentes dos Estados Unidos, como a Flórida e a Califórnia. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais juntamente com a Índia, Paquistão, México, Egito e Venezuela (SOUZA; MANCIN; MELO, 2009).

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é um arbusto de pequeno porte que pertence à família Mytaceae, que, em pomares adultos, pode atingir de três a seis metros de altura. As folhas são opostas e caem após a maturação; as flores são brancas e hermafroditas. Os frutos são bagos que têm tamanho, forma e coloração da polpa variável em função da cultivar (GOUVEIA et al., 2004).

De acordo com Vieira et al. (2008) a goiaba é um fruto com excelente aceitação para o consumo natural e de grande importância na indústria, em virtude do seu aproveitamento na forma de vários produtos, como goiabadas, geléias, pastas, fruta em calda, purê, alimento para criança, base para bebidas, refrescos, sucos e xaropes.

A goiaba é um alimento de grande valor nutritivo (Tabela 2.1), possuindo quantidade razoável de sais minerais, como cálcio e fósforo e sendo fonte de vitaminas, principalmente vitamina C. Algumas variedades nacionais apresentam em média, um teor de ácido ascórbico de 80 miligramas por 100 gramas (SOUZA; MANCIN; MELO, 2009).

O consumo regular destas frutas, como todas as outras, é importante para a ingestão de algumas vitaminas, minerais, carboidratos e outros componentes importantes que auxiliam no bom funcionamento do organismo humano. Além disso, as frutas são fontes importantes de carotenóides e compostos fenólicos, que apresentam, dentre outras propriedades a de antioxidantes e a ingestão regular destes podem estar associada à diminuição do risco de desenvolver doenças degenerativas, câncer e doenças cardiovasculares.

De uma maneira geral, as frutas têm um alto conteúdo de umidade e um baixo teor de gordura e proteínas. A fração carboidrato está presente na maioria das vezes como glicose, frutose (açúcar redutor), sacarose (açúcar não redutor) e fibra dietética. O valor calórico, portanto, é derivado principalmente dos carboidratos (MAIA, 2001).

As vitaminas são substâncias essenciais ao metabolismo normal dos seres vivos, sendo requeridas em quantidades diminutas. A deficiência de vitaminas induz ao mau funcionamento do organismo (hipovitaminoses) e ao aparecimento de doenças específicas como beribéri, escorbuto, raquitismo e xeroftalmia. As vitaminas não são sintetizadas pelos humanos em quantidade suficiente para o desempenho normal de suas funções, sendo necessária a ingestão através dos alimentos (CORREIA et al., 2008).

A goiaba, a manga da variedade “Ubá” e a acerola são frutas com alto teor de vitamina C (ácido ascórbico), que apresenta múltiplas funções no organismo, como produção e manutenção do colágeno; cicatrização de feridas, fraturas, contusões e sangramentos gengivais; formação de dentes e ossos; aumento da absorção de ferro; prevenção do escorbuto; inibição da formação de nitrosaminas; aumento da eficácia do sistema imunológico e no combate aos radicais livres (KRAUSE e KAHAN, 1991; LEE e KADER, 2000).

As frutas reportadas são fontes ricas também em compostos pró-vitamina A, que é essencial para o desenvolvimento e manutenção do tecido epitelial; para o crescimento normal dos ossos; na redução da susceptibilidade às infecções; na secreção noturna do hormônio de crescimento; na ajuda da formação dos dentes e para a integridade ocular, evitando a cegueira noturna e a xeroftalmia (BUENO e CZEPIELEWSKI, 2007; SARNI et al., 2002). O beta-caroteno é o carotenóide pró-vitamina A mais ativo, sendo convertido em vitamina A a medida que o organismo necessita (CARVALHO, 2006).

As frutas também contêm vitaminas do complexo B como tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3) e Piridoxina (B6) embora os teores sejam baixos.

As frutas também são fontes de minerais, tais como, potássio, sódio, cálcio, zinco, ferro, fósforo, entre outros. Os minerais são necessários para a vida humana, pois desempenham função importante para o desenvolvimento e manutenção da saúde, estando envolvidos na manutenção do pH, na regulagem da pressão osmótica, na transmissão nervosa, na contração de músculo, na produção de energia, dentre outras funções (BARROSO et al., 2009). Além disso, os minerais como zinco, manganês, cobre e selênio são considerados como minerais antioxidantes não-enzimáticos, pois estão envolvidos nos mecanismos celulares de defesa contra os radicais livres (BIANCHI e ANTUNES, 1999; SHAMI e MOREIRA, 2004).

Entre os minerais em frutas, o potássio é o mais abundante e exerce diversas funções, dentre elas, intervêm na regulação osmótica dos compartimentos celulares e equilíbrio hídrico do organismo, atua na transmissão nervosa, na tonicidade muscular, na função renal, na contração da musculatura cardíaca e na manutenção do equilíbrio ácido-base. Além disso, alguns estudos epidemiológicos mostraram uma relação inversa entre a ingestão dietética de potássio e a pressão arterial. Com relação ao sódio o seu conteúdo em frutas é baixo, o que é uma vantagem, pois dentre as medidas com eficácia comprovada e de melhor impacto na pressão arterial, pode-se citar a redução do sódio da dieta (CABRAL, 2003; CARDOSO, 2004; FRANCO, 2007; KRISHANA e KAPOOR, 1991; LOPES et al. 2003).

É importante mencionar a presença de zinco nas frutas listadas, mesmo apresentando-se em pequena quantidade. Este apresenta inúmeras funções no organismo dentre elas, destacam-se: a participação no metabolismo de vitamina A, no metabolismo energético, na divisão celular, como co-fator enzimático, no funcionamento adequado do sistema imunológico, na defesa antioxidante, na função neurosensorial, no armazenamento e liberação de insulina e também, na transcrição e tradução de polinucleotídeos (SALGUEIRO et al., 2000, SENA e PEDROSA, 2005).

O teor de vitaminas e minerais das frutas, de uma mesma espécie, pode variar dependendo da região e da época de plantio, do estágio de maturação na época da colheita, de variações genéticas, do manuseio pós-colheita e das condições de estocagem.

Com relação à fibra alimentar, em comparação com a manga e a acerola, a goiaba é a que apresenta o maior teor. De acordo com AACC REPORT, (2001) fibras dietéticas são as partes comestíveis de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes a digestão e absorção no intestino delgado humano com completa ou parcial fermentação no intestino grosso. As fibras alimentares como exemplo, a celulose, as gomas, as pectinas, os polissacarídeos, os oligossacarídeos, as ligninas se classificam em solúveis ou insolúveis em água e concentram grande atenção desde a década de 70 em virtude de seus efeitos benéficos sobre a fisiologia humana, entre os quais se cita o auxílio no funcionamento do intestino, na redução da absorção de colesterol, na redução da absorção de gordura, na atenuação da glicose no sangue e melhoramento da microflora intestinal (AACC Report, 2001; ANVISA, 2008; JIE et al., 2000).

## **2.2 - Componentes Fitoquímicos**

Os fitoquímicos (do Grego, *fitos* = planta) poderiam ser definidos, simplesmente, como compostos químicos presentes ou provenientes das plantas. Sua definição é, usualmente, complementada pelas atribuições especiais desses compostos; não basta, portanto, vir do reino vegetal, é necessário que o composto promova efeitos benéficos ao organismo, para que possa ser considerado um fitoquímico (GOMES, 2007). No entanto, sua

falta nas dietas não está ligada a doenças de deficiências agudas, e eles também não fornecem calorias.

Vêm sendo discutido há vários anos o efeito potencial protetor da saúde, dos compostos bioativos (fitoquímicos) presentes nos alimentos. A respeito do elo dieta-saúde, discutem-se os efeitos fisiológicos benéficos de alguns alimentos na redução de doenças degenerativas, como enfermidades cardiovasculares e câncer. No início da década de 80 surgiu no Japão o interesse em alimentos que, além de satisfazer requerimentos sensoriais e nutricionais básicos, desempenhasse funções específicas no organismo, tais como: melhoria dos mecanismos de defesa biológica (imunológicos); prevenção ou terapia de alguma enfermidade e/ou disfunção orgânica; melhoria das condições físicas e mentais e do estado geral de saúde e retardo no processo de envelhecimento orgânico, chamados de alimentos funcionais (Alimentos para Uso Específico de Saúde – FOSHU) (ALVÍDREZ-MORALES et al., 2002; ANGELIS, 2001). No entanto, não há ainda uma definição aceita mundialmente para Alimentos Funcionais, embora algumas organizações tenham tentado fazê-la.

No Brasil não há uma definição sobre Alimentos Funcionais, o que existe é a definição de Alegação de Propriedade de Saúde e de Alegação de Propriedade Funcional em alimentos.

De acordo com a Portaria nº 398 30/04/99 da ANVISA Alegação de Propriedade Funcional “é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano” e a Alegação de propriedade de saúde “é aquela que afirma, sugere ou implica a existência de relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde”. As alegações podem fazer referências à manutenção geral da saúde, ao papel fisiológico dos nutrientes e não nutrientes e à redução de risco a doenças, mas não são permitidas alegações de saúde que façam referências à cura ou prevenção de doenças (BRASIL, 1999b).

Ainda segundo a Portaria nº 398 30/04/99 “o alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode, além das funções nutricionais básicas, quando se trata de nutriente, produzir efeitos

metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica” (BRASIL, 1999b). E para algum alimento ou ingrediente alegar propriedades funcionais ou de saúde deve primeiro passar por uma comissão no Ministério da Saúde para ser registrado.

Cada vez mais, os fitoquímicos estão sendo reconhecidos como contribuidores para uma boa saúde e esse reconhecimento tem aberto diversas áreas de pesquisa envolvendo grande variedade de fitoquímicos. Entre os mais importantes estão os terpenóides, que incluem carotenóides, fitoesteróis, saponinas e limonóides; os compostos nitrogenados (glucosinatos) e os metabólitos fenólicos, incluindo os ácidos fenólicos, polifenóis e flavonóides (ANJO, 2004).

Os carotenóides apresentam numerosas funções importantes para a saúde humana. No entanto, os seres humanos não apresentam a capacidade de sintetizá-los, sendo necessária dieta equilibrada incluindo o consumo de alimentos ricos nesses compostos. Estudos epidemiológicos recentes demonstram uma associação entre elevados níveis de carotenóides na dieta ou no sangue e um efeito protetor contra o desenvolvimento de doenças crônicas como certos tipos de câncer, doenças cardiovasculares, doenças degenerativas da mácula e cataratas (EDGE et al., 1997; GAMA e SYLOS, 2006; NACHTIGALL et al., 2007).

Quanto à estrutura química os carotenóides são basicamente tetraterpenos com 40 carbonos (C40) com um longo sistema de dupla ligação conjugadas. Suas distintas características estão relacionadas à presença e ao número destas ligações na cadeia, que afetam, como por exemplo, a coloração e a atividade antioxidante. As duplas ligações servem como absorvedores cromóforos de luz, atribuindo a estes compostos cores que variam do amarelo ao vermelho. A atividade antioxidante dos carotenóides além de ser uma consequência da estrutura única, é afetada pela dupla conjugada do anel e a ação sequestrante de radicais é proporcional ao número de ligações duplas conjugadas (FONTANA et al., 2006; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; SHAMI e MOREIRA, 2004; STAHL e SIES, 1996).

Dentre a classe dos carotenóides encontra-se a luteína que pertence à família das xantofilas (compostos que apresentam um ou mais grupos funcionais contendo oxigênio) e não possui atividade de pró-vitamina A. É classificada como diidroxicarotenóides, possui anéis ionona e substituições nos carbonos 3 e 3' (Figura 2.1) (BATISTA et al., 2006; GAMA e SYLOS, 2006; KRINSKY et al., 2003)

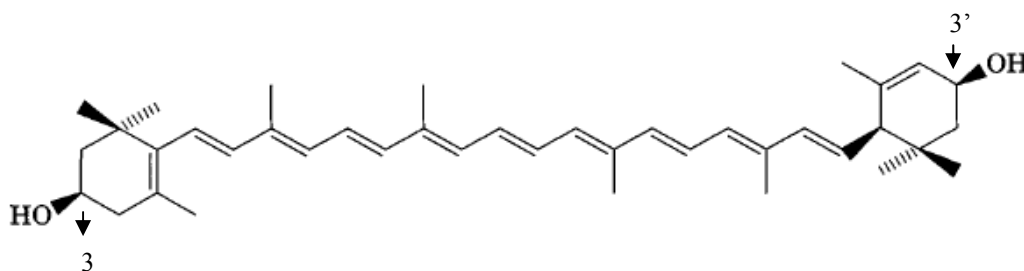


Figura 2.1- Estrutura química da luteína (KIM et al., 2006).

A luteína é comumente encontrada em muitas frutas e hortaliças, principalmente folhosos de coloração verde-escura. Encontra-se entre as fontes o espinafre, couve, brócolis, ervilha, couve-de-bruxelas, cenoura amarela, acelga, agrião, azedinha, mostarda, lobrobô (ora-pro-nobis), serralha, almeirão, rúcula, taioba e flores (como por exemplo, *Tagetes erecta* e capuchinha) (BRITTON et al., 1995; KRINSKY et al., 1993; KRUGER et al., 2002; MERCADANTE e RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; MOLLDREM et al., 2004; NACHTIGALL et al., 2007; NIIZU, 2003).

A gema de ovo é uma outra fonte interessante de luteína, pois embora a quantidade encontrada seja relativamente baixa, dados recentes sugerem que a biodisponibilidade seja alta uma vez que, a matriz lipídica da gema de ovo, composta por lipídios digeríveis, tais como colesterol, triacilglicerol e fosfolipídios, é um veículo eficiente para a absorção de luteína dietética (HANDELMAN et al., 1999; KRINSKY et al., 1993; USDA, 1989). A Tabela 2.2 apresenta o teor de luteína em alguns alimentos.

Tabela 2.2- Teor de luteína em alguns alimentos

<b>Alimentos</b>	<b>Teor de Luteína</b>
Capuchinha ( <i>Tropaeolum majus</i> L.) amarela	45 mg.100g <sup>-1</sup>
Couve comum	1,30 – 39,50 mg.100g <sup>-1</sup>
Couve roxa	0,41 – 39,50 mg.100g <sup>-1</sup>
Capuchinha alaranjada	35 mg.100g <sup>-1</sup>
Espinafre	0,43 – 11,94 mg.100g <sup>-1</sup>
Salsa	10,82 mg.100g <sup>-1</sup>
Agrião	2,41 - 10,70 mg.100g <sup>-1</sup>
Mostarda	0,97 – 7,41 mg.100g <sup>-1</sup>
Rúcula	1,96 - 5,22 mg.100g <sup>-1</sup>
Lobrobô	3,10 - 4,76 mg.100g <sup>-1</sup>
Serralha	2,22 - 3,21 mg.100g <sup>-1</sup>
Almeirão	0,70 - 2,98 mg.100g <sup>-1</sup>
Brócolis	0,76 – 2,83 mg.100g <sup>-1</sup>
Acelga	1,48 - 2,70 mg.100g <sup>-1</sup>
Azedinha	0,60 - 2,45 mg.100g <sup>-1</sup>
Abóbora	2,40 mg.100g <sup>-1</sup>
Taioba	1,49 - 2,10 mg.100g <sup>-1</sup>
Pimentão verde	0,39 - 0,86 mg.100g <sup>-1</sup>
Pimentão vermelho	0,075 - 0,76 mg.100g <sup>-1</sup>
Quiabo	0,26 - 0,73 mg.100g <sup>-1</sup>
Ervilha	0,72 mg.100g <sup>-1</sup>
Vagem	0,11 - 0,64 mg.100g <sup>-1</sup>
Pimentão amarelo	0,06 – 0,55 mg.100g <sup>-1</sup>
Laranja	0,35 mg.100g <sup>-1</sup>
Repolho	0,01 - 0,31 mg.100g <sup>-1</sup>
Gema de ovo	0,3 mg/gema
Alface	0,17 mg.100g <sup>-1</sup>
Jiló	0,01 - 0,09 mg.100g <sup>-1</sup>
Tangerina	0,07 mg.100g <sup>-1</sup>
Papaia	0,02 mg.100g <sup>-1</sup>
Pêssego	0,02 mg.100g <sup>-1</sup>
Milho	0,02 mg.100g <sup>-1</sup>
Nectarina	0,02 mg.100g <sup>-1</sup>

Fonte: Adaptado de ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW, 2005; CARVALHO, 2000; NACHTIGALL et al., 2007; NIIZU, 2003

A variabilidade nos níveis da luteína num mesmo alimento é explicada pelo fato da quantidade destas substâncias variarem em função da época de colheita e maturação do vegetal, região de plantio, clima, estocagem,

transporte, variedade da espécie vegetal e da técnica analítica empregada na quantificação destes teores nos alimentos. A forma de obtenção e o processamento do produto também podem influenciar nos teores finais de luteína presentes.

A luteína é um composto aprovado pela ANVISA como substância bioativa com alegação de propriedade funcional, em virtude da sua ação antioxidante que protege as células contra os radicais livres. Segundo, RDC nº 2, 07/01/2002 da ANVISA, “substâncias bioativas são nutrientes ou não nutrientes que possuem ação metabólica ou fisiológica específica e são classificadas em: carotenóides, fitoesteróis, flavonóides, fosfolipídeos, organosulfurados e polifenóis.” (BRASIL, 2002).

A luteína está sendo associada à diminuição do risco de desenvolver certas doenças, como doenças oculares, doenças cardiovasculares e câncer. Também se destaca como protetor da pele contra a exposição excessiva aos raios ultravioleta (ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW, 2005; ALVES-RODRIGUES e SHAO, 2004; GAMA e SYLOS, 2006).

A luteína e zeaxantina são os carotenóides presentes no olho, sendo os maiores componentes da mácula. No centro da retina, região de elevada acuidade visual, é possível a visualização de uma mancha amarela chamada mácula e sua cor amarela explica-se justamente pela presença de luteína e zeaxantina (AHMED et al., 2005). Acredita-se que a presença destas substâncias no olho tem efeito positivo no controle de catarata, degeneração macular relacionada à idade (DMRI) e de outras doenças oculares como retinite pigmentosa e retinopatia diabética (ALVES-RODRIGUES e SHAO, 2004; MIRANDA et al., 2004; STRINGHETA et al., 2006).

A degeneração macular relacionada à idade (DMRI) é uma doença ocular grave, sendo a principal causa de cegueira na população acima de 55 anos (SANTOS et al., 2005). De acordo com Farah et al. (2001) a DMRI é uma doença ocular degenerativa caracterizada clinicamente nas fases iniciais por alterações do epitélio pigmentado da retina e presença de drusas, sem comprometimento clinicamente significativo da função visual na maioria dos casos até que ocorram formas centrais ou extensas de atrofia geográfica ou formação de neovascularização coroidiana, exsudação sub-retiniana e cicatriz fibrosa macular com baixa acentuada da visão. Krinsky et

al. (2003) relata que a ingestão diária de luteína e zeaxantina por indivíduos não fumantes, reduz significativamente a chance da ocorrência de degeneração macular relacionada com a idade.

Alves-Rodrigues e Shao (2004) reportaram que o consumo e o nível sérico de luteína têm apresentado relação inversa para o risco de doenças oculares, incluindo degeneração macular relacionada com a idade e catarata. A catarata é uma doença ocular, caracterizada pela perda da transparência do cristalino, interferindo na absorção da luz que chega a retina, onde estão os receptores fotossensíveis, causando uma visão progressivamente embaçada.

Choi et al. (2006) investigaram o efeito da luteína como antioxidante e um neuroprotetor usando um modelo de isquemia retinal induzida por pressão intraocular (HIOP), avaliando as expressões do óxido nítrico sintase neuronal (nNOS) e da ciclo-oxigenase-2 (COX-2), pois os seus níveis aumentam por causa de danos isquêmicos. O estudo mostrou que as expressões do nNOS e da COX-2 foram inibidas pela luteína e este resultado, segundo os autores, sugerem dois mecanismos de ação: 1º) um efeito antioxidante e 2º) inibição direta da expressão do nNOS e da COX-2. Entretanto, o efeito da luteína na isquemia necessita de estudo mais detalhado.

Apesar de estudos mostrarem essa relação inversa entre a ingestão de luteína e doenças oculares, pouco se sabe sobre o exato mecanismo de proteção das células da retina. Os possíveis mecanismos de ação encontrados na literatura se baseiam em duas potenciais funções: 1) filtram a luz azul, que poderia causar danos aos fotorreceptores da retina e gerar radicais livres e 2) atuam como antioxidante, neutralizando os radicais livres provenientes do metabolismo e da exposição à luz, ou seja, protegendo contra a peroxidação dos lipídios das membranas, uma vez que carotenóides são potentes antioxidantes (AHMED; LOTT; MARCUS, 2005; KRINSKY e JOHNSON, 2005; STRINGHETA et al., 2006).

Dietas ricas em frutas e hortaliças contendo carotenóides têm sido relacionadas à redução de riscos de ocorrência de doenças cardiovasculares e câncer. Evidências epidemiológicas têm demonstrado que o aumento do consumo de frutas e/ou hortaliças é inversamente correlacionado com a

incidência de câncer de pulmão, cólon/reto e a mortalidade relacionada ao câncer e doenças cardiovasculares, inclusive para fumantes (BOLTON-SMITH et al., 1992; HANDELMAN et al., 1999; INSERRA et al., 1999).

A aterosclerose é uma doença sistêmica, ou seja, pode acometer várias partes do corpo humano, caracterizada pelo depósito de gordura, cálcio e outros elementos na parede das artérias, reduzindo seus calibres e resultado em déficit de irrigação aos tecidos. A aterosclerose é um fator chave nas patogêneses de infarto do miocárdio e cerebral, acidente vascular, gangrena e perda de função nas extremidades. São vários os fatores de risco: hiperlipidemia, tabagismo, sedentarismo e hereditariedade. Muitos estudos têm sugerido que os compostos antioxidantes podem atuar diminuindo a oxidação das lipoproteínas e inibindo a progressão da aterosclerose. A oxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) tem um importante papel na patogênese da aterosclerose (MARTIN e MEYDANI, 2000; MORIEL et al., 1998).

Dwyer et al. (2001) avaliaram os efeitos protetores da luteína contra a aterosclerose precoce e concluíram que o aumento da ingestão de luteína dietética protege contra o desenvolvimento desta doença.

De acordo com a monografia publicada em *Alternative Medicine Review* (2005) os carotenóides, entre eles a luteína e zeaxantina, teriam efeito protetor contra doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, ao neutralizar radicais livres e inibirem a peroxidação lipídica.

A carcinogênese é caracterizada por um estado oxidativo crônico, especialmente na etapa de promoção e, além disso, a etapa de iniciação está associada com dano irreversível no material genético da célula, em virtude, muitas vezes do ataque de radicais livres. Como moduladores do balanço oxidativo do organismo, os compostos antioxidantes, dentre eles a luteína, poderiam inibir o processo oxidativo, especialmente nas etapas de iniciação e promoção do processo (OLIVEIRA, 2007; SILVA e NAVES, 2001).

Estudos têm mostrado a associação inversa entre ingestão de luteína e alguns tipos de câncer, por exemplo, de cólon, próstata, pele e pulmão (ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW, 2005; GUNASEKERA et al., 2007; NISHINO et al., 2002; SLATTERY et al., 2000).

A ingestão de luteína diária de 6 a 20 mg/dia mostrou-se necessária para a redução do risco de degeneração macular e reações adversas e toxidez não foram reportados na literatura científica com doses diárias acima de 40 mg por 2 meses. No entanto, como ocorre com o beta-caroteno, doses acima de 30 mg/dia podem estar associada com carotenodermia (ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW, 2005; KRINSKY et al., 2003; KRINSKY e JOHNSON, 2005).

De acordo com Alves-Rodrigues e Shao (2004) dados indicam que a ingestão de luteína nos Estados Unidos e Europa pode não ser adequada para satisfazer as necessidades da população para obter uma boa saúde e que alimentos fortificados ou suplementos são dois meios para aumento do consumo deste carotenóide. Segundo os autores dados apontam que a ingestão da luteína é segura em ambos os casos.

Outra importante classe de fitoquímicos são os flavonóides. Os flavonóides são compostos de baixo peso molecular e englobam uma classe muito importante de pigmentos naturais encontrados com grande frequência na natureza, unicamente em vegetais. Todos os flavonóides têm a estrutura química C6-C3-C6, sendo que as duas partes da molécula com seis carbonos são anéis aromáticos (Figura 2.2) (BOBBIO e BOBBIO, 1995b).

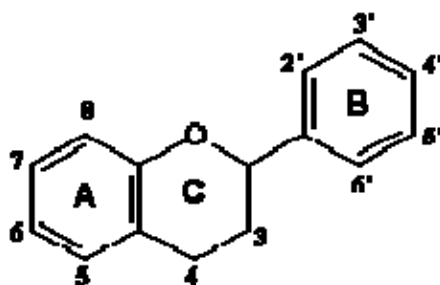
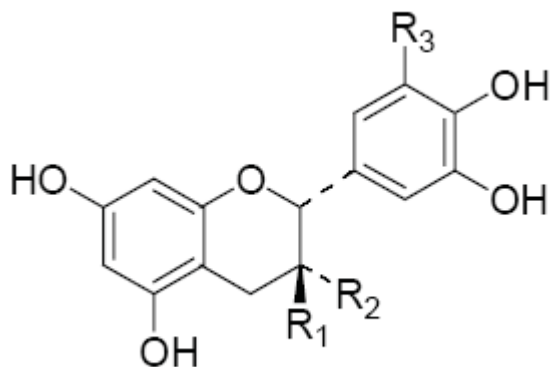


Figura 2.2 – Estrutura básica dos flavonóides. Fonte: PADETEC, 2006

Dentre os flavonóides encontram-se as catequinas, uma das seis classes dos flavonóides, que incluem a galato de epigalocatequina (EGCG), epigalocatequina (EGC), epicatequina galato (ECG) e a epicatequina (EC) (Figura 2.3) (ASOLINI et al., 2006; CHO et al., 2007). As catequinas são

compostos incolores, hidrossolúveis, que contribuem para o amargor e a adstringência do chá verde, uma das suas principais fontes, sendo a galato de epigalocatequina a mais abundante (MATSUBARA e RODRIGUEZ-AMAYA, 2006; YANG e LANDAU, 2000).



	R1	R2	R3
(+)-Catequina	OH	H	H
(-)-Epigalocatequina	H	OH	OH
(-)-Epigalocatequina galato	H	galato	OH
(-)-Epicatequina	H	OH	H
(-)-Epicatequina galato	H	galato	H

Figura 2.3 – Estrutura das catequinas. (Fonte: Adaptado de MATSUBARA e RODRIGUEZ-AMAYA, 2006).

Alem do chá verde as catequinas são encontradas principalmente em vinhos, chá preto, chocolate, fava, feijão, lentilha, bebidas a base de cacau e algumas frutas, tais como: marmelo, romã, ameixa, pera, pêssigo, nêspera, kiwi, uva, pinha, morango, groselha, framboesa, cereja, mirtilo, amora e maçã (AUGER, 2004; NIJVELDT, 2001). A Figura 2.4 apresenta o teor de catequinas em alguns alimentos.

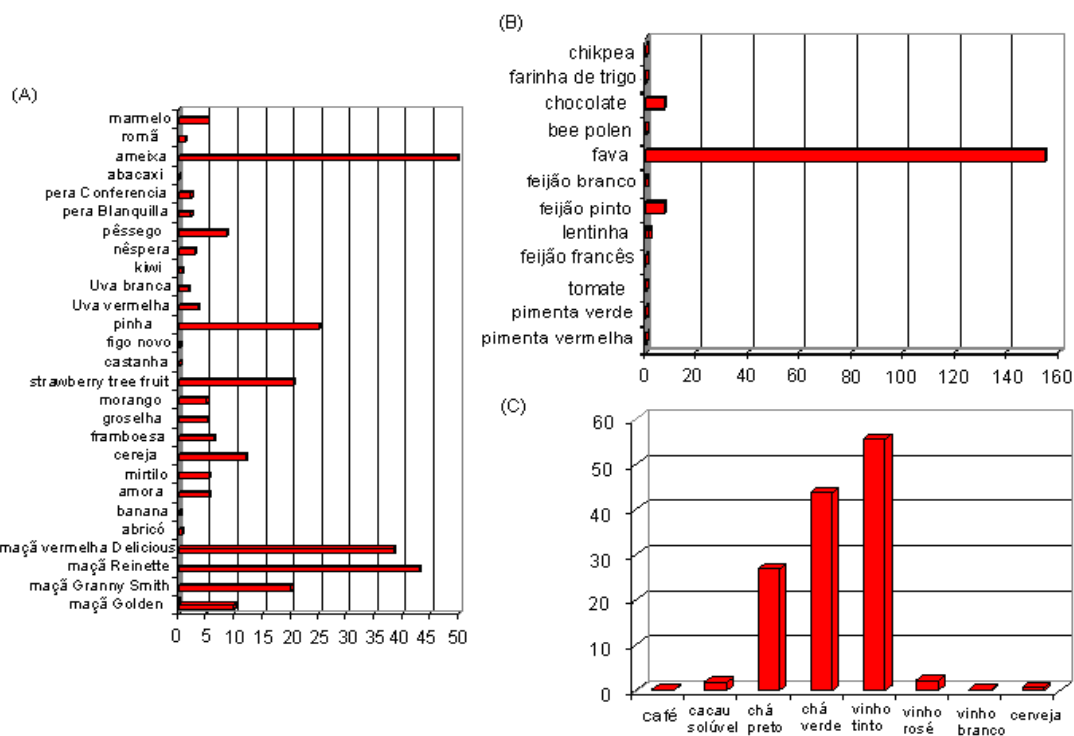


Figura 2.4- (A) teor de catequinas em frutas ((mg/100g de peso fresco); (B) teor de catequinas em vegetais e outros produtos (mg/100g de peso fresco); (C) teor de catequinas em bebidas (mg/100mL) Fonte: AUGER et al. (2004).

As propriedades biológicas dos compostos fenólicos estão relacionadas com a atividade antioxidante que cada fenol exerce sobre determinado meio. A atividade dos antioxidantes, por sua vez, depende de sua estrutura química, podendo ser determinada pela ação da molécula como agente redutor (velocidade de inativação do radical livre, reatividade com outros antioxidantes e potencial de quelação de metais) (ASOLINI et al., 2006; MAMEDE e PASTORE, 2004).

Os flavonóides são reconhecidamente agentes antioxidantes capazes de inibir a oxidação de lipoproteínas de baixa densidade, além destes reduzirem significativamente as tendências a doenças trombóticas (RAUHA et al., 2000). Por estes motivos a ação antioxidante, de polifenóis e antocianinas, também está relacionada com seu efeito protetor contra doenças cardiovasculares (FORMICA e REGELSON, 1995).

De acordo com Auger et al. (2004) a atividade antioxidante das catequinas, conferida pela sua estrutura, pode inibir o processo que conduz a aterosclerose e trombose arterial.

Pearson et al. (1999) demonstraram que os fenólicos presentes em suco comercial e extrato fresco de maçãs (casca, polpa e fruta inteira) inibiram, *in vitro*, a oxidação de LDL humana. Segundo Scalbert et al. (2005), estudos epidemiológicos têm confirmado o efeito protetor da ingestão de polifenóis contra doenças cardiovasculares em humanos.

Segundo Formica e Regelson (1995), os flavonóides são compostos fenólicos que possuem múltiplos efeitos biológicos, além da atividade antioxidante, como atividade anti-inflamatória, anti-tumoral e inibidora da agregação plaquetária. Dessa forma, a ingestão de flavonóides está associada com a longevidade e redução na incidência de doenças cardiovasculares.

Os principais componentes benéficos no chá são as catequinas. Entre as catequinas do chá verde, galato de epigalocatequina e galato de epicatequina se mostraram com maior atividade antioxidante, inclusive superior à do alfa-tocoferol. Estudos têm demonstrado o efeito inibidor dos componentes do chá na fase de iniciação de câncer e de supressão do crescimento de células tumorais. O chá verde também atua diminuindo os níveis séricos de LDL-colesterol e de glicose e regulando a pressão sanguínea (AZIZAH e LUAN, 2000; CÂNDIDO e CAMPOS, 1995; GIEHL et al., 2007).

Sesso et al. (1999) examinaram a relação entre consumo de chá e café com a incidência de infarto do miocárdio em 340 indivíduos com a doença confirmada e 340 voluntários saudáveis. Os indivíduos que ingeriam mais de 1 xícara de chá (237 mL) por dia apresentaram um risco 44% menor de desenvolver a doença, enquanto o consumo de café não foi significativamente associado com a redução no risco cardiovascular.

Em outro estudo concluiu-se que a inclusão de chá preto, em uma dieta moderadamente baixa em gordura, reduz significativamente o colesterol total e o LDL o que pode, então, reduzir o risco de doença coronária. Neste estudo não foi observada atividade antioxidante em virtude do consumo de chá. Um possível mecanismo para a redução do colesterol é que o chá poderia limitar a absorção de colesterol no intestino (DAVIES et al., 2003).

Ikeda et al. (1992) encontraram resultados que mostraram que as catequinas do chá ((-)-epicatequina, (-)-epigallocatequina, e seus galatos, epicatequina galato e epigalocatequina galato, respectivamente), em particular os ésteres dos galatos, reduzem efetivamente a absorção de colesterol pelo intestino, por reduzir a solubilidade do colesterol em micelas, evidenciando, assim, o efeito hipocolesterolêmico das catequinas do chá.

Avaliando a associação entre a ingestão de catequinas e a incidência de doenças isquêmicas do coração e infarto do miocárdio verificou-se que a ingestão de catequinas foi inversamente associada com a mortalidade por doenças isquêmicas do coração, mas não com a incidência de infarto do miocárdio (ARTS et al., 2001).

Sato e Miyata (2000) reportam em sua revisão que a capacidade antimicrobiana do chá verde é efetiva contra várias bactérias que causam diarreia, por exemplo, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Vibrio cholerae* O1 e cárie dentária, como, *Escherichia coli*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus mutans*, e o mecanismo proposto para esta atividade é que as catequinas tenham principalmente ação bactericida e causem danos as membranas bacterianas.

A Artrite Reumatóide é uma doença que atinge varias pessoas em todo o mundo e é caracterizada por dores, inchaço, inflamação e até mesmo destruição das articulações acometidas. Kim et al. (2008) investigaram os efeitos dos polifenóis (antioxidantes) do chá verde sobre um modelo experimental de artrite reumatóide induzida em ratos e observaram que os antioxidantes presentes no chá verde apresentaram atividade antiartrítica promissora e sugeriram uma melhor avaliação do chá verde como um agente dietético a ser utilizado em conjunto com as drogas usualmente empregadas no tratamento dessa doença.

Evidência da capacidade anticarcinogênica do chá verde está baseado em estudos epidemiológicos em humanos e numerosos modelos de animal. Tem sido reportada uma correlação inversa entre o consumo do chá verde e o risco de desenvolver câncer retal e pancreático, e que a ingestão de 10 copos de chá (1800 mL), aproximadamente 300-400 mg de epigallocatequina galato (EGCG), por dia está associado com um decréscimo significativo na incidência de câncer com a idade (SATO e MIYATA, 2000)

Ju et al. (2007) ao revisarem aproximadamente 150 estudos epidemiológicos relativos à associação entre o consumo de chá e o risco de desenvolver câncer de colo-retal, pulmão, estômago, esôfago, mama, rim, bexiga, próstata, ovário, pâncreas e outros locais, concluíram que apesar dos estudos epidemiológicos não serem conclusivos, os componentes do chá podem ainda ser usados como forma de reduzir o risco de desenvolver certos tipos de câncer e recomendam novos estudos na área.

### **2.3- Sucos e néctares mistos**

As indústrias estão sempre procurando desenvolver produtos diferenciados e que atentam as novas exigências dos consumidores, como por exemplo, alimentos mais nutritivos. O desenvolvimento de suco ou néctar misto de frutas e/ou hortaliças é um recurso à disposição da indústria para desenvolver novas bebidas. Segundo Folegatti; Matsuura; Ferreira (2002), as bebidas mistas de frutas apresentam uma série de vantagens, como a possibilidade de combinação de diferentes aromas e sabores e a soma de componentes nutricionais.

Além das vantagens já mencionadas, pode-se citar: a diminuição de custos por meio da adição de frutas mais baratas às frutas de alto custo; suprir escassez e disponibilidade sazonal; a compensação de sabores extremamente fortes, principalmente acidez, adstringência ou amargor de alguns frutos; a correção de baixos teores de sólidos solúveis e melhorar a cor e a textura de alguns sucos (BATES et al., 2001).

A Legislação Brasileira ainda não tem um Regulamento Técnico específico para sucos e néctares mistos, o que existe são definições de Suco Tropical Misto, Suco misto e Refresco misto ou bebida mista de frutas ou de extratos vegetais.

De acordo com Instrução Normativa Nº 12, de 4 de setembro de 2003 (BRASIL, 2003) Suco Tropical Misto é definido como o produto, oriundo de duas ou mais frutas, obtido pela dissolução, em água potável, da polpa da fruta polposa de origem tropical, por meio de processo tecnológico adequado, não fermentado, de cor, aroma e sabor característicos da fruta, submetido a tratamento que assegure sua conservação e apresentação até

o momento do consumo. Além disso, a legislação coloca como requisito que as características físicas, químicas e organolépticas (sensoriais) do Suco Tropical Misto devem manter a mesma proporcionalidade com as quantidades de cada polpa de fruta que o compõe. O Suco Tropical, cuja quantidade mínima de polpa de uma determinada fruta não tenha sido fixada em Regulamento Técnico específico, deve conter um mínimo de 50% (m/m) da respectiva polpa, ressalvado o caso de fruta com acidez alta ou conteúdo de polpa muito elevado ou sabor muito forte que, neste caso, o conteúdo de polpa não deve ser inferior a 35% (m/m).

O Decreto nº 2.314, de 04 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997) traz definição para Suco misto e Refresco misto ou bebida mista de frutas ou de extratos vegetais. O Suco misto é o suco obtido pela mistura de duas ou mais frutas e das partes comestíveis de dois ou mais vegetais, ou dos seus respectivos sucos, sendo a denominação constituída da palavra suco, seguida da relação de frutas e vegetais utilizados, em ordem decrescente das quantidades presentes na mistura. Já o Refresco misto ou bebida mista de frutas ou de extratos vegetais é a bebida obtida pela diluição em água potável da mistura de dois ou mais sucos de frutas ou de extratos vegetais, devendo o somatório do teor de sucos e extratos vegetais ser estabelecido em ato administrativo.

A Legislação Brasileira não fala nada a respeito de néctar misto, mas segundo BRASIL, 2003 o Néctar é definido como uma bebida não fermentada, obtida da dissolução, em água potável, da parte comestível da fruta e açúcares, destinado ao consumo direto, podendo ser adicionado de ácidos. O néctar cuja quantidade mínima de polpa de uma determinada fruta não tenha sido fixada em Regulamento Técnico específico deve conter no mínimo 30% (m/m) da respectiva polpa, ressalvado o caso de fruta com acidez ou conteúdo de polpa muito elevado ou sabor muito forte e, neste caso, o conteúdo de polpa não deve ser inferior a 20% (m/m).

Diversos estudos de sucos e néctares mistos de frutas vêm sendo realizados.

Matsuura e Rolim (2002) desenvolveram suco misto de acerola e abacaxi com o objetivo de aumentar a quantidade de vitamina C, mas sem perder as características sensoriais (cor, odor, consistência e sabor) do suco

de abacaxi original. Foram realizadas misturas de suco integral pasteurizado de abacaxi com diferentes quantidades do suco integral pasteurizado de acerola (5%, 10%, 15% e 20%). A mistura de suco integral pasteurizado do abacaxi, contendo 5% ou 10% de suco integral pasteurizado de acerola, apresentou características sensoriais similares ao suco integral pasteurizado de abacaxi, com teor de vitamina C cerca de cinco vezes mais alto.

Mattietto (2005) elaborou néctares mistos de cajá e umbu e os testes de aceitação e intenção de compra indicaram que a melhor formulação foi a que utilizou 30% de cajá e 20% de umbu.

Em outra pesquisa foram desenvolvidas misturas de garapa (“suco de cana”) parcialmente clarificada-estabilizada e sucos de frutas ácidas como limão, abacaxi e maracujá. Os resultados das análises sensoriais indicaram que a mistura preferida foi aquela elaborada com garapa clarificada-estabilizada e 5% de suco de maracujá (PRATI et al., 2005).

Matsuura et al. (2004) produziram néctar à base de polpa de mamão e suco de maracujá, fortificado com vitamina C por meio da adição da polpa de acerola. Foram elaboradas onze formulações empregando-se diferentes concentrações de polpa de mamão (28,5%-39,0%), de suco de maracujá (6%-16,5%) e sacarose (5%-17%), mantendo-se constante a concentração de polpa de acerola (5%). Alguns néctares apresentaram boa aceitação sensorial e alto conteúdo de vitamina C. A aceitação sensorial dos néctares foi positivamente afetada pelo aumento da concentração de polpa de mamão e de sacarose.

Lopes (2005) estudou a formulação de um néctar constituído das polpas de acerola e pitanga. Foi verificada a maior aceitabilidade para as formulações com proporções de polpa de pitanga entre 26,4% e 32,9% e de polpa de acerola entre 17,1% e 23,5%.

Lima et al. (2008), elaboraram uma bebida mista à base de água de coco e suco de acerola, na forma “pronto para beber”. Foram preparadas quatro formulações com duas proporções de suco de acerola (25 e 30%) e sólidos solúveis (10 e 12 °Brix). A formulação com 30% de suco de acerola e 12 °Brix foi a mais aceita para os atributos sabor e avaliação global, além de ser a formulação que apresentou maior teor de vitamina C.

A aceitabilidade de suco de manga (*Mangifera indica*), adicionado com polpa de banana verde, foi avaliada por Taipina et al. (2004). A banana verde contém amido resistente, tais como as fibras insolúveis, possui efeitos fisiológicos ligados à capacidade de aumentar o volume fecal e diluir compostos potencialmente tóxicos e cancerígenos, pode reduzir os níveis plasmáticos pós-prandial de glicose, insulina, triglicerídeos e lipoproteína de baixa densidade. O suco teve uma boa aceitação em relação aos atributos sensoriais de cor amarela, aroma, sensação bucal, sabor e doçura, também revelando intenção de compra satisfatória.

Souza et al. (2005) desenvolveram néctar misto de manga, caju e acerola e a formulação com 21% de manga, 12,25% de caju e 1,75% de acerola foi a mais aceita pelos provadores. Akinwale (2000) elaborou formulações de misturas de frutas (abacaxi, laranja, uva e manga) com suco de caju.

Em outros estudos foram observadas misturas de frutas e hortaliças. Cáceres (2003) desenvolveu uma mistura à base de polpa de tamarindo e suco de beterraba. A formulação mais aceita sensorialmente foi a obtida pela mistura de 35% de polpa de tamarindo, 20% de suco de beterraba em um néctar de 20°Brix. Branco e Gaspareto (2003) estudaram a mistura ternária de polpa de manga e sucos de laranja e cenoura.

Além da mistura de frutas e/ou hortaliças, tem sido também estudada a adição de fitoquímicos com alegações funcionais, visando à elaboração de uma bebida de frutas com efeitos benéficos à saúde.

Carvalho et al. (2005) desenvolveram formulações de bebida mista de água de coco com suco clarificado de caju (cajuína), com adição de cafeína, conferindo-lhe propriedades estimulantes leves. A concentração de cafeína utilizada nas bebidas foi padronizada em 100 ppm, variando a proporção de água de coco e cajuína. Todas as formulações testadas foram bem aceitas pelos provadores, não havendo diferença significativa entre as formulações ao nível de 5%.

Freitas e Jackix (2004) desenvolveram néctar misto de cenoura e laranja, adicionado de frutoligossacarídeo e pectina cítrica. A adição de frutoligossacarídeo (FOS) como ingrediente funcional não acarretou efeito negativo na aceitação sensorial da bebida, mesmo em concentração

elevada. Já as formulações com concentração acima de 1% de pectina cítrica não foram bem aceitas pelos julgadores por conferirem sabor estranho e corpo elevado à bebida funcional.

Soares et al. (2001) desenvolveram uma bebida formulada com suco de caju clarificado e concentrado e extratos de guaraná (com 0,96% de cafeína), com o objetivo de atender às exigências do mercado consumidor, diversificando suas opções alimentares, além de contribuir para a melhoria dos níveis de saúde da população. A bebida foi aceita pelos provadores, tornando-se uma importante opção para o consumidor.

Outros estudos foram realizados com a adição de cafeína e guaraná a sucos mistos por Sousa et al. (2007) e Carvalho et al. (2007).

## **2.4- Planejamento com Misturas**

Diversos produtos, dentre eles alguns alimentos, são feitos com a mistura de vários componentes. Sendo, portanto, interessante determinar para estes produtos qual é a proporção dos componentes que conduz a um resultado desejado em termos de uma variável que caracteriza a qualidade do produto. Não havendo conhecimento prévio da proporção ideal de cada componente, devem-se realizar experimentos. Nesses experimentos são arbitradas várias combinações de proporções dos componentes e então são observados os valores correspondentes da característica de qualidade e estes valores são denominados respostas do experimento (VIEIRA e DAL BELLO, 2006).

Os planejamentos experimentais para o estudo de misturas têm uma importante diferença em relação aos planejamentos tradicionais de superfícies de respostas. É um experimento cuja variável de resposta é função somente das proporções relativas dos ingredientes presentes na mistura e não da quantidade total da mistura. Além disso, as proporções dos diversos componentes de uma mistura não são independentes e a soma de todas elas deve totalizar sempre 100% (BARROS NETO et al., 1995; CAMPOS et al., 2007; ZAUBERAS et al., 2004). Para uma mistura de  $q$  componentes, portanto, pode-se escrever:

$$\sum_{i=1}^q x_i = 1 \quad (1)$$

em que  $x_i$  representa a proporção do  $i$ -ésimo componente numa escala em que 100% corresponde a um. Somado a isso, pode-se estabelecer os limites inferiores e superiores das proporções dos componentes nas misturas (BARROS NETO et al., 1995; ZAUBERAS et al., 2004).

Segundo Reis e Andrade (1996) o espaço experimental, denominado simplex, terá dimensão de uma unidade a menos do que a número de componentes ( $q$ ) usado na formulação, ou seja, igual a  $(q-1)$ , em virtude da interdependência dos componentes ( $x_i$ ) da mistura (Eq. 1). E, portanto, a representação geométrica do espaço contendo  $q$  componentes consiste de todos os pontos de uma figura regular de dimensão  $(q-1)$ .

Em uma mistura de três componentes ( $q=3$ ) o “simplex” é um triângulo equilátero, como ilustrado na Figura 2.5. Cada lado do triângulo corresponde a uma mistura binária e os vértices dos triângulos correspondem às formulações de componentes puros. Os pontos contidos no interior do triângulo correspondem às possíveis misturas ternárias (REIS e ANDRADE, 1996; VIEIRA e DAL BELLO, 2006).

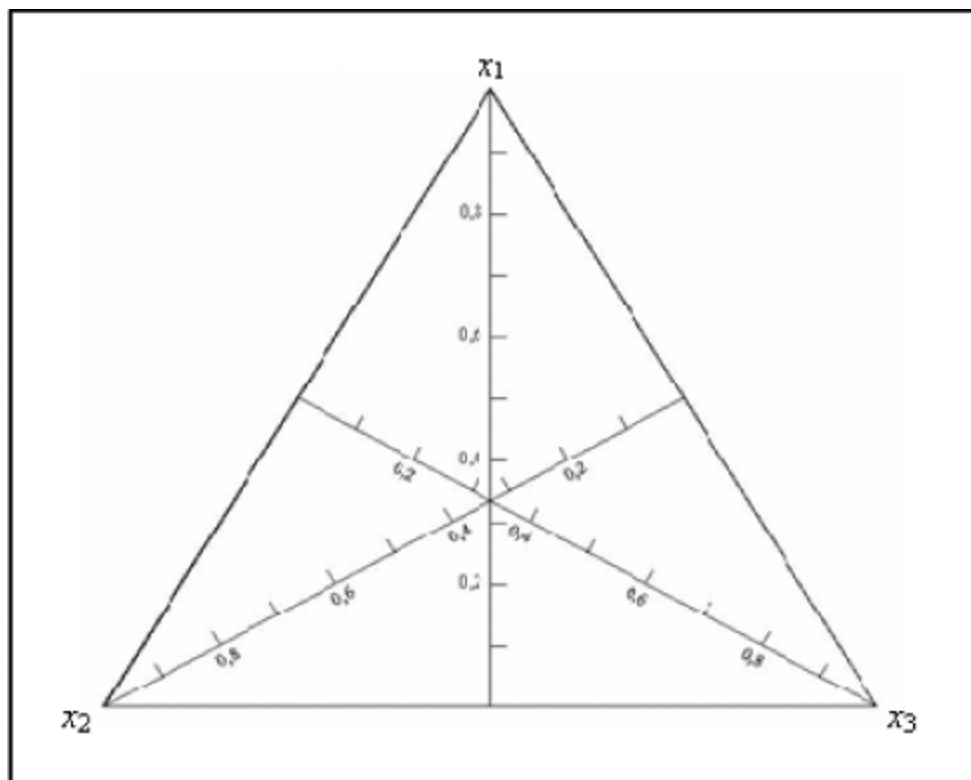


Figura 2.5- Triângulo equilátero. Fonte: (VIEIRA e DAL BELLO, 2006).

Em certos experimentos com mistura, às vezes, não é possível trabalhar usando os pontos do simplex correspondentes aos componentes puros, que por motivos técnicos ou práticos, não podem varrer todas as proporções possíveis, tendo a necessidade de restringir a proporção de um ou mais componentes. Neste caso trabalha-se com pseudocomponentes, que não são componentes puros, mas uma mistura fixa dos vários componentes. Com isso, o novo espaço experimental passa a ser uma sub-região da região das proporções matematicamente possíveis. Essas restrições dos componentes, que são muito comuns nos casos industriais, podem ser superiores, inferiores ou uma combinação das duas. De um modo geral, essas restrições podem ser representadas da seguinte forma (REIS e ANDRADE, 1996; VIEIRA e DAL BELLO, 2006):

$$0 \leq l_i \leq x_i \leq S_i \leq 1$$

sendo,  $l_i$  = limite inferior,  $S_i$  = limite superior e  $i=1, 2, \dots, q$

Com os resultados obtidos no delineamento de misturas, podem-se utilizar polinômios simplificados para relacionar a propriedade de interesse às diversas proporções utilizadas, sendo esse procedimento particularmente útil quando se pretende desenvolver um determinado produto com propriedades específicas (CAMPOS et al., 2007).

O modelo mais simples para uma mistura ternária é o modelo linear, seguido do modelo quadrático e cúbico especial, que estão descrito logo a baixo (BARROS NETO ET al., 1995; MORI et al., 1997):

Para o modelo linear e quadrático será demonstrada, como forma de exemplo, a dedução do polinômio final.

Modelo linear:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \quad (2)$$

Como a soma das percentagens dos constituintes é sempre 100%, então:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1 \quad (3)$$

Substituindo a identidade  $b_0 = 1 - b_1(x_1 + x_2 + x_3)$  na equação do modelo linear e agrupando os termos em  $x_i$ , temos:

$$\hat{y} = b^*_1x_1 + b^*_2x_2 + b^*_3x_3 \quad (4)$$

onde  $b^*_i = b_0 + b_i$ , para  $i = 1, 2, 3$

Modelo quadrático:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 \quad (5)$$

Substituindo as relações 1.  $b_0 = b_0(x_1 + x_2 + x_3)$  e  $b_{11}x_1^2 = b_{11}x_1(1-x_2-x_3)$ , além de expressões análogas para  $b_{22}x_2^2$  e  $b_{33}x_3^2$ , temos:

$$\hat{y} = b_0(x_1 + x_2 + x_3) + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1(1-x_2-x_3) + b_{22}x_2(1-x_1-x_3) + b_{33}x_3(1-x_1-x_2) + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 \quad (6)$$

Agrupando os termos obtém-se finalmente:

$$\hat{y} = b^*_1x_1 + b^*_2x_2 + b^*_3x_3 + b^*_{12}x_1x_2 + b^*_{13}x_1x_3 + b^*_{23}x_2x_3 \quad (7)$$

onde  $b^*_i = b_0 + b_i + b_{ii}$  para  $i = 1, 2$  e  $3$ , e  $b^*_{ij} = b_{ij} - b_{ii} - b_{jj}$  para  $i, j = 1, 2, 3$  com  $i \neq j$ .

Modelo cúbico especial:

$$\hat{y} = b^*_1x_1 + b^*_2x_2 + b^*_3x_3 + b^*_{12}x_1x_2 + b^*_{13}x_1x_3 + b^*_{23}x_2x_3 + b^*_{123}x_1x_2x_3 \quad (8)$$

## 2.5-Reologia

O termo reologia vem do grego *rheo* (fluxo) e *logos* (ciência) e foi sugerido por Bingham e Crawford para descrever as deformações de sólidos e a fluidez de líquidos (LABA, 1993; LEONARDI e MAIA CAMPOS, 2001).

O conhecimento do comportamento reológico de qualquer fluido e em particular das polpas e sucos de frutas é muito importante e está relacionada com várias etapas da industrialização dos alimentos, entre elas: engenharia de processo, controle de qualidade, avaliação sensorial e estrutura dos alimentos (RAMOS, 1997).

Um fluido define-se como uma substância que se deforma continuamente quando se submete a um esforço constante, sem se importar quão pequeno seja este esforço. No estudo do escoamento de um fluido, a viscosidade requer uma maior atenção dentre todas as propriedades dos fluidos. A viscosidade é considerada uma das principais propriedades

reológicas e mede a resistência do fluido ao escoamento, quando uma taxa de deformação é aplicada. (STREETER, 1996; VANDRESEN, 2007).

Os fluidos podem ser classificados reologicamente em Newtonianos e Não Newtonianos quanto à relação entre a taxa de deformação e a tensão de cisalhamento (Figura 2.6).

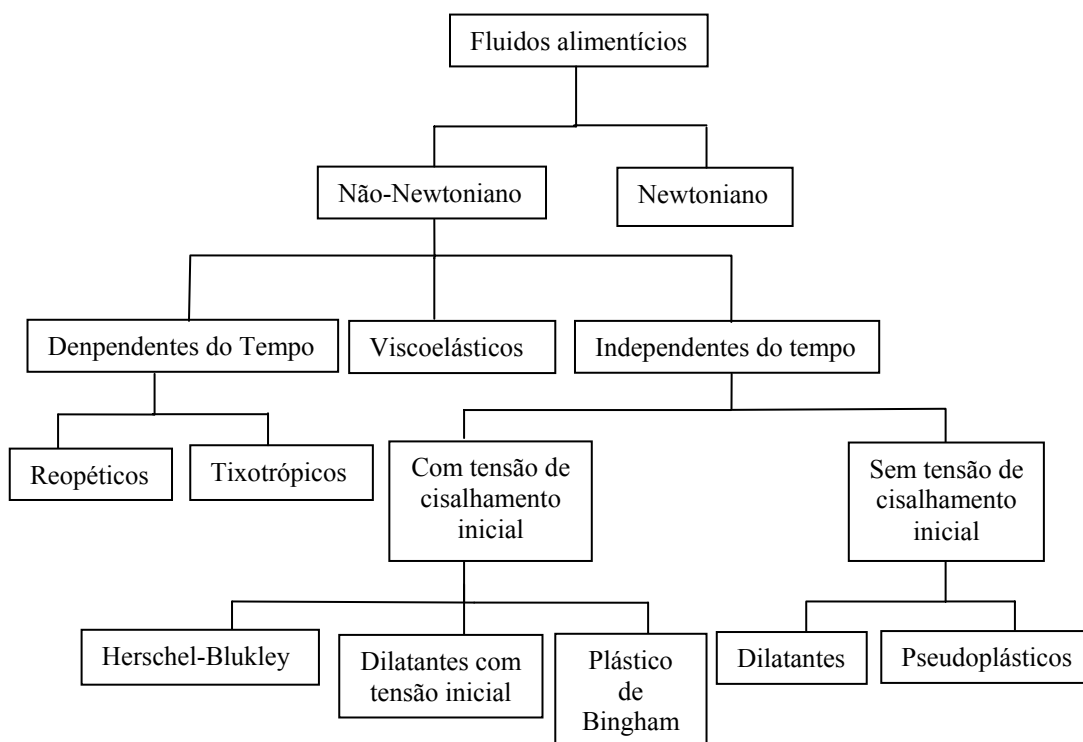


Figura 2.6 - Classificação dos fluidos segundo comportamento reológico (Fonte: Adaptado de RAMOS, 1997).

Os Fluidos Newtonianos têm sua viscosidade constante e seguem a Lei de Newton, onde a relação entre os valores da tensão de cisalhamento e a taxa de deformação indica uma proporcionalidade direta. Já nos fluidos Não Newtonianos a relação entre a taxa de deformação e a tensão de cisalhamento não é constante (a viscosidade não é constante) (STEFFE, 1992). Na Figura 2.7 observam-se as curvas de escoamento para fluidos Não Newtonianos independentes do tempo e para fluido Newtoniano.

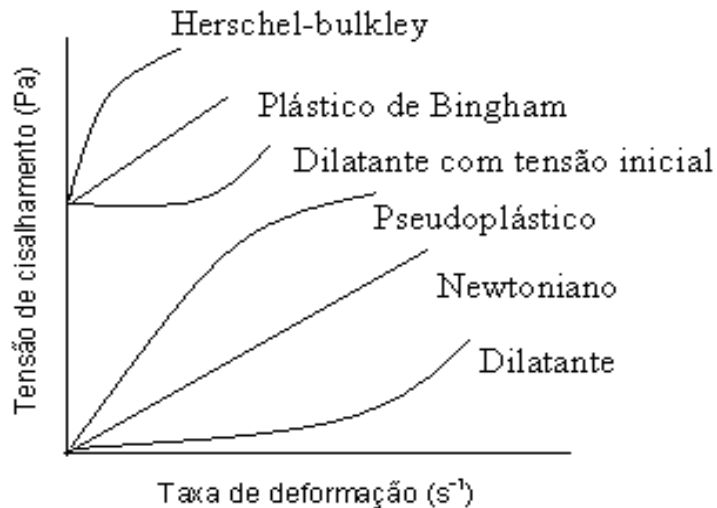


Figura 2.7 - Curvas de escoamento para fluidos Não Newtonianos independentes do tempo e para fluido Newtoniano. (Fonte: Adaptado de RAMOS, 1997).

São conhecidos vários modelos para caracterização do comportamento reológico dos alimentos: modelo de Newton, Ostwald-De-Waele, Bingham, Herschel-Bulkley, Casson e Mizrahi e Berk. Estes são utilizados para uma melhor descrição do comportamento reológico dos fluidos, permitindo relacionar as propriedades reológicas com grandezas práticas, como concentração, temperatura e índice de maturação (BRANCO et al., 1995).

Entre os modelos, o de Newton é o mais simples e é utilizado para descrever o comportamento de um fluido Newtoniano. Este modelo é representado pela equação 6:

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma} \quad (6)$$

Em que:  $\tau$  representa a tensão de cisalhamento (Pa),  $\eta$  representa viscosidade (Pa.s) e  $\dot{\gamma}$  representa a taxa de deformação ( $s^{-1}$ ).

Para compreender o comportamento de fluidos não newtonianos que relacionam os dados de tensão de cisalhamento com a taxa de deformação, são utilizados, entre outros, os modelos: Ostwald-De-Waele (Lei da Potência), Herschel-Bulkley, Casson, Mizrahi e Berk representados pelas equações 7, 8, 9 e 10 respectivamente (SILVA; GUIMARÃES; GASPARETTO, 2005):

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n \quad (7)$$

Em que:  $\tau$  é a tensão de cisalhamento (Pa);  $\dot{\gamma}$  é a taxa de deformação ( $s^{-1}$ ); K o índice de consistência ( $Pa \cdot s^n$ ) e n o índice de comportamento ao escoamento (adimensional)

$$\tau = \tau_0 + K_H (\dot{\gamma})^{n_H} \quad (8)$$

Em que:  $\tau$  representa tensão de cisalhamento (Pa);  $\dot{\gamma}$  é a taxa de deformação ( $s^{-1}$ );  $K_H$  o índice de consistência ( $Pa \cdot s^n$ );  $n_H$  o índice de comportamento do escoamento (adimensional) e  $\tau_0$  representa tensão inicial (Pa).

$$\tau^{0,5} = K_{oc} + K_c (\dot{\gamma})^{0,5} \quad (9)$$

Em que:  $\tau$  representa tensão de cisalhamento;  $\dot{\gamma}$  é a taxa de deformação ( $s^{-1}$ );  $K_{oc}$  a tensão inicial (Pa) e  $K_c$  o índice de consistência ( $Pa \cdot s^{0,5}$ ).

$$\tau^{1/2} = K_{OM} + K_M (\dot{\gamma})^{n_M} \quad (10)$$

Em que:  $\tau$  representa tensão de cisalhamento (Pa);  $\dot{\gamma}$  é a taxa de deformação ( $s^{-1}$ );  $K_{OM}$  a raiz quadrada da tensão inicial ( $Pa$ )<sup>1/2</sup>,  $K_M$  o índice de consistência ( $Pa \cdot s$ )<sup>n</sup> e  $n_M$  o índice de comportamento (adimensional).

O valor do parâmetro índice de comportamento (n), para fluidos Newtonianos e Plástico de Bingham é igual a uma unidade. Já para fluidos pseudoplásticos “n” é menor que a unidade, e quanto menor este valor mais intenso é o comportamento pseudoplástico. Para fluido dilatante e Herchel-Bulkley “n” é maior e menor que a unidade, respectivamente. Com relação ao parâmetro índice de consistência (K) o seu valor para estes fluidos sempre será maior que zero (STEFFE, 1992).

Vários fatores podem afetar o comportamento reológico dos fluidos, entre eles a temperatura, a concentração e o tamanho das partículas.

Em vista que os alimentos fluidos durante o seu processamento são submetidos constantemente a mudanças de temperatura, como exemplo temperaturas de pasteurização e resfriamento, torna-se importante conhecer suas propriedades reológicas em função da temperatura.

De acordo com Pelegrine (1999) a temperatura é um dos fatores que mais afeta a viscosidade das polpas de frutas, pois a maioria destas apresenta-se na forma de sólidos dispersos em meios líquidos. Um aumento da temperatura neste caso faz com que a viscosidade da fase líquida diminua, aumentando o movimento das partículas em suspensão, causando um decréscimo na viscosidade da polpa.

O efeito da temperatura sobre a viscosidade aparente pode ser descrito mediante uma equação análoga à de Arrhenius:

$$\eta_a = \eta_0 \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right) \quad (11)$$

Em que:  $\eta_a$  é a viscosidade aparente (Pa.s),  $\eta_0$  é uma constante (Pa.s),  $E_a$  é a energia de ativação para escoamento viscoso (kJ.gmol<sup>-1</sup>),  $R$  é a constante dos gases (8,314 J.gmol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>) e  $T$  é a temperatura absoluta (K). A equação 11 indica a tendência geral observada de uma diminuição da viscosidade aparente com o aumento da temperatura. De um modo geral, quanto maior for a energia de ativação, maior será o efeito da temperatura sobre a viscosidade (HOLDSWORTH, 1971; RAO, 1986).

Para fluidos não newtonianos é necessário definir o termo viscosidade aparente ( $\eta_a$ ), em virtude da razão entre a tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) e a taxa de deformação ( $\dot{\gamma}$ ) não ser uma constante.

$$\eta_a = \eta(\dot{\gamma}) = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \neq \text{cte} \quad (12)$$

Como exemplo as equações 13, 14 e 15 determinam a viscosidade aparente de alguns modelos para fluidos não-newtonianos.

Para fluidos cujo comportamento reológico possa ser descrito pelo modelo da Lei da Potência, a viscosidade aparente é determinada pela seguinte equação:

$$\eta_a^{L.P.} = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} = \frac{K(\dot{\gamma})^n}{\dot{\gamma}} = K\dot{\gamma}^{(n-1)} \quad (13)$$

Para o modelo de Herschel-Bulkley a viscosidade aparente pode ser definida como:

$$\eta_a = K_H (\dot{\gamma})^{n_H-1} + \frac{\tau_0}{\dot{\gamma}} \quad (14)$$

E para o modelo de Mizrahi e Berk a viscosidade aparente pode ser definida como:

$$\eta_a^{M.B.} = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} = \frac{(K_{OM} + K_M (\dot{\gamma})^{n_M})^2}{\dot{\gamma}} \quad (15)$$

Diversos alimentos apresentam-se como fluidos não-Newtonianos independentes do tempo, como exemplo, pode-se citar: chocolates, e pasta de tomate como fluidos plásticos de Bingham; a maioria dos alimentos, sucos e polpas de frutas como fluidos pseudoplásticos e suspensões de amido e alguns tipos de mel como fluidos dilatante (GOMES, 2001; SILVA, 2005; STEFFE, 1992; VIDAL, 2006)

## 2.6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC Report. **The Definition of Dietary Fiber**, v 46, n. 3, p. 112-126, 2001.

ABIR-Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas. **Sucos**. Disponível em: [www.abir.org.br](http://www.abir.org.br). Acesso em 16/05/2009

AHMED, S.S.; LOTT, M.N.; MARCUS. D.M.. The macular xanthophylls. **Surv Ophthalmol**. V.50, n.2, p.183-93, 2005

AKINMALE, T.O. Cashew apple juice: its use in fortifying the nutritional quality of some tropical fruits. **European Food Research and Technology**, v. 211, n.3, p.205-207,2000.

ALVES-RODRIGUES, A.; SHAO, A. The science behind lutein. **Toxicology Letters**, v. 150, p. 57-83, 2004.

ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW. Lutein and Zeaxanthin – Monograph. Nenhum autor listado. **Alternative Medicine Review**, v.10, n.2, p.128-135, 2005.

ALVÍDREZ-MORALES, A., GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, B.E., JIMÉNEZ-SALAS, Z. Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. **Revista Salud Pública y Nutrición**, v.3, n.3, 2002. Disponible em: [www.respyn.uanl.mx/iii/3/ensayos/alimentos\\_funcionales.html](http://www.respyn.uanl.mx/iii/3/ensayos/alimentos_funcionales.html), Acesso em: 14/05/2009.

ANGELIS, R. C. de. Novos conceitos em nutrição: reflexões a respeito do elo dieta e saúde. **Arq Gastroenterol**, v. 38, n. 4, p.269-271, 2001.

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-157, 2004

ANVISA – Agência Nacional de vigilância Sanitária. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. **IX - Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas- atualizado em julho/2008**. Disponível em: [www.anvisa.gov.br/alimentos](http://www.anvisa.gov.br/alimentos). Acesso em: 28/12/2008

ASOLINI, F. C., et al. Atividade Antioxidante e Antibacteriana dos Compostos Fenólicos dos Extratos de Plantas Usadas como Chás. **Brazilian Journal Food Technology**., v.9, n.3, p. 209-215, 2006

ARTS, I.C., et al .Catechin intake might explain the inverse tea consumption and ischemic heart disease: the Zutphen Elderly Study. **The American Journal Clinical Nutrition**. v. 74, p. 227–32, 2001

AUGER, C., et al. Catechins and procyanidins in Mediterranean diets. **Food Research International**. v. 37, p. 233-245. 2004

AZIZAH, A.H.; LUAN, Y.S. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. **Food Chemistry**. Malaysia, p. 15-19, jan., 2000.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUMS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. Campinas, Editora da UNICAMP, 1995. 299p.

BARROSO, M.F., et al. Flavoured versus natural waters: Macromineral (Ca, Mg, K, Na) and micromineral (Fe, Cu, Zn) contents. **Food Chemistry**. n.116, p. 580–589, 2009

BATES, R.P.; MORRIS, J.R.; CRANDALL, P.G. **Principles and practices of small-and medium-scale fruit juice processing**. FAO Agricultural Services Bulletin, 146. Food Science and Human Nutrition Department. University of Florida, 2001. Disponível em: [www.fao.org](http://www.fao.org). Acesso em 16/05/2009

BATISTA, A.P., et al. Rheological characterization of coloured oil-in-water food emulsions with lutein and phycoerythrin added to the oil and aqueous phases. **Food Hydrocolloids**, v. 20, n. 44–52. 2006

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, n.2, p. 123-130, 1999.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Introdução à Química de alimentos**. 7.ed. São Paulo: Varela, 1995. p.223.

BOLTON-SMITH, C.; WOODWARD, M.; TUNSTALL-PEDOE, H. The Scottish Heart Health Study. Dietary intake by food frequency questionnaire and odds ratios for coronary heart disease risk. II. The antioxidant vitamins and fibre. **European Journal of Clinical Nutrition**. v.46, p. 85–93, 1992

BRANCO, I. G.; GASPARETTO, C. A. Aplicação da metodologia de superfície de resposta para o estudo do efeito da temperatura sobre o comportamento reológico de misturas ternárias de polpa de manga e sucos de laranja e cenoura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 23, p. 166-171, 2003.

BRANCO, I. G.; TELIS, R. J.; GASPARETTO, C. A. **Reologia de suco de laranja concentração a baixas temperaturas**. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS. Campinas-SP: Unicamp. Anais. Valência: UPV, 1995

BRASIL. Decreto nº 2.314 de 5 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 1997.

BRASIL. Instrução Normativa nº 12 de 04 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical; e os Padrões de Identidade e Qualidade para Néctares. **Diário Oficial da União**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2003.

BRASIL . Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos..**Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999. ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://elegis.anvisa.gov.br>. Acesso em: 17/08/07

BRASIL. Resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 09 de janeiro de 2002. ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br>. Acesso em 17/08/07.

BRITTON G. Structure and properties of carotenoids in relation to function. **FASEB JOURNAL**., v. 9, p. 1551-1558, 1995.

BUENO, A.L.; CZEPIELEWSKI, M.A.. Micronutrientes envolvidos no crescimento. **Revista HCPA**, v.27, n.3, p. 47-56, 2007

CABRAL, P.C. et al . Avaliação antropométrica e dietética de hipertensos atendidos em ambulatório de um hospital universitário. **Revista de Nutrição**. v. 16, n. 1, p. 61-71, 2003 .

CÁCERES, M.C. **Estudo do processamento e avaliação da estabilidade do "blend" misto a base da polpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) e suco de beterraba (*Beta vulgaris*)** 2003. 107f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003

CARDOSO, J. Nutrição e doença cardiovascular – 2ª parte. **Medicina Interna**. v. 11, n. 3, p. 123-131, 2004

CAMPOS, L. F. A. et al . Planejamento experimental no estudo da maximização do teor de resíduos em blocos e revestimentos cerâmicos. **Cerâmica**, v. 53, n. 328, p. 373-380. 2007 .

CÂNDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. **Alimentos para fins especiais: Dietéticos**. São Paulo: Livraria Varela, 1 edição, 1995. 423p.

CARVALHO, J.M., et al . Bebida mista com propriedade estimulante à base de água de coco e suco de caju clarificado. **Ciência e Tecnologia de Alimento**, v. 25, n. 4, p. 813-818. 2005 .

CARVALHO, J.M., et al. Development of a blended beverage consisting of coconut water and cashew apple juice containing caffeine. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 42, p.1195–1200, 2007

CARVALHO, P.G.B. de et al. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**,v. 24, n. 4, p. 397-404. 2006

CARVALHO, L.S. **Distribuição qualitativa e quantitativa de carotenóides e seus metabólitos em tecidos oculares**. 2000. 52f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

CASTRO NETO, M.T.; CUNHA, G.A.P. Introdução. In: MATOS, A.P.de (Org.). **Manga**-Produção: aspectos técnicos. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000a.9-10p

CHAVES, M.C.V. et al. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de biologia e ciências da terra**. v. 4; n. 2 ;2004

CHO, K-N., et al. Green tea catechin ()-epicatechin gallate induces tumour suppressor protein ATF3 via EGR-1 activation **European Journal Of Cancer** doi:10.1016/j.ejca.2007.07.020

CHOI, .J.S., et al. Inhibition of nNOS and COX-2 expression by lutein in acute retinal ischemia .**Nutrition**, 22. p.668–671.2006

CORREIA, L.F.M.; FARAONI, A.S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M.Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.1, p. 83-95, 2008

DAVIES M.J., et al. Black tea consumption reduces total and LDL cholesterol in mildly hypercholesterolemic adults. **The Journal of Nutrition**. v.133, 3298S–3302S, 2003.

DONADIO, L.C. **Variedades brasileiras de manga**. São Paulo. Fundação Editora da UNESP, 1996 b .74p

DWYER, J. H., et al. Oxygenated carotenoid lutein and progression of early atherosclerosis. *Circulation*, v.103, p.2922-2927, 2001.

FILHO, O.S.A. **Efeito da aplicação pós-colheita do “benomyl”, “thiabendazol” e “hipoclorito” na manga “ubá”**. 1980,61f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras,1980.

FREITAS, D.G.C.; JACKIX, M.N.H. Caracterização físico-química e aceitação sensorial de bebida funcional adicionada de frutoligossacarídeo e fibra solúvel. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 355-374, 2004

EDGE R, MC GARVEY DJ, TRUSCOTT TG. The carotenoids as anti-oxidants –A review. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 41, p189-200, 1997.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÀRIA. Embrapa Mandioca e Fruticultura: **Manga**. Disponível em: [www.cnpmf.embrapa.br](http://www.cnpmf.embrapa.br). Acesso em: 1 julho , 2005.

FARAH, M.E.; OSHIMA, A.; COSTA , R.A.; SALLUM, J.F.. Degeneração macular relacionada à idade: modalidades terapêuticas. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 64, n. 6, p.583-588. 2001.

FERRAZ, M.A.; SILVA, C.A.B.; VILELA, P.S. **Caracterização da agroindústria de frutas no Estado de Minas Gerais**. Programa de desenvolvimento da Fruticultura no Estado de Minas Gerais. 2002.

FILHO G. A. F.; LEITE, J. B. V.; RAMOS, J.V. **Acerola**. Disponível em: [www.ceplac.gov.br](http://www.ceplac.gov.br). Acesso em: 19/11/2008

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A.; FERREIRA, D. C. **Otimização da formulação de néctar misto de frutas tropicais através de Metodologia de Superfície de Resposta**. In: XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002, Porto Alegre - RS. Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Porto Alegre : SBCTA, 2002. p. 1532-1535.

FONTANA, J.D., et al **Carotenóides cores atraentes e ação biológica**. Disponível em: [www.herbario.com.br/dataherb06/1112carotenóide](http://www.herbario.com.br/dataherb06/1112carotenóide). Acesso em 20 jun. 2006

FORMICA, J.V.; REGELSON, W. Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. **Food and Chemical Toxicology**, v..33, n.12, p.1061-80, 1995.

FRANCO, G. **Tabela de composição química de alimentos**. Ed. Atheneu. 9 ed. – São Paulo: B-Horizonte-Brasil. 2007. 307p.

GAMA, J. J.T.; SYLOS, C.M. Efect of thermal pasteurization and concentration on carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice. **Food Chemistry**.2006

GERMER, S. P. M.. **Barreiras Técnicas Às Exportações Agrícolas Brasileiras**. Informativo FRUTHOTEC. 2007 Disponível em: [http://www.ital.sp.gov.br/fruthotec\\_new/html/boletitns/boletim10.html](http://www.ital.sp.gov.br/fruthotec_new/html/boletitns/boletim10.html). Acesso em: 02 de janeiro de 2008

GIEHL, M.R.; BOSCO, S.M.D.; LAFLOR, C.M.; WEBER, B. Eficácia dos flavonóides da uva, vinho tinto e suco de uva tinto na prevenção e no tratamento secundário da aterosclerose. **Scientia Medica**, v. 17, n. 3, p. 145-155, 2007

GOLBAL 21. **Informes Setoriais: Fruticultura - Panorama Internacional.** Disponível em:www.global21.com.br. Acesso em:17 de setembro de 2005

GOMES, F. da S.. Carotenóides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer. **Revista de Nutrição**, v. 20, n. 5, p. 537-548, 2007.

GOMES, J.E.; PERECIN, D.; MARTINS, A.B.G.; FONTES, S. R.. Comportamento de propriedades físicas, químicas e reológicas do suco de acerola armazenado a baixa temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 296-300, 2001.

GOUVEIA, J.P.G.; ALMEIDA, F.A.C.; MEDEIROS, B.G.S.; RIBEIRO,C.F. A.; DUARTE, S.M.A. Determinação de características físico-químicas da goiaba:goiabeiras adubadas no semi-árido da paraíba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.6, n.1, p.35-38, 2004.

GUNASEKERA R.S.; SEWGOBIND K.; DESAI S.; DUNN L.; BLACK H.S.; MCKEEHAN W.L.; PATIL B. Lycopene and lutein inhibit proliferation in rat prostate carcinoma cells. **Nutrition and Cancer**. v. 58, n.2, p.171-177, 2007.

HANDELMAN, G.J.; NIGHTINGALE, Z.D.; LICHTENSTEIN, A.H.; SCHAEFER, E.J.; BLUMBERG, J.B. Luteína and zeaxantina concentrations in plasma after dietary supplementation with egg gema. **American Journal Clinical Nutrition**., v. 70, p. 247-251,1999.

HOLDSWORTH, S.D. Applicability of rheological models to the interpretation of flow and processing behavior of fluid food products. **Journal of Texture Studies**, v. 2, n. 4, p. 393-418, 1971.

IKEDA I., et al. Tea catechins decrease micellar solubility and intestinal absorption of cholesterol in rats. **Biochimica et Biophysica Acta**. v. 1127, n. 2, p. 141-146, 1992.

INFORMATIVO CGPCP **Fruticultura –mercado e políticas**. Ano 2. Vol 23. outubro de 2008. <http://www.ibraf.org.br>

INSERRA, P.F., et al. Immune function in elderly smokers and nonsmokers improves during supplementation with fruit and vegetable extracts. **Integrative Medicine**. v. 2, p. 3-10, 1999.

JIE, Z., et al. Estudo sobre os efeitos da ingestão de polidextrose sobre as funções fisiológicas em chineses. **American Journal Clinical Nutrition**,v.72, p. 1503-1509, 2000.

JU, J.; LU, G.; LAMBERT, J.D. ; YANG, C.S.. Inhibition of carcinogenesis by tea constituents. **Seminars in Cancer Biology**, v.17, p. 395–402, 2007.

KIM, H.R.; RAJAIAH, R.; WU, Q-L., et al. Green Tea Protects Rats against Autoimmune Arthritis by Modulating Disease-Related Immune Events. **The Journal of Nutrition**, v. 138,p. 2111–2116, 2008.

KIM, S.R., et al. Photooxidation of A2-PE, a photoreceptor outer segment fluorophore, and protection by lutein and zeaxanthin. **Experimental Eye Research**, v.82, p 828–839, 2006.

KUSKOSKI, E.M; ASUERO, A.G; MORALES, M.T.;FETT., R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1283-1287, 2006.

KRAUSE, V.; KAHAN, L.K. **Alimentos nutrição e dietoterapia**: livro texto do cuidado nutricional. 7. ed. São Paulo: Ed. Roca, 1991.

KRINSKY, N.I.; LANDRUM, J.T.; BONE, R. A. Biologic mechanisms of the protective role of lutein and zeaxanthin in the eye. **Annual Review Nutrition**, v. 23, p. 171-201, 2003.

KRINSKY, N. Actions of carotenoids in biological systems. **Annual Review Nutrition.**, v. 13, p. 561-587, 1993.

KRINSKY, N.I., JOHNSON E. J. Carotenoid Actions and their Relation to Health and Disease. **Molecular Aspects of Medicine**, v.26, n.6, p.459-516, 2005.

KRISHNA, G.G., KAPOOR, S.C. Potassium depletion exacerbates essential hypertension. **Annals of Internal Medicine**, v.115, n.2, p.77-83, 1991.

KRUGER, C.L., et al. An innovative approach to the determination of safety for a dietary ingredient derived from a new source: case study using a crystalline lutein product. **Food and chemical toxicology**, v. 40, p. 1535–1549, 2002.

LABA, D. **Rheological Properties of Cosmetics end toiletries**. New York: Marcel Dekker, 1993. P.09-33. 1993.

LEE, S.K., KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**. n. 20, p.207–220, 2000.

LEONARDI, G. R.; MAIA CAMPOS, P. M. B. G.. Estabilidade de formulações cosméticas. **International Journal of Pharmaceutical Compounding**, v. 3, n. 4, p.154-156, 2001.

LIMA, A. S., et al . Desenvolvimento de bebida mista à base de água de coco e suco de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 683-690, 2008 .

LOPES, A. S. **Pitanga e acerola: estudo de processamento, estabilidade e formulação de néctar misto**. 2005.175f. Tese (Doutorado em Tecnologia

de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

LOPES, H.F.; BARRETO-FILHO, J.A.S.; RICCIO, G.M.G.. Tratamento não-medicamentoso da hipertensão arterial. **Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo**, v.13, n.1, p. 148-155, 2003.

MAIA, G. A. Nutritional aspects of some tropical juices of Latin American In: 13 rd IFU WORLD CONGRESS, 2001, Sydney. **13 rd IFU SYDNEY WORLD CONGRESS**. v. 1. p.135 – 152, 2001.

MAMEDE, M.E.O.; PASTORE, G.M. Compostos fenólicos do vinho: estrutura e ação antioxidante. **Boletim de Pesquisa e Processamento de alimentos**, v. 22, n. 2, p. 232-252, 2004.

MARTIN K.R.; MEYDANI, D. W. M. The effect of carotenoids on the expression of cell surface adhesion molecules and binding of monocytes to human aortic endothelial cells *Atherosclerosis*, v.150, p. 265–274, 2000.

MATOS, A.P. **Manga**: Produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa - Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 63p.

MATSUBARA, S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.. Teores de catequinas e teaflavinas em chás comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 26, n. 2, p. 401-407 2006.

MATSUURA, F.C.A.U.; ROLIM, R.B.. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um "blend" com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.24, n. 1, p.138-141. 2002.

MATSUURA, F.C.A.U., et al . Sensory acceptance of mixed nectar of papaya, passion fruit and acerola. **Scientia agricola**, v. 61, n. 6, p. 604-608, 2004 .

MATTIETTO, R.A. **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*spondias lutea* L.) e umbu (*spondias tuberosa*, arruda câmara)**. 2005.299f.Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MERCADANTE, A. Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. Confirmação da identidade da  $\alpha$ -criptoxantina e incidência de carotenóides minoritários provitamínicos A em verduras folhosas verdes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**., v. 21, n.2, p. 216-222, 2001.

MIRANDA, M., et al. Oxidative stress in a model for experimental diabetic retinopathy: treatment with antioxidants. **Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología**., v.79, p. 289-294, 2004.

MOLLDREM, K.L.; LI, J.; SIMON, P.W.; TANUMIHARDJO, S.A. Luteína and  $\beta$ -carotene from luteína-containing yellow carrots are bioavailable in humans. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 80, p. 131-136, 2004.

MORIEL, P.; ANDRADE, P.M.; RODRIGUES, D.; BERTOLANI, M.C.; ABDALLA, D.S.P. Antioxidantes e oxidabilidade da LDL em pacientes hiperlipidêmicos. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v.30, n.4,p.176-80, 1998.

NACHTIGALL, A.M.; STRINGHETA, P.C.; FIDELIS, P.C.; NACHTIGALL, F. M.. Determinação do teor de luteína em hortaliças. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 25, n.2, p.181-192, 2007.

NIJVELDT R.J.; NOOD E.V.; HOORN D.E.R.V.; BOELEN P.G.; NORREN K.V.; LEEUWEN P.A.M.V. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. **American Journal Clinical Nutrition**. v.74, p.418-425, 2001.

NIIZU, P. Y. **Fontes de carotenóides importantes para a saúde humana**. 2003. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.2003.

NISHINO, H. et al . Carotenoids in cancer chemoprevention. **Cancer and Metastasis Reviews**. v.21, p. 257–264, 2002.

OLIVEIRA, E.M.S. **Efeito modulador do café sobre a carcinogênese hepática induzida em ratos**. 2007. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos)- Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

PADETEC- Parque de Desenvolvimento Tecnológico- Ceará . **Células Solares Usando Corantes Fotoexcitáveis**. Disponível em: [www.padtec.ufc.br/natucelteoria.htm](http://www.padtec.ufc.br/natucelteoria.htm). Acessado em 11/08/2006.

PEARSON, D.A.; TAN, C.H.; GERMAN, J.B.; DAVIS, P.A.; GERSHWIN, M.E. Apple juice inhibits human low density lipoprotein oxidation. **Life Sciences**, v.64, p.1913-1920,1999.

PELEGRINE, D. H. **Comportamento reológico das polpas de manga e abacaxi**. 1999. 115 f. Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

PRATI, P.; MORETTI, R.H.; CARDELLO, H.M.A.B.. Elaboração de bebida composta por mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sucos de frutas ácidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p.147-152. 2005 .

RAMOS, A.M. **Caracterización reológica y Transmisión de calor em derivados de Frutas en el interior de tanques agitados**.1997. 76 f. Tese

(Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Técnica Superior D'Enginyeria Agrària de Lleida. Universitat de Lleida.1997.

RAO, M.A. Rheological properties of fluid foods. In: RAO, M.A.; RIZVI, S.S.H. **Engineering properties of foods**. New York: MARCEL DEKKER, 1986. Cap. 5, p. 1-47. 1986.

RAUHA, J.P. et. al. Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. **International Journal of Food Microbiology**. Amsterdam: v.56, n.1, p. 3-12, 2000.

REIS,C.; ANDRADE, J.C. Planejamento experimental para misturas usando cromatografia em papel. **Química nova**, v.19, n.3, p. 313-319, 1996.

RODRIGUES, M. G. V. **Produção e mercado de frutas desidratadas**. Portal TODAFRUTA. 2004. Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=6687](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=6687)>. Acesso em: 19 ago. 2004, 18:30:30.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, DC: International Life Sciences Institute, 2001. 64 p.

SALGUEIRO, M.J. et al. Zinc as an essential micro nutrient: a review. **Nutrition Research**. n. 20, n. 5, p. 737-755, 2000

SANTOS, L.P.F.; DINIZ, J.R.; LEÃO, A.C.S.; SENA, M.F. Degeneração macular relacionada à idade: prevalência e fatores de risco em dois centros oftalmológicos de referência em Pernambuco. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**. v. 68, n.2, p.229-233, 2005

SARNI, R.S., KOCHI, C.; RAMALHO, R.A.; SCHOEPS, D.O; SATO, K.; MATTOSO, L.C.Q.; XIMENES,C.F.; SOUZA,F.I.S.; DAMIANI, F.M. Vitamina A: nível sérico e ingestão dietética em crianças e adolescentes com déficit estatural de causa não hormonal. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v. 48, n.1, p.48-53, 2002.

SATO, T.; MIYATA, G. The nutraceutical benefit, part I: green tea. **Nutrition**, v. 16, n. 4, p. 315-317, 2000.

SCALBERT, A. et al. Polyphenols: antioxidants and beyond. **American Journal Clinical Nutrition**, v.81 (suppl), p.215S-7S, 2005.

SENA, K.C.M.; PEDROSA, L.F.C.. Efeitos da suplementação com zinco sobre o crescimento, sistema imunológico e diabetes. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 2, p. 251-259 . 2005.

SESSO, H.D., et al. Coffee and tea intake and the risk of myocardial infarction. **American Journal of Epidemiology**, v.149, n.2, p.162-7, 1999.

SETOR 1. **Reologia**. Disponível em: [www.setor1.com.br/analises/reologia](http://www.setor1.com.br/analises/reologia) Acesso 15/01/2009.

SHAMI, N.J.I.E.; MOREIRA, E.A.M.. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004 .

SILVA, C.R.M.; NAVES, M.M.V.. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. **Revista de Nutrição**, v. 14, n. 2, p. 135-143, 2001.

SILVA, F. C. da; GUIMARÃES, D. H. P; GASPARETTO C. A; Reologia do suco de acerola: efeitos da concentração e temperatura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 25(1): 121-126, jan.-mar. 2005.

SILVA, F.C.; GUIMARÃES, D.H.P.; GASPARETTO, C.A. Reologia do suco de acerola: efeitos da concentração e temperatura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.25, n. 1, p. 121-126, 2005.

SLATTERY, M. L; BENSON, J.; CURTIN, K. ET AL. Carotenoids and colon cancer. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, n. 2, p. 575-582, 2000.

SOARES, L.C. 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. 2001.

SOUSA, P.; RAMOS, A.; BRITO, E. ; Azeredo, H.; MAIA, G. ; Prado, G... **Optimización de néctar mixto de frutas tropicales**. In: Jorge Charmona; C Ordorica; A Mullet; L Alamilla; M E Sosa; E Parada; J Welti; Gustavo Gutiérrez.. (Org.). V CIBIA: Hacia una visión integrada de la ingeniería de Alimentos. México: , 2005, v. V, p. 1-6.

SOUSA, P.H. M.; MAIA, G.A.; AZEREDO, H.M. C. ET al. Mixed tropical fruit nectars with added energy components. **International Journal of Food Science and Technology** , v. 42, p. 1290–1296, 2007.

SOUZA, O. P.; MANCIN, C.A.; MELO, B. **Cultura da goiabeira**. Disponível em: [www.fruticultura.iciag.ufu.br/goiaba](http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/goiaba). Acesso em 04 maio de 2009.

STAHL, W.; SIES, H. Lycopene: a biologically important carotenoid for humans. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.336, p. 1- 9, 1996.

STEFFE, J. F. **Rheological methods in food process engineering**. 2 ed. East Lansing, MI. Freeman Press, 1992.

STREETER, V.L. **Mecânica de fluidos**. México: McGraw Hill. 594p. 1996.

STRINGHETA, P.C.; NACHTIGALL, A.M.; OLIVEIRA, T.T.; RAMOS A.M.; SANT'ANA, H.M.P.; GONÇALVES, M.P.J.C. Luteína: propriedades antioxidantes e benefícios à saúde. **Alimentos e Nutrição** v. 17, n.2, p.229-238, 2006.

TACO-Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Versão 2. Disponível em: [www.unicamp.br/nepa/taco/](http://www.unicamp.br/nepa/taco/). Acesso em 26 dezembro de 2008.

TAIPINA, M.S.; COHEN, V.H.; DEL MASTRO, N.L. et al Aceitabilidade sensorial de suco de manga adicionado de polpa de banana (*Musa sp*) verde. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.1, n.63, p.49-55, 2004.

TBCA-USP- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos da Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP. versão 5.0. Disponível em: [www.fcf.usp.br/tabela](http://www.fcf.usp.br/tabela) .Acesso em 26 dezembro de 2008.

TIBOLA, C. S.; FACHINELLO, J. C. Tendências e estratégias de mercado para a fruticultura. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n. 2, p. 145-150, abr-jun, 2004.

TODAFRUTA. **Características da manga**. Disponível em: [www.todafruta.com.br](http://www.todafruta.com.br). Acesso em 26 fevereiro de 2009a.

TODAFRUTA. **Características da acerola**. Disponível em: [www.todafruta.com.br](http://www.todafruta.com.br). Acesso em 26 fevereiro de 2009b.

USDA (US Department of Agriculture). **Composition of foods**. *Agr. Handbook*, n. 8 (suppl.). Washington, DC: US Government Printing Office, 1989.

USDA - United States Department of Agriculture (**USDA**). **Nutrient Database for Standard Reference**. Disponível em: [www.nal.usda.gov/fnic/compfood](http://www.nal.usda.gov/fnic/compfood) Acesso em 20 de novembro de 2008.

VANDRESEN, S. **Caracterização físico-química e comportamento reológico de sucos de cenoura e laranja e suas misturas**. 2007. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal De Santa Catarina , Florianópolis,2007.

VIDAL, J.R.M.B.; SIERAKOWSKI, M.RI, HAMINIUK, C.W.I.; MASSON, M.L. Propriedades reológicas da polpa de manga (*mangifera indica* L. cv. keitt) centrifugada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 955-960, 2006.

VIEIRA, S.M. J.; COUTO, S. M.; CORRÊA, P.C.; SANTOS, A.E.O.; CECOM, P.R.; SILVA, D.J. P. Características físicas de goiabas (*Psidium guajava* L.) submetidas a tratamento hidrotérmico **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.12, n.4, p.408–414, 2008.

VIEIRA, A.F.C.; DAL BELLO, L.H.A.. Experimentos com mistura para otimização de processos: uma aplicação com respostas não normais. **Pesquisa Operacional**, v. 26, n. 3, p. 605-623. 2006.

YANG, C.S. E LANDAU, J.M. Effects of tea consumption on Nutrition and Health. **The Journal of Nutrition**. v.130, p.2409-2412, 2000.

ZAUBERAS, R. T.; GOMES, P. L. S.; DINIZ, C. A. R; BOSCHI, A. O. Planejamento estatístico de experimentos aplicado ao desenvolvimento de formulações para revestimentos cerâmicos. **Cerâmica**, São Paulo, v. 50, n. 313, p. 33-37, 2004.

### 3-METODOLOGIA GERAL

O experimento foi realizado nas instalações do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

Para elaboração dos sucos foram utilizadas polpas pasteurizadas e congeladas de acerola e goiaba provenientes da Bela Ischia Ind. e Com. de Polpa e Fruta Congelada Ltda e polpa de manga pasteurizada da variedade Ubá, comercializada pela Agrofruit Internacional do Brasil Ltda. Os sucos mistos formulados foram diluídos em água mineral e os sólidos solúveis totais foram padronizados por meio de adição de sacarose comercial. Para elaboração dos sucos mistos de frutas, o teor de sólidos solúveis totais foi fixado em 11° Brix que é o valor comumente usado para suco de frutas e o teor da mistura de polpas, em 35%, sendo o mínimo estabelecido pela legislação para sucos tropicais (BRASIL, 2003)

Com relação à escolha dos fitoquímicos alguns testes preliminares foram realizados para que juntamente com a literatura propiciasse a melhor opção. Foram testados os seguintes fitoquímicos, por apresentarem inúmeros benefícios à saúde: a bixina, que é um carotenóide presente nas sementes de urucum (*Bixa orellana*); a inulina, que é um frutoligossacarídeo presente nas raízes de chicória; a luteína, que é um carotenóide, pertence ao grupo das xantofilas e é encontrada predominantemente em espinafre e couve e a epigallocatequina galato que é uma catequina, pertencente à classe de flavonóides e um dos principais componentes benéficos no chá verde.

No entanto o suco adicionado de bixina apresentou escores médios da avaliação sensorial próximos da região de rejeição (7-5), provavelmente, devido ao forte sabor residual da bixina e a inulina não foi estável ao pH do suco que era de aproximadamente 3,8. Sendo, portanto, escolhido a luteína e a epigallocatequina galato.

Ao longo do experimento foram realizadas análises físico-químicas, reológicas, teste de aceitação sensorial e intenção de compra, teste de esterilidade comercial e analisado o efeito do consumo do suco misto sobre a glicemia.

As análises químicas e físico-químicas dos produtos finais constaram de: pH ; Sólidos solúveis totais (SST); Acidez total titulável (ATT); Relação

SST/ATT; Coloração; Vitamina C ; Açúcares totais e redutores e Teor de carotenóides totais.

## CAPÍTULO 1

### DESENVOLVIMENTO DE UM SUCO MISTO DE MANGA, GOIABA E ACEROLA UTILIZANDO DELINEAMENTO DE MISTURAS

#### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o consumo de sucos e néctares de frutas tem aumentado motivado pela falta de tempo da população em preparar suco das frutas “in natura”, pela praticidade oferecida pelos produtos e pela substituição ao consumo de bebidas carbonatadas em virtude do seu valor nutritivo e principalmente pela maior consciência dos consumidores sobre a importância da escolha de alimentos saudáveis para redução do risco de desenvolver doenças e para a melhoria da qualidade de vida. No âmbito dos alimentos recomendados, estão as frutas e seus derivados.

No segmento bebidas, um novo mercado que está se abrindo é o de sucos e néctares compostos por mistura de frutas, principalmente tropicais que constituem uma boa fonte nutricional de vitaminas, minerais e carboidratos solúveis, sendo que algumas possuem teor mais elevado de um ou de outro nutriente (MATSUURA e ROLIM, 2002). Deste modo no desenvolvimento das misturas ocorre uma compensação, produzindo sucos e néctares com alto valor nutricional. Além disso, o desenvolvimento de bebidas mistas permite a obtenção de novos sabores e melhorar cor e textura.

O planejamento experimental, baseado nos fundamentos estatísticos, é uma ferramenta poderosa para se chegar às condições otimizadas de um processo, ao desenvolvimento da formulação de produtos dentro das especificações desejadas ou simplesmente avaliar os efeitos ou impactos que os fatores têm nas respostas desejadas (RODRIGUES e IEMMA, 2005).

Com a necessidade crescente da otimização de produtos e processos, minimizando custos e tempos, maximizando rendimento, produtividade e qualidade de produtos, dentre outros objetivos, tem aumentado a busca por técnicas de planejamento de experimento (RODRIGUES e IEMMA, 2005), dentre elas pode-se citar: Planejamento

Fatorial (completo e fracionado), Metodologia por Superfície de Resposta, Planejamento Experimental para Mistura e Planejamento Simplex.

Os planejamentos experimentais para o estudo de misturas têm uma importante diferença em relação aos planejamentos tradicionais de superfícies de respostas. É um experimento cuja variável de resposta é função somente das proporções relativas dos ingredientes presentes na mistura e não da quantidade total da mistura. Além disso, as proporções dos diversos componentes de uma mistura não são independentes e a soma de todas elas deve totalizar sempre 100% (BARROS NETO et al., 1995; CAMPOS et al., 2007; ZAUBERAS et al., 2004). Para uma mistura de  $q$  componentes, portanto, pode-se escrever:

$$\sum_{i=1}^q x_i = 1 \quad (1.1)$$

em que  $x_i$  representa a proporção do  $i$ -ésimo componente numa escala em que 100% corresponde a um. Somado a isso, pode-se estabelecer os limites inferiores e superiores das proporções dos componentes nas misturas (BARROS NETO et al., 1995; ZAUBERAS et al., 2004).

Segundo Campos et al. 2007, o propósito geral em um experimento com misturas é tornar possível, por meio de superfícies de respostas, a estimativa das propriedades de um sistema multicomponente, a partir de um número limitado de observações. Essas observações são obtidas de combinações pré-selecionadas dos componentes na tentativa de se determinar quais delas, de alguma maneira otimizam a resposta.

A interpretação das propriedades da mistura e a seleção da composição ou componentes que produzem uma região ótima da superfície investigada é facilitada plotando a forma tridimensional da superfície, bem como pelas curvas de nível. A representação geométrica do espaço contendo os  $q$  componentes consiste de todos os pontos localizados em um simplex regular de dimensões  $(q - 1)$  que é dependente das restrições de  $x_i$ . Para três componentes ( $q = 3$ ), o simplex é um triângulo equilátero (MORI et al., 1997).

Com os resultados obtidos no delineamento de misturas, podem-se utilizar polinômios simplificados para relacionar a propriedade de interesse às diversas proporções utilizadas (CAMPOS et al., 2007). Considerando que a resposta é dada por  $y$ , em geral, estes polinômios tomam as seguintes formas (VIEIRA e DAL BELLO, 2006):

Modelo Linear:

$$E[y] = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i \quad (1.2)$$

Modelo Quadrático:

$$E[y] = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_{i<j}^q \beta_{ij} x_i x_j \quad (1.3)$$

Modelo Cúbico Especial:

$$E[y] = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_{i<j}^q \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i<j<k}^q \beta_{ijk} x_i x_j x_k \quad (1.4)$$

Modelo Cúbico Completo:

$$E[y] = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_{i<j}^q \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i<j<k}^q \beta_{ijk} x_i x_j x_k + \sum_{i<j}^q \beta_{i-j} x_i x_j (x_i - x_j) \quad (1.5)$$

A escolha das frutas, acerola, manga e goiaba, para compor a mistura foi definida pelo fato destas serem ricas nutricionalmente e por conterem outros compostos importantes para o homem, além de possuírem sabor conhecido e terem aceitabilidade. A acerola é uma fruta rica em vitamina C, antocianinas e carotenóides; já a goiaba é fonte de licopeno, beta-caroteno, compostos fenólicos e também em vitamina C e a manga Ubá contém vários nutrientes como beta caroteno, ácido ascórbico e sais minerais e também teor considerado de compostos fenólicos, além de ter como vantagem na

industrialização a manutenção da coloração amarelo-claro, do sabor e do aroma após o processamento.

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um suco misto de manga, goiaba e acerola, de máxima aceitação sensorial, utilizando delineamento de mistura para determinar as proporções das polpas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Para elaboração dos sucos foram utilizadas polpas pasteurizadas e congeladas de acerola e goiaba provenientes da Bela Ischia Ind. e Com. de Polpa e Fruta Congelada Ltda e polpa de manga pasteurizada da variedade Ubá, comercializada pela Agrofruit Internacional do Brasil Ltda.

### **2.1- Caracterização das polpas**

A caracterização das polpas de acerola, goiaba e manga foi realizada por meio de análises físico-químicas, tais como: pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável, relação de sólidos solúveis/ acidez titulável, teor de vitamina C, para verificar a conformidade com a instrução normativa nº 01 , de 7 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000). O pH foi determinado por meio de um pHmetro digimed DM-20, segundo a AOAC. O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado por refratometria, utilizando-se um refratômetro manual, modelo ATC-1E HAND REFRACTOMETER, marca ATAGO, à temperatura ambiente, sendo os resultados expressos em °Brix, de acordo com a AOAC. A determinação da acidez total titulável foi realizada por titulometria, utilizando-se 20 mL de amostra. A titulação foi feita com solução NaOH a 0,1 mol/L, segundo técnica descrita pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005) e fenolftaleína (1%) como indicador, sendo o resultado expresso em % ácido cítrico. A relação SST/ATT foi determinada pela relação direta dos valores de sólidos solúveis totais e de acidez titulável. A análise de vitamina C foi realizada pelo método de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) descrito por Campos (2006) e o resultado expresso em mg/100mL de suco

## **2.2. Formulação de sucos mistos de manga, goiaba e acerola**

Para elaboração dos sucos mistos de frutas, o teor de sólidos solúveis totais foi fixado em 11 °Brix e o teor da mistura de polpas, em 35% sendo o mínimo estabelecido pela legislação para sucos tropicais (BRASIL, 2003). As proporções das polpas de manga, goiaba e acerola em cada tratamento foram definidas segundo um delineamento de mistura simplex aumentado de 10 tratamentos (BARROS NETO et al., 1995) com auxílio do programa STATISTICA versão 6.0 (Tabela 1.1). Para utilização do programa, a soma dessas três proporções deve ser igual a 1, já que a soma de proporções de uma mistura deve ser igual a 100%, e as restrições foram as seguintes: as proporções de goiaba e manga deveriam ser no mínimo 12,25% e no máximo 21%, e a de acerola, no mínimo 1,75% e no máximo 10,5%.

Para o processamento, as polpas de frutas foram pesadas e homogeneizadas juntamente com água mineral e sacarose comercial. Os sucos foram submetidos à pasteurização empregando o binômio de tempo x temperatura de 90 °C/ 60 s em tacho aberto e revestido com camisa de vapor, localizado na unidade da fábrica piloto no Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa. Os sucos foram envasados à quente em garrafas de vidro com tampas plásticas rosqueáveis com capacidade para 318 mL. As amostras foram previamente resfriadas em água corrente e, posteriormente, mantidas refrigeradas a  $7\pm 2$  °C em câmara de resfriamento até serem submetidas às análises. O experimento foi realizado em três repetições para cada formulação.

Tabela 1.1 – Delineamento simplex aumentado de 10 tratamentos para as formulações das misturas de frutas

Formulação	Polpas					
	Manga		Goiaba		Acerola	
	R	N	R	N	R	N
1	21,00	0,60	12,25	0,35	1,75	0,05
2	12,25	0,35	21,00	0,60	1,75	0,05
3	12,25	0,35	12,25	0,35	10,50	0,30
4	16,80	0,48	16,80	0,48	1,75	0,05
5	16,80	0,48	12,25	0,35	6,30	0,18
6	12,25	0,35	16,80	0,48	6,30	0,18
7	15,05	0,43	15,05	0,43	4,55	0,13
8	18,20	0,52	13,65	0,39	3,15	0,09
9	13,65	0,39	18,20	0,52	3,15	0,09
10	13,65	0,39	13,65	0,39	7,70	0,22

R – proporções reais (considerando-se a formulação como um todo); N - proporções normalizadas (considerando-se apenas o total das três polpas).

### 2.3. Análises Físico-química e sensorial

As 10 formulações obtidas foram submetidas a análises físico-químicas de pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação sólidos solúveis/acidez titulável (*Ratio*) e teor de vitamina C.

As análises físico-químicas foram realizadas, no mínimo, em duplicatas para cada repetição das 10 formulações. O pH foi determinado por meio de um pHmetro digimed DM-20, segundo a AOAC. O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado por refratometria, utilizando-se um refratômetro manual, modelo ATC-1E HAND REFRACTOMETER, marca ATAGO, à temperatura ambiente, sendo os resultados expressos em °Brix, de acordo com a AOAC. A determinação da acidez total titulável foi realizada por titulometria, utilizando-se 20 mL de amostra. A titulação foi feita com solução NaOH a 0,1 mol/L, segundo técnica descrita pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005) e fenolftaleína (1%) como indicador, sendo o resultado expresso em % ácido cítrico. A relação SST/ATT foi determinada

pela relação direta dos valores de sólidos solúveis totais e de acidez titulável. A análise de vitamina C foi realizada pelo método de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) descrito por Campos (2006) e o resultado expresso em mg/100mL de suco.

As análises sensoriais dos 10 sucos obtidos foram realizadas de acordo com Reis e Minim (2006). A avaliação sensorial dos sucos mistos foi conduzida no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa. A análise foi feita com 56 consumidores em cabines individuais iluminadas com luz branca fluorescente, sendo as amostras servidas monodicamente sob condições controladas de modo que todos os julgadores experimentaram todas as amostras. Cada indivíduo recebeu um copo descartável codificado com três dígitos, determinados aleatoriamente, contendo 40 mL da amostra à temperatura de refrigeração. A aceitação sensorial do suco foi avaliada por meio da escala hedônica estruturada de nove pontos, sendo a menor nota (1), “desgostei extremamente”, e a maior nota (9), “gostei extremamente”, para o parâmetro impressão global, conforme a ficha apresentada na Figura 1.1.

Nome: _____
DATA: _____
Amostra: _____
Você está recebendo uma amostra de suco misto de frutas. Por favor, prove a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou de um modo geral (IMPRESSÃO GLOBAL) utilizando a escala abaixo:
( ) Gostei extremamente
( ) Gostei muito
( ) Gostei moderadamente
( ) Gostei ligeiramente
( ) Não gostei nem desgostei
( ) Desgostei ligeiramente
( ) Desgostei moderadamente
( ) Desgostei muito

Figura 1.1- Ficha de análise sensorial utilizada na avaliação dos sucos mistos de manga, goiaba e acerola.

## 2.4. Análise Estatística

Para análise estatística, utilizou-se o programa STATISTICA versão 6.0. Os modelos obtidos para as respostas experimentais foram avaliados em termos de valores de F ( $p \leq 0,05$ ) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ )

ao nível de 5% de probabilidade. A curva de contorno foi utilizada para analisar o comportamento de cada variável estudada em função das proporções entre as três polpas utilizadas e para a escolha da formulação mais aceita.

### 3.RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados das avaliações físico-químicas das polpas de frutas utilizadas como matérias-primas estão apresentados na Tabela 1.2. Os resultados de pH, sólidos solúveis e acidez total titulável estão dentro das faixas estabelecidas pela legislação brasileira para polpas de frutas (BRASIL, 2000). No entanto, o teor de vitamina C encontrado na polpa de acerola e de goiaba foi menor do que o requerido pela legislação, que é de no mínimo 800 e 40mg/100mg respectivamente.

Tabela 1.2 - Caracterização físico-química das polpas de frutas.

Polpas	Análises Físico-químicas				
	ATT	pH	Relação (SST/ATT)	SST	Vitamina C (mg/100mL)
Acerola	0,90	3,26	6,11	5,5	225,83
Goiaba	0,58	3,54	12,24	7,10	22,45
Manga "Ubá"	0,50	3,98	40,16	20,08	122,69

ATT- Acidez Total Titulável (g de ácido/100 mL); SST- Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

O ácido ascórbico é extremamente instável, tornando-se um dos compostos mais sensíveis à alteração durante processamento e armazenamento. Diversas condições do processamento e armazenamento influenciam na estabilidade da vitamina C, que são: o tempo de ambos, a ação do calor, da luz, do oxigênio, de álcalis, da oxidase do ácido ascórbico, do pH, bem como traços de cobre e ferro. Um fator adicional da degradação da vitamina C é a reação de Maillard.

Portanto, o menor teor de vitamina C observada nas polpas de acerola e goiaba, pode ser em virtude, de perdas ocorridas durante o

processamento e armazenamento, uma vez que estas foram submetidas à pasteurização e armazenadas sob congelamento.

Vale ressaltar que o teor de vitamina C na acerola pode variar de 300-4676 mg/100g de polpa e na goiaba vermelha o teor é de aproximadamente 228,3mg/100g de fruto (MATSUURA e ROLIM et al., 2002; USDA, 2008).

O valor de vitamina C encontrado neste trabalho para polpa de manga “Ubá” foi superior ao encontrado por Faraoni (2006) ao estudar o efeito de três métodos de conservação (o congelamento, a pasteurização a 75 °C/8,7 mim e a pasteurização por 80 °C/4,6) sobre o teor de vitamina C na polpa de manga “Ubá”. No referido estudo foi encontrado um valor de 100,4 mg/100g de polpa, na manga “in natura” e este reduziu para 26,64 mg/100g, 52,81 mg/100g e 75,07 mg/100g, após, respectivamente, ao congelamento, a pasteurização a 75 °C/8,7 mim e a pasteurização a 80 °C/4,6 mim.

O maior teor observado no presente trabalho (122,69 mg/ 100mL) pode ser explicado pelo fato desta polpa ter sido submetida a um processo asséptico, onde o produto é rapidamente esterilizado e resfriado, antes de ser embalado e armazenado a temperatura ambiente.

Ao se comparar o teor de vitamina C da polpa de manga “Ubá”, encontrado neste trabalho (122,69 mg/ 100mL), com o de outras mangas, que possuem valor médio de 27,7 mg/ 100mL, percebe-se que o cultivar Ubá possui maior teor dessa vitamina.

No entanto, mesmo com as perdas ocorridas a polpa de acerola foi a que apresentou maior teor de vitamina C (225,83 mg/ 100mL), seguido pelas polpas de manga “Ubá” (122,69 mg/ 100mL) e goiaba (22,45 mg/ 100mL).

A Tabela 1.3 apresenta as médias das análises sensoriais e físico-químicas das 10 formulações de sucos mistos de manga, goiaba e acerola.

Tabela 1.3- Médias das análises sensoriais e físico-químicas dos sucos mistos obtidos a partir do delineamento de mistura.

M:G:A(Formulações)	Impressão Global	Análises Físico-químicas			
		pH	ATT	Vitamina C (mg/100mL)	Relação (SST/ATT)
(21,00:12,25:1,75)	7,0	4,11	0,21	39,08	53,3
(12,25:21,00:1,75)	7,0	4,03	0,19	29,14	61,61
(12,25:12,25:10,50)	6,6	3,95	0,25	69,29	40,84
(16,80:16,80:1,75)	7,1	4,10	0,20	32,00	54,30
(16,80:16,80:1,75)	6,9	4,03	0,23	55,29	49,10
(12,25:16,80:6,30)	7,0	3,95	0,25	52,06	43,48
(15,05:15,05:4,55)	7,2	3,89	0,23	44,08	48,61
(18,20:13,65:3,15)	7,2	4,01	0,23	40,07	47,22
(13,65:18,20:3,15)	7,6	3,95	0,21	37,32	51,94
(13,65:13,65:7,70)	7,1	3,92	0,23	60,66	47,22

M:G:A –manga:goiaba:acerola; ATT- Acidez Total Titulável (g de ácido/100 mL); SST- Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

A Tabela 1.4 apresenta os resultados da análise de variância dos parâmetros físico-químicos e sensorial dos sucos mistos, com base nos modelos utilizados para cada análise. Ao analisar a ANOVA constatou-se que os modelos para pH, acidez, vitamina C, relação sólidos solúveis totais /acidez (SST/ATT) e impressão global foram significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Porém para a impressão global o modelo foi utilizado como indicador de tendência, pois o  $R^2$  foi muito baixo.

Tabela 1.4– Análise de variância dos modelos obtidos para as propriedades físico-químicas e sensorial dos sucos mistos.

<b>Acidez</b>				
Fonte de variação	SQ	GL	QM	F
Modelo Quadrático	0,009826	5	0,001965	7,289885*
Resíduos	0,006470	24	0,000270	
Falta de Ajuste	0,001337	4	0,000334	1,302145 <sup>n.s.</sup>
Erro Puro	0,005133	20	0,000257	
Total Ajustado	0,016297	29	0,000562	
<b>pH</b>				
Fonte de variação	SQ	GL	QM	F
Modelo Cúbico Especial	0,147234	6	0,024539	21,09726*
Resíduos	0,026752	23	0,001163	
Falta de Ajuste	0,000552	3	0,000184	0,14052 <sup>n.s.</sup>
Erro Puro	0,026200	20	0,001310	
Total	0,173987	29	0,006000	
<b>(SST/ATT)</b>				
Fonte de variação	SQ	GL	QM	F
Modelo Quadrático	861,172	5	172,2344	8,827717*
Resíduos	468,255	24	19,5106	
Falta de Ajuste	75,483	4	18,8708	0,960904 <sup>n.s.</sup>
Erro Puro	392,772	20	19,6386	
Total	1329,428	29	45,8423	
<b>Vitamina C</b>				
Fonte de variação	SQ	GL	QM	F
Modelo Quadrático	4539,761	5	907,9523	214,407*
Resíduos	101,6331	24	4,234713	
Falta de Ajuste	30,69974	4	7,674934	2,163984 <sup>n.s.</sup>
Erro Puro	70,93338	20	3,546669	
Total	4641,394	29	160,0481	
<b>Impressão Global</b>				
	SQ	GL	QM	F
Modelo Quadrático	22,7450	5	4,549011	2,52609*
Resíduos	997,6478	554	1,800808	
Falta de Ajuste	9,433517	4	2,35838	1,312578 <sup>n.s.</sup>
Erro Puro	988,21428	550	1,796753	
Total	1020,3928	559	1,82539	

\*modelo significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ); n.s. não significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ )

As equações (1.9) a (1.13) representam os modelos estatísticos para cada uma das análises (sensorial e físico-química), com seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ). O tipo de modelo foi escolhido com base nos valores de F das regressões. Os modelos quadrático e cúbico especial mostraram-se mais adequados para representar as variações das análises. Onde as variáveis são: x = proporção de manga na mistura, y = proporção de goiaba e z = proporção de acerola.

$$\mathbf{I.Global} = 6,9695*x+7,0214*y+6,5279*z +1,0242*xy+0,9657*xz+1,5696*yz \quad (1.9)$$

$$R^2 = 0,135$$

$$\mathbf{pH}=4,1056*x+4,0286*y+3,9535*z+0,1217*xy-0,0019*xz-0,1692*yz-3,6212*xy \quad (1.10)$$

$$R^2 = 0,806$$

$$\mathbf{ATT}=0,2120*x+0,189*y+0,2468*z+0,0204*xy-0,0105*xz+0,1168*yz \quad (1.11)$$

$$R^2 = 0,520$$

$$\mathbf{Ratio}=52,2157*x+61,5390*y+41,8381*z-14,4125*xy+8,5057*xz-28,4343*yz \quad (1.12)$$

$$R^2 = 0,574$$

$$\mathbf{VitC} =38,7717*x+29,2776*y+70,0472*z-12,6618*xy+ 1,3187*xz+9,1825*yz \quad (1.13)$$

$$R^2= 0,973$$

Os gráficos de contorno apresentados nas Figuras de 1.2 a 1.6 representam a superfície de resposta gerada pela projeção das equações (1.9) a (1.13) em um diagrama de coordenadas triangular.

Analisando as curvas de nível da Figura 1.2, observou-se que a aceitação foi maior em misturas com maiores proporções de polpa de manga e goiaba, enquanto que a polpa de acerola contribuiu para menores notas na aceitação. Resultado semelhante foi encontrado por Lopes (2005) ao estudar a formulação de um néctar constituído das polpas de acerola e pitanga, onde se observou que os néctares mistos formulados com uma proporção maior de acerola foram os menos aceitos pelos julgadores.

As 10 formulações apresentaram médias variando de 6,6 a 7,6 (Tabela 1.3), situando-as entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei muito”. Analisando estatisticamente os dados, por meio da Anova e teste de Tukey, constatou-se que a formulação com 13,65% de manga, 18,20% de goiaba e 3,15% de acerola foi a de melhor aceitação pelos julgadores.

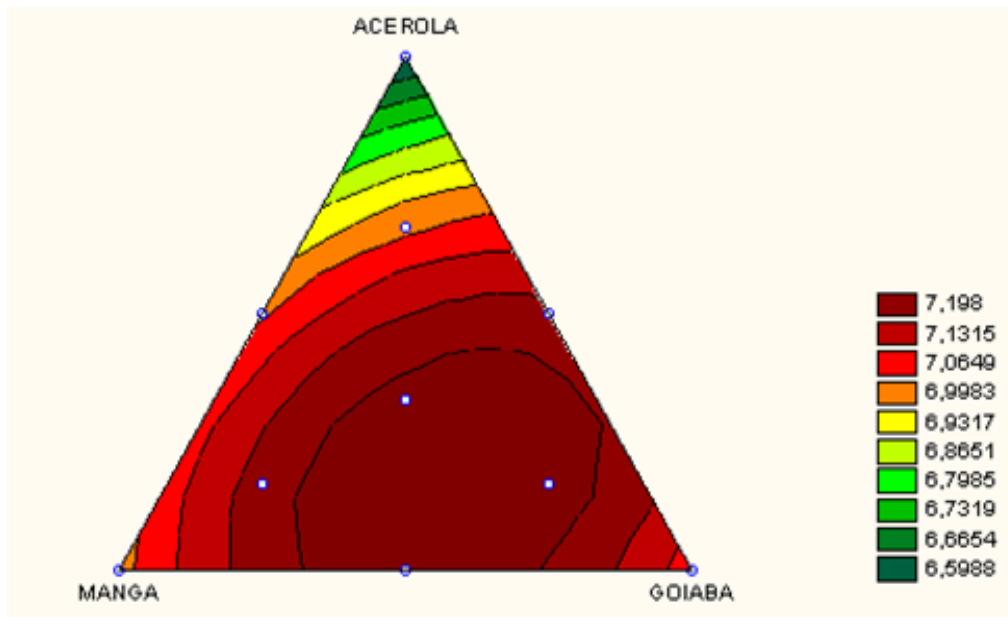


Figura 1.2 - Curva de contorno do modelo quadrático referente ao atributo sensorial impressão global (1: “desgostei extremamente” a 9: “gostei extremamente”)

Com relação ao pH, verificou-se que as formulações com maior proporção de manga apresentaram maiores valores. O oposto foi observado nas formulações com maior proporção de acerola que apresentaram os menores valores (Figura 1.3). Este resultado está de acordo com o encontrado por Lima et al. (2008) ao desenvolver bebida mista à base de água de coco e suco de acerola, onde os autores atribuíram o fato à acidez elevada do suco de acerola.

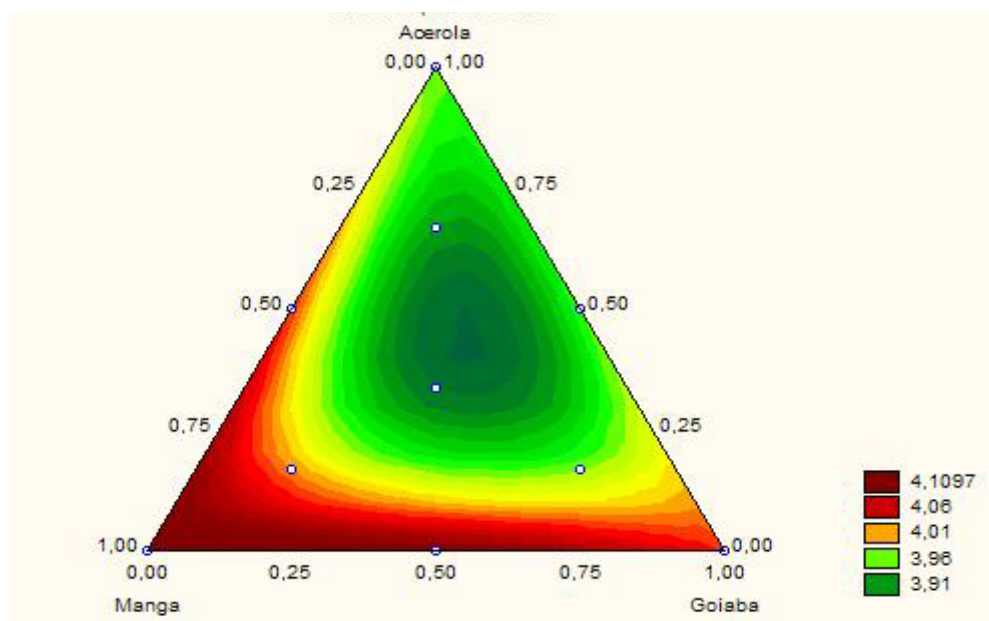


Figura 1.3 - Curva de contorno do modelo cúbico especial referente ao pH.

Para o teor de acidez titulável, observou-se, na Figura 1.4, que as formulações que continham maiores proporções de acerola foram as que apresentaram maiores valores de acidez titulável. Resultado este concordante ao encontrado por Matsuura e Rolim et al. (2002) ao avaliarem a adição de suco de acerola em suco de abacaxi.

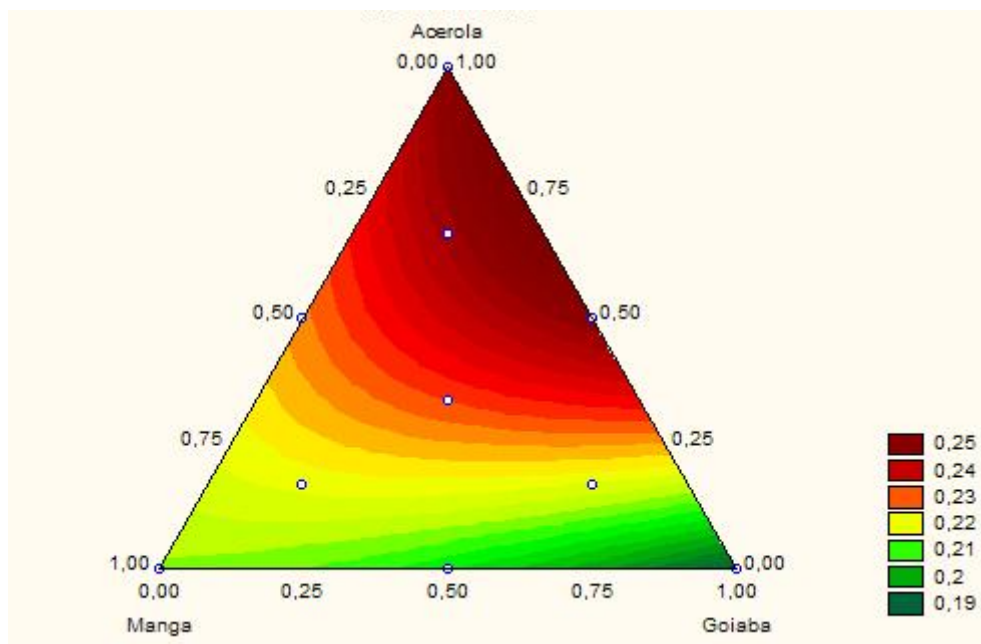


Figura 1.4 - Curvas de contorno do modelo quadrático referente ao teor de acidez total titulável (%).

Os resultados de pH e acidez encontram-se coerentes, pois ao analisar a Tabela 1.2, observa-se que a polpa de manga apresentou maior valor de pH e menor valor de acidez total titulável, enquanto que a polpa de acerola apresentou menor valor de pH e maior valor de acidez.

A relação SST/ATT (*Ratio*) está relacionada ao sabor dos produtos. Segundo Thé et al. (2001) o sabor das frutas é determinado, em grande parte, pelo balanço de ácidos e açúcares e avaliado pela relação entre sólidos solúveis e acidez titulável. Na Figura 1.5, observa-se que maiores proporções de goiaba geraram maiores valores de ratio, ao contrário das formulações com maiores proporções de acerola.

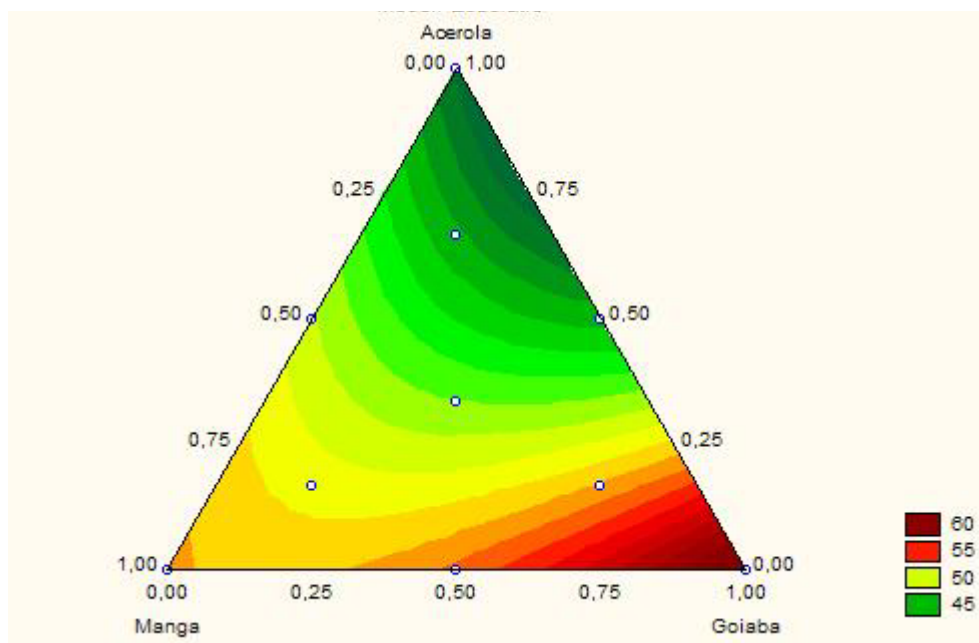


Figura 1.5 - Curvas de contorno do modelo quadrático referente à relação SST/ATT.

Analisando a Figura 1.6 verificou-se que os maiores teores de vitamina C foram encontrados nas formulações que continham maiores proporções de polpa de acerola, seguida pela polpa de manga. Este resultado está coerente, pois, como observado na Tabela 4, a polpa de acerola foi a que apresentou maior teor de vitamina C (225,83 mg/ 100mL), seguido pela polpa de manga (122,69 mg/ 100mL).

Resultado semelhante foi encontrado por Lima et al. (2008) ao desenvolver bebida mista à base de água de coco e suco de acerola. Isso indica que a acerola pode ser utilizada com um componente enriquecedor de bebidas à base de frutas e deficientes em vitamina C.

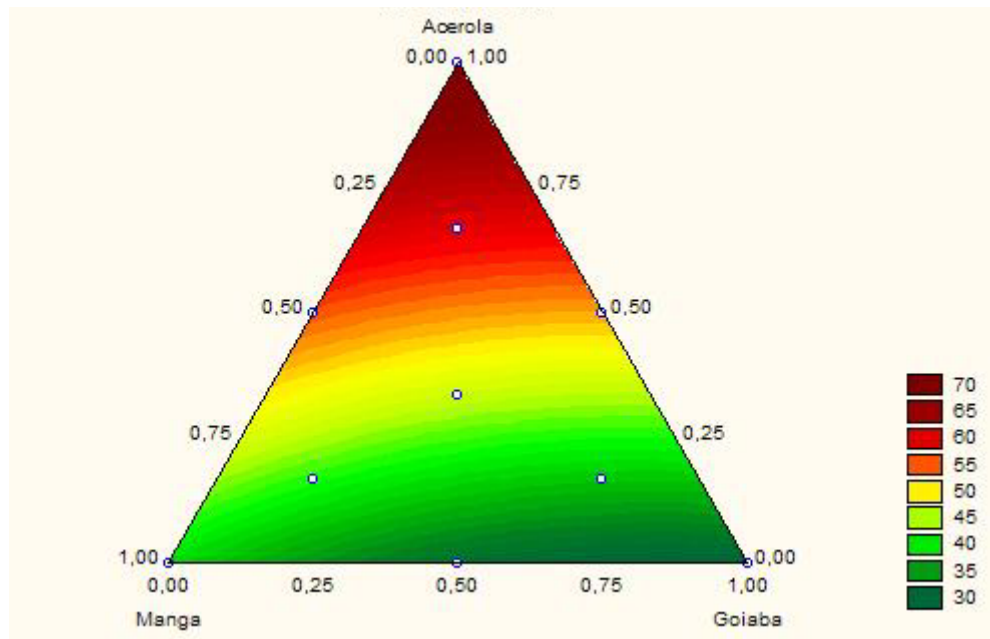


Figura 1.6 - Curva de contorno do modelo quadrático referente ao teor de vitamina C.

A ingestão diária recomendada de vitamina C para adulto, de acordo com a Resolução 269/05 (BRASIL, 2005), é de 45 mg. Sendo assim uma dose diária de 200 mL, de qualquer uma das formulações, suprirá esta necessidade.

#### 4.CONCLUSÃO

Com base nos resultados, concluiu-se que:

- Todas as formulações, obtidas a partir de manga, goiaba e acerola, foram aceitas sensorialmente.
- As polpas de goiaba e manga devem participar numa maior proporção da mistura, pois favorecem aceitação.
- A polpa de acerola, mesmo em menor proporção, contribui para o aumento do teor de vitamina C.
- A formulação com 13,65% de manga, 18,20% de goiaba e 3,15% de acerola foi a de melhor aceitação pelos julgadores, portanto a escolhida.

## 5.REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. In \_\_\_\_\_ Fruits juices. 16<sup>th</sup> edition, vol. II, Maryland: AOAC International, 1997. p 37.1-23.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUMS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. Campinas, Editora da UNICAMP, 1995. 299p.

BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta. **Diário Oficial da União**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2000.

BRASIL. Instrução Normativa nº 12 de 04 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical; e os Padrões de Identidade e Qualidade para Néctares. **Diário Oficial da União**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2003.

BRASIL. Agência nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)-Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 269 de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 23 de setembro de 2005.

CAMPOS, F. M. **Avaliação de práticas de manipulação de hortaliças visando a preservação de vitamina C e carotenóides**. 2006.92f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

CAMPOS, L. F. A., et al . Planejamento experimental no estudo da maximização do teor de resíduos em blocos e revestimentos cerâmicos. **Cerâmica**, v. 53, n. 328, p. 373-380, 2007.

FARAONI, A.S. **Efeito do tratamento térmico, do congelamento e da embalagem sobre o armazenamento da polpa de manga orgânica (*Mangífera indica* L.) cv 'Ubá'**. 2006.99f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. v. 1, 3<sup>a</sup>. Ed. São Paulo, 2005. 533p.

LIMA, A. S., et al . Desenvolvimento de bebida mista à base de água de coco e suco de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 683-690, 2008.

LOPES, A. S. **Pitanga e acerola: estudo de processamento, estabilidade e formulação de néctar misto**. 2005.175f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MATSUURA, F.C.A.U.; ROLIM, R.B.. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um "blend" com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.24, n. 1, p.138-141. 2002.

MORI, E.E.M.; MONTGOMERY, M.W.; SHIROSE, I. Análise de um experimento de misturas contendo suco de melancia. **Coletânea ITAL**. Campinas, 27 (1, 2): 23-32, jan. / dez., 1997.

REIS, R. C; MINIM, V. P. R.. Testes de Aceitação. In: MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com Consumidores** – Viçosa: Ed. UFV, capítulo 3, 67-83, 2006.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. Planejamento de experimento e otimização de processos: **uma estratégia seqüencial de planejamentos**. Campinas. Casa do Pão Editora, 1ªEd, 326p.2005.

THÉ, P. M. P., et al.. Efeito da temperatura de armazenamento e do estágio de maturação sobre a composição química do abacaxi cv. *Smooth cayenne* L.. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.2, p.356-363, 2001.

USDA - United States Department of Agriculture (**USDA**). **Nutrient Database for Standard Reference**. Disponível em: [www.nal.usda.gov/fnic/compfood](http://www.nal.usda.gov/fnic/compfood). Acesso em 20 de novembro de 2008.

ZAUBERAS, R. T.; GOMES, P. L. S.; DINIZ, C. A. R; BOSCHI, A. O. Planejamento estatístico de experimentos aplicado ao desenvolvimento de formulações para revestimentos cerâmicos. **Cerâmica**, v. 50, n. 313, p. 33-37, 2004.

## CAPÍTULO 2

### INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE LUTEÍNA E EPIGALOCATEQUINA GALATO NA ACEITAÇÃO DE SUCO MISTO DE MANGA, GOIABA E ACEROLA.

#### 1. INTRODUÇÃO

As pessoas estão cada vez mais conscientes da importância de se adquirir uma alimentação saudável. Entre os principais alimentos recomendados para compor esta alimentação encontram-se as frutas e seus derivados, as hortaliças e os cereais.

De acordo com Angelis (2001), as evidências epidemiológicas levam as recomendações para que as pessoas aumentem o consumo de frutas e verduras como medida preventiva para reduzir os riscos de diversas doenças degenerativas, como enfermidades cardiovasculares e câncer.

Por esses motivos e além de existir um mercado crescente, tem-se desenvolvido sucos ou néctares mistos de frutas, principalmente tropicais, e também tem sido estudada a adição de fitoquímicos (FREITAS e JACKIX, 2005). Estas misturas possibilitam à indústria o desenvolvimento de bebidas com novos sabores, cor e textura, com alto valor nutricional e efeitos benéficos à saúde.

Os fitoquímicos (do Grego, *fitos* = planta) poderiam ser definidos, simplesmente, como compostos químicos presentes ou provenientes das plantas. Sua definição é, usualmente, complementada pelas atribuições especiais desses compostos; não basta, portanto, vir do reino vegetal, é necessário que o composto promova efeitos benéficos ao organismo, para que possa ser considerado um fitoquímico (GOMES, 2007). No entanto, sua falta nas dietas não está ligada a doenças de deficiências agudas, e eles também não fornecem calorias.

Cada vez mais, os fitoquímicos estão sendo reconhecidos como contribuidores para uma boa saúde e esse reconhecimento tem aberto diversas áreas de pesquisa envolvendo grande variedade de fitoquímicos. Entre os mais importantes estão os terpenóides, que incluem carotenóides, limonóides, fitoesteróis e saponinas; os compostos nitrogenados

(glucosinalatos) e os metabólicos fenólicos, incluindo os ácidos fenólicos, polifenóis e flavonóides (ANJO, 2004).

Para realização deste estudo os fitoquímicos escolhidos foram a luteína e a Epigallocatequina Galato (Catequina). A luteína é um carotenóide, pertence ao grupo das xantofilas, e tem ação antioxidante que protege as células contra os radicais livres. Uma das principais funções da luteína relacionada à saúde é a proteção contra a degeneração macular relacionada à idade (DMRI) e cataratas. A luteína é encontrada predominantemente em espinafre e couve, mas pode também ser encontrada em brócolis, ervilha, couve-de-bruxelas, gema de ovo, frutas e flores. As catequinas, pertencentes à classe de flavonóides, são os principais componentes benéficos no chá verde, sendo encontrada também em vinhos, chá preto, fava e frutas. Estudos têm demonstrado que as catequinas possuem atividades antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatória e anticancerígena (ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW, 2005; ASOLINI et al., 2006; AUGER et al., 2004; BATISTA et al., 2006; KRINSKY et al., 2003; NIIZU, 2003; SATO e MIYATA, 2000).

A análise sensorial é uma ferramenta importante que estuda, principalmente, as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição. Na indústria de alimentos a análise sensorial vem sendo aplicada nas etapas de desenvolvimento de novos produtos, na reformulação dos produtos já estabelecidos no mercado, nos estudos de vida de prateleira, na determinação das diferenças e similaridades apresentadas entre produtos concorrentes, na identificação da preferência do consumidor por um determinado produto, nos estudos de aceitação dos produtos e, finalmente, para a otimização e melhoria da qualidade (SLONGO, 2008; LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2006)

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adição de diferentes concentrações de luteína, epigallocatequina galato e da mistura de ambos, na aceitação do suco misto de manga, goiaba e acerola.

## **2.MATERIAL E MÉTODOS**

Para elaboração dos sucos foram utilizadas polpas pasteurizadas e congeladas de acerola e goiaba provenientes da Bela Ischia Ind. e Com. de Polpa e Fruta Congelada Ltda. e polpa de manga pasteurizada da variedade Ubá, comercializada pela Agrofruit Internacional do Brasil Ltda. Os sucos mistos formulados foram diluídos em água mineral e os sólidos solúveis totais foram padronizados por meio de adição de sacarose comercial.

Neste experimento, foi estudada a incorporação de dois fitoquímicos (luteína e epigallocatequina galato), separadamente e em combinação, ao suco misto composto por polpa de manga, polpa de goiaba e polpa de acerola. Foram verificadas quantidades que deveriam ser adicionadas ao suco e as características sensoriais atribuídas a estes componentes, o que foi feito por meio de análises sensoriais dos produtos elaborados. Esta etapa teve por finalidade selecionar os três melhores sucos de frutas adicionadas de fitoquímicos.

### **2.1-Elaboração de sucos mistos de manga, goiaba e acerola adicionadas de luteína, epigallocatequina galato e a mistura de luteína e epigallocatequina galato**

Para a formulação dos sucos mistos, as polpas de manga, goiaba e acerola foram misturadas à água mineral e o teor de sólidos foi ajustado por meio da adição de sacarose comercial para 11°Brix. O teor da mistura de polpas foi fixado para 35% de polpa, sendo o mínimo estabelecido pela legislação para sucos tropicais (BRASIL, 2003). Os fitoquímicos utilizados foram epigallocatequina galato (94% p/p) e luteína (5% p/p), provenientes da empresa DSM Nutritional Products.

Foram utilizados 13,65% de polpa de manga, 18,20% de polpa de goiaba e 3,15% de polpa de acerola, sendo estas proporções escolhidas por meio de testes de aceitação, dentre 10 tratamentos obtidos por um delineamento simplex de misturas (BARROS NETO et al., 1995), no capítulo 1.

As polpas foram pesadas e homogeneizadas juntamente com água mineral, sacarose comercial e os fitoquímicos luteína e epigalocatequina galato em quantidades apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Concentrações dos fitoquímicos, luteína e Epigalocatequina Galato, nos sucos mistos.

Formulações	Concentração dos fitoquímicos	
	Luteína (mg/L)	Epigalocatequina Galato (mg/L)
1	0	---
2	6	---
3	14	---
4	22	---
5	30	---
6	---	0
7	---	94,00
8	---	109,98
9	---	125,02
10	---	141,00
11	0	0
12	6	94,00
13	14	109,98
14	22	125,02
15	30	141,00

As concentrações da luteína foram determinadas com base na faixa recomendada pela literatura (6-30 mg/dia) (ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW, 2005; KRINSKY et al., 2003; KRINSKY e JOHNSON, 2005) e as da epigalocatequina galato segundo recomendação dos fornecedores (18,8-28,2 mg/200 mL). Para cada formulação foram feitas três repetições. A pasteurização dos sucos foi realizada a uma temperatura de 90 °C/60 s e após o envase à quente em garrafas de vidro com tampas plásticas

rosqueáveis com capacidade para 318 mL e resfriamento em água corrente, os sucos foram armazenados sob refrigeração a  $7\pm 2^\circ\text{C}$ .

As formulações obtidas foram submetidas à análise sensorial.

## **2.2. Análise Sensorial**

As análises sensoriais dos 15 sucos obtidos foram realizadas de acordo com Reis e Minim (2006). A avaliação sensorial dos sucos mistos foi conduzida no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa. Foram realizadas três sessões, com cinco formulações em cada uma. A primeira sessão continha o controle (sem adição de fitoquímico) e as quatro concentrações da luteína (6, 14, 22 e 30 mg/L); a segunda sessão continha o controle e as quatro concentrações da epigalocatequina galato (94; 109,98; 125,02 e 141 mg/L) e a terceira continha o controle e as quatro concentrações das misturas dos fitoquímicos (6/94 ; 14/109,98 ; 22/125,02 e 30/141 mg/L de Luteína/ Epigalocatequina Galato).

A análise foi feita com 60 consumidores em cabines individuais iluminadas com luz branca fluorescente, sendo as amostras servidas monodicamente sob condições controladas de modo que todos os julgadores experimentaram todas as amostras. Cada indivíduo recebeu um copo descartável codificado com três dígitos, determinados aleatoriamente, contendo 40 mL da amostra à temperatura de refrigeração. A aceitação sensorial do suco foi avaliada por meio da escala hedônica estruturada de nove pontos, sendo a menor nota (1), “desgostei extremamente” e a maior nota (9), “gostei extremamente”, para os parâmetros sabor e impressão global, conforme a ficha apresentada na Figura 2.1.

NOME : _____ DATA: _____	
AMOSTRA : _____	
<p>Você está recebendo uma amostra de suco misto de frutas. Por favor, prove a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou do SABOR e de um modo geral (IMPRESSÃO GLOBAL), utilizando a escala abaixo:</p>	
SABOR	IMPRESSÃO GLOBAL
<input type="checkbox"/> gostei extremamente	<input type="checkbox"/> gostei extremamente
<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> gostei muito
<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> não gostei / nem desgostei	<input type="checkbox"/> não gostei / nem desgostei
<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> desgostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei muito
<input type="checkbox"/> desgostei extremamente	<input type="checkbox"/> desgostei extremamente

Figura 2.1 - Ficha de análise sensorial utilizada na avaliação dos sucos mistos de manga, goiaba e acerola adicionados de luteína, epigallocatequina galato e da mistura de ambos.

### 2.3. Análise Estatística

Para analisar os resultados referentes à aceitabilidade sensorial, utilizou-se modelos hierárquicos, constituído de três tratamentos com fitoquímicos (suco adicionado de luteína, suco adicionado de epigallocatequina galato e suco adicionado de luteína + epigallocatequina galato) e cinco concentrações dos fitoquímicos (níveis) dentro de cada tratamento, as concentrações foram diferentes para cada tratamento. Os dados foram analisados por meio de análise de variância adotando-se o nível de 5% de probabilidade. As análises dos dados foram realizadas por meio do software estatístico SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na ANOVA (Tabela 2.2), que não houve efeito significativo das fontes de variação analisadas, para a aceitabilidade sensorial, que foi avaliada por meio dos parâmetros impressão global e sabor.

Tabela 2.2 - Resumo da análise de variância da aceitabilidade dos sucos mistos adicionados de Luteína, Epigallocatequina galato e da mistura de ambos

FV	GL	Quadrados Médios	
		Sabor	Impressão Global
Provador	59	3,6026	4,0358
Tratamento(T)	2	1,4744 <sup>n.s.</sup>	3,1633 <sup>n.s.</sup>
Concentração/T	12	0,6088 <sup>n.s.</sup>	0,2210 <sup>n.s.</sup>
Residuo	<b>826</b>	<b>1,5525</b>	<b>1,3280</b>
CV (%)		17,44	15,95

n.s. F não significativo a 5 % de probabilidade; CV- coeficiente de variação

Para todos os sucos (adicionados de luteína, adicionados de epigallocatequina galato e adicionados da mistura de ambos) os parâmetros sabor e impressão global apresentaram médias entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei muito”, como pode ser observado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Médias dos parâmetros sensoriais, Sabor e Impressão global (I.Global) dos tratamentos com fitoquímicos, sucos mistos adicionados de Luteína, Epigallocatequina Galato (EGCG) e da mistura de ambos, em diferentes concentrações.

Sucos mistos adicionados de Luteína			Sucos mistos adicionados de EGCG			Sucos mistos adicionado de Luteína + EGCG		
[ ] (mg/L)*	Sabor	I. Global	[ ] (mg/L)	Sabor	I. Global	[ ] (mg/L)	Sabor	I. Global
0	7,4	7,4	0	7,2	7,2	0	7,2	7,1
6	7,2	7,3	94	7,3	7,2	6+94,00	7,0	7,1
14	7,2	7,4	109,98	7,2	7,2	14+109,98	7,2	7,2
22	7,0	7,3	125,02	7,2	7,3	22+125,02	7,0	7,1
30	7,1	7,3	141	7,2	7,2	30+141,00	7,0	7,2

\*[ ] (mg/L)- Concentração

Como não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para sabor e impressão global, a escolha da concentração dos fitoquímicos foi baseada principalmente no fato destes sucos não ser a única fonte diária dos fitoquímicos em questão e num menor custo para a indústria.

Para a luteína foi escolhida a concentração de 14 mg/L uma vez que esta fornece uma dosagem mínima de 6 mg em 450 mL (aproximadamente 2 copos), que representa o consumo diário médio por indivíduo. De acordo com a literatura a ingestão mínima de luteína deve ser de 6mg/dia (ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW, 2005; KRINSKY et al., 2003; KRINSKY e JOHNSON, 2005).

Já para a Epigallocatequina Galato foi escolhida a concentração de 125,02 mg/L, pois é a menor concentração capaz de fornecer uma dosagem mínima de 23,5 mg/200mL (um copo), que é a dosagem média recomendada pelo fornecedor.

Com relação à combinação luteína e epigallocatequina galato foi escolhida a mistura que continha 14 mg/L e 109,98 mg/L, uma vez que é a de menor custo capaz de fornecer uma dosagem mínima de 6 mg de luteína em 450 mL.

#### **4.CONCLUSÃO**

Os resultados observados permitiram concluir que:

- Nas concentrações avaliadas a aceitabilidade sensorial dos sucos não foi influenciada pela presença ou aumento da concentração dos fitoquímicos, indicando que estes podem ser uma boa opção para a elaboração de uma bebida de frutas com efeitos benéficos à saúde.
- Foram selecionadas as formulações que continham: 14 mg/L de Luteína, 125,02 mg/L de Epigallocatequina Galato, e 14 mg/L e 109,98 mg/L de luteína e Epigallocatequina Galato em combinação, respectivamente.

## 5.REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASOLINI, F. C., et al. Atividade Antioxidante e Antibacteriana dos Compostos Fenólicos dos Extratos de Plantas Usadas como Chás. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.9, n.3, p. 209-215, 2006

ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW. Lutein and Zeaxanthin – Monograph. **Alternative Medicine Review**, v.10, n.2, p.128-135, 2005.

ANGELIS, R. C. de. Novos conceitos em nutrição: reflexões a respeito do elo dieta e saúde. **Arq Gastroenterol**, v. 38, n. 4, p.269-271, 2001.

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-157, 2004

AUGER, C. et al. Catechins and procyanidins in Mediterranean diets. **Food Research International**. v. 37, p. 233-245. 2004

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUMS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. Campinas, Editora da UNICAMP, 1995. 299p.

BATISTA, A.P., et al. Rheological characterization of coloured oil-in-water food emulsions with lutein and phycoerythrin added to the oil and aqueous phases. **Food Hydrocolloids**. 20, 44–52. 2006

BRASIL. Instrução Normativa nº 12 de 04 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical; e os Padrões de Identidade e Qualidade para Néctares. **Diário Oficial da União**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2003.

FREITAS, D. G. C; JACKIX, M. N. H. Efeito de Bebida Adicionada de Frutoligossacarídeo e Pectina no Nível de Colesterol e Estimulação de Bifidobactérias em Hamsters Hipercolesterolêmicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.1, p. 81-86, 2005.

GOMES, F. da S.. Carotenóides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer. **Revista de Nutrição**, v. 20, n. 5, p. 537-548, 2007.

KRINSKY, N. I.; LANDRUM, J.T.; BONE, R. A. Biologic mechanisms of the protective role of lutein and zeaxanthin in the eye. **Annual Review Nutrition**, v. 23, p. 171-201, 2003.

KRINSKY, N.I., JOHNSON E. J. Carotenoid Actions and their Relation to Health and Disease. **Molecular Aspects of Medicine**, v.26, n.6, p.459-516, 2005.

LUCIA, S.M.D.; MINIM, V.P.R.; CARNEIRO, J.D.S. Análise Sensorial de Alimentos. In: MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com Consumidores** – Viçosa: Ed. UFV, capítulo 3, 67-83, 2006.

NIIZU, P. Y. **Fontes de carotenóides importantes para a saúde humana.** 2003. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.2003

REIS, R. C; MINIM, V. P. R.. Testes de Aceitação. In: MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com Consumidores** – Viçosa: Ed. UFV, capítulo 3, 67-83, 2006.

SATO, T. E MIYATA, G. The Nutraceutical Benefit, Part I: Green Tea. **Nutrition.** v. 16, p. 315-317, 2000

SLONGO, A. P. **Uso de alta pressão hidrostática em presunto Fatiado: avaliação físico-química e sensorial e Modelagem do crescimento microbiano.** 2008. 163f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)- Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, 2008.

## **CAPÍTULO 3**

### **EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE A ESTABILIDADE DOS SUCOS MISTOS DE MANGA, GOIABA E ACEROLA ADICIONADOS DE LUTEÍNA, GALATO DE EPIGALOCATEQUINA E DA MISTURA DE AMBOS**

#### **1. INTRODUÇÃO**

Em virtude dos consumidores estarem preocupados com a saúde e buscarem conveniência, facilitando o seu dia-a-dia, o mercado de suco ou néctar de frutas “pronto-para-beber” está aumentando. Para diversificar os produtos as indústrias estão investindo em sucos ou néctares mistos de frutas, além de adicionarem fitoquímicos, visando à elaboração de uma bebida diferenciada, que ao mesmo tempo tenha benefício a saúde e boas características sensoriais. De acordo com ANJO (2004) os fitoquímicos, que incluem carotenóides e flavonóides, cada vez mais estão sendo reconhecidos como contribuidores para uma boa saúde.

A Legislação Brasileira ainda não tem um Regulamento Técnico específico para sucos e néctares mistos, o que existe são definições de Suco Tropical Misto, Suco misto e Refresco misto ou bebida mista de frutas ou de extratos vegetais (BRASIL, 2003; BRASIL, 1997).

Para a formulação de suco e néctar misto tem-se observado uma tendência a utilização, principalmente, de frutas tropicais. O consumo destas é importante para a obtenção de algumas vitaminas, minerais, carboidratos e outros componentes importantes que auxiliam no bom funcionamento do organismo humano. Além disso, as frutas são fontes de carotenóides e compostos fenólicos, que apresentam, dentre outras propriedades a de antioxidantes e a ingestão regular destes pode estar associada à diminuição do risco de desenvolver certas doenças.

Segundo Folegatti; Matsuura; Ferreira (2002), as bebidas mistas de frutas apresentam uma série de vantagens, como a possibilidade de combinação de diferentes aromas e sabores e a soma de componentes nutricionais. Além destas vantagens, pode-se citar: a diminuição de custos

por meio da adição de frutas mais baratas às frutas de alto custo; suprir escassez e disponibilidade sazonal de certos nutrientes do suco; a compensação de sabores extremamente fortes, principalmente acidez, adstringência ou amargor de alguns frutos; a correção de baixos teores de sólidos solúveis e melhorar cor e textura de alguns sucos (BATES et al., 2001).

No entanto, estas combinações geram produtos que na maioria das vezes, ainda não foram devidamente pesquisados com respeito às suas características, atividades benéficas a saúde e sua estabilidade.

De um modo geral as bebidas a base de frutas são produtos complexos, em virtude de suas características intrínsecas, e podem ter a sua estabilidade afetada por vários fatores, tais como: qualidade da matéria-prima, condições de processamento, tratamento térmico durante o processamento, temperatura de armazenamento e reações químicas e enzimáticas durante o armazenamento, além de alterações microbiológicas. As reações químicas, que podem ser iniciadas no tratamento térmico, são capazes de formar compostos de degradação de sabor com aparecimento de *off-flavor* e a formação de pigmentos escuros comprometendo as características sensoriais e nutricionais (CAMARGO et al., 2007; MATTIETTO et al., 2007; SILVA et al., 2006)

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do tempo de armazenamento sobre a estabilidade físico-química e sensorial dos sucos mistos de manga, goiaba e acerola adicionados dos fitoquímicos, luteína, epigallocatequina galato e da mistura de ambos.

## **2.MATERIAL E MÉTODOS**

Para elaboração dos sucos foram utilizadas polpas pasteurizadas e congeladas de acerola e goiaba provenientes da Bela Ischia Ind. e Com. de Polpa e Fruta Congelada Ltda. e polpa de manga pasteurizada da variedade Ubá, comercializada pela Agofruit Internacional do Brasil Ltda. Os fitoquímicos utilizados foram epigallocatequina galato (catequina) e luteína, provenientes da empresa DSM Nutritional Products.

Os sucos mistos formulados foram diluídos em água mineral e os sólidos solúveis totais foram padronizados por meio de adição de sacarose comercial. Para sua conservação foram utilizados benzoato de sódio (260 mg/L) e metabissulfito de sódio (40 mg SO<sub>2</sub>/L).

Para estudo da estabilidade, realizou-se o processamento dos quatro produtos finais, com três repetições de cada tratamento.

## 2.1. Processamento dos sucos

Foram utilizados 13,65% de polpa de manga, 18,20% de polpa de goiaba e 3,15% de polpa de acerola, sendo estas proporções escolhidas por meio de testes de aceitação, dentre 10 tratamentos obtidos de um delineamento simplex de misturas (BARROS NETO et al., 1995), no capítulo 1. As concentrações dos fitoquímicos luteína e epigallocatequina galato estão apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Concentrações dos fitoquímicos, luteína e epigallocatequina galato (EGCG), nos sucos mistos.

Formulação	Concentração dos fitoquímicos	
	Luteína (mg/L)	EGCG(mg/L)
Suco controle	---	---
Suco adicionado de luteína	14	---
Suco adicionado de EGCG	---	125,02
Suco adicionado de luteína + EGCG	14	109,98

A concentração da luteína foi determinada com base na faixa recomendada pela literatura (6-30 mg/dia) (ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW, 2005; KRINSKY et al., 2003; KRINSKY e JOHNSON, 2005) e as concentrações da epigallocatequina galato segundo recomendação dos fornecedores (18,8-28,2 mg/200 mL).

Os ingredientes (polpas, açúcar, água e fitoquímicos) foram misturados e homogeneizados em vaso com agitação, com o objetivo de estabilizar a matéria sólida dispersa. Em seguida, as bebidas foram submetidas ao tratamento térmico (90 °C/ 60 s) e, posteriormente, envasadas à quente em garrafas de vidro de 318 mL. O resfriamento após o

envase foi feito em tanques com água corrente e, em seguida, os produtos seguiram para a rotulagem e acondicionamento. Os produtos foram armazenados em local apropriado, por um período de seis meses, sob condições de temperatura ambiente ( $27\pm 2$ ).

## **2.2. Caracterização dos produtos finais e acompanhamento da estabilidade**

Nesta etapa, foram realizadas análises laboratoriais dos produtos após o processamento e durante a armazenagem (30,60,90,120,150,180 dias), para o acompanhamento da estabilidade, por meio de análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

As análises químicas e físico-químicas dos produtos finais foram: pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável, relação SST/ATT, análise de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e diferença de cor), vitamina C, açúcares totais e redutores, carotenóides totais, viscosidade.

O pH foi determinado diretamente nas amostras por potenciometria, utilizando-se um pHmetro digimed DM-20, segundo AOAC (1997). A determinação dos sólidos solúveis totais (SST) foi realizada pela leitura direta com o auxílio de um refratômetro modelo ATC-1E HAND REFRACTOMETER, marca ATAGO, conforme AOAC (1997), sendo os resultados expressos em  $^{\circ}$ Brix. A acidez total titulável (ATT) foi determinada por titulometria, utilizando-se 20 mL de amostra. A titulação foi feita com solução NaOH a 0,1 mol/L, segundo técnica descrita pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005) e fenolftaleína (1%) como indicador, sendo o resultado expresso em % de ácido cítrico. A relação SST/ATT foi determinada pela relação direta dos valores de sólidos solúveis totais e de acidez titulável.

Na análise de cor a determinação foi realizada por colorimetria, utilizando-se um colorímetro de triestímulo COLOR QUEST II, e o programa computacional software Universe da Hunterlab, Reston, VA, no sistema CIELAB com os parâmetros:  $L^*$ , luminosidade;  $a^*$ , contribuição do vermelho; e  $b^*$ , contribuição do amarelo. Foi realizado também o cálculo de diferença de cor ( $\Delta E$ ), por meio da fórmula citada por Langdon (1987):

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2} \quad (3.1)$$

em que:  $\Delta$  é a diferença entre cada parâmetro de cor da amostra no tempo zero (padrão) e amostra nos tempos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias.

O teor de vitamina C foi determinado pelo método de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), descrito por Campos (2006), sendo o resultado expresso em mg/100mL de suco. A determinação de açúcares totais e redutores foi realizada por meio do método volumétrico de Eynon-Lane, segundo AOAC (1997). Para a determinação do teor de carotenóides totais tanto a extração, quanto o método de quantificação por espectrofotometria foram realizados conforme procedimento descrito por Pereira (2002). Os resultados finais foram expressos em miligramas por 100 gramas da amostra (mg/100g). A viscosidade dos sucos obtidos foi determinada à temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  por meio de reômetro Brookfield R/S plus, utilizando o sensor R/S MS DG DIN/FTK.

Para verificar a estabilidade microbiológica e avaliar a eficiência do tratamento térmico/químico, foi realizado o teste de esterilidade comercial, no tempo zero. O teste foi feito conforme metodologia recomendada pelo APHA (1992) e Silva; Junqueira; Silva (2001).

A avaliação sensorial foi realizada com o objetivo de se determinar a aceitabilidade das bebidas por prováveis consumidores, tendo sido feita por meio de testes de aceitação para impressão global e sabor dos produtos. Utilizou-se uma equipe de 100 consumidores e uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde 9 representava a nota máxima “gostei extremamente” e 1 a nota mínima “desgostei extremamente” (MONTEIRO, 1984; MORAES, 1988) (Figura 3.1). Todos os consumidores provaram as quatro bebidas formuladas, nos tempos de 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de armazenamento.

Na mesma ficha foi incluída uma escala de intenção de compras estruturada de cinco pontos (5-“certamente compraria” a 1- “certamente não compraria”).

NOME : _____		DATA : _____	
AMOSTRA : _____			
<p>1-Você está recebendo uma amostra de suco misto de frutas. Por favor, prove a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou do SABOR e de um modo geral (IMPRESSÃO GLOBAL), utilizando a escala abaixo</p>			
SABOR		IMPRESSÃO GLOBAL	
<input type="checkbox"/> gostei extremamente		<input type="checkbox"/> gostei extremamente	
<input type="checkbox"/> gostei muito		<input type="checkbox"/> gostei muito	
<input type="checkbox"/> gostei moderadamente		<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	
<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente		<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	
<input type="checkbox"/> não gostei / nem desgostei		<input type="checkbox"/> não gostei / nem desgostei	
<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente		<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente	
<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente		<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente	
<input type="checkbox"/> desgostei muito		<input type="checkbox"/> desgostei muito	
<input type="checkbox"/> desgostei extremamente		<input type="checkbox"/> desgostei extremamente	
<p>2 - Baseado na IMPRESSÃO GLOBAL desta amostra, indique na escala abaixo o grau de certeza com que você compraria ou não compraria esta amostra, caso esta estivesse à venda nos supermercados.</p>			
<input type="checkbox"/> certamente compraria			
<input type="checkbox"/> possivelmente compraria			
<input type="checkbox"/> talvez comprasse, talvez não comprasse			
<input type="checkbox"/> possivelmente não compraria			
<input type="checkbox"/> certamente não compraria			

Figura 3.1- Modelo de ficha utilizada no teste de aceitação.

### 2.3.Avaliação Estatística

O experimento foi montado segundo um esquema de parcela subdividida, tendo nas parcelas as formulações – controle (suco misto sem fitoquímico), suco misto adicionado de Luteína, suco misto adicionado de epigallocatequina galato e suco misto adicionado da mistura dos dois fitoquímicos (x:y) – e nas subparcelas os tempos de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180) , no delineamento inteiramente casualizado com três repetições.

Os dados das análises químicas, físico-químicas e de aceitação sensorial foram analisados por meio da análise de variância e regressão. Para o fator qualitativo (formulações) as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo (tempo) os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t, adotando-se os níveis de 1 e 5% de probabilidade e no coeficiente de determinação.

Foi utilizado software estatístico SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética), licenciado para uso na Universidade Federal de Viçosa.

### **3.RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Observa-se na ANOVA (Tabelas 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5) que a interação entre tratamento e tempo de armazenamento teve efeito significativo nos parâmetros pH, acidez total titulável, viscosidade, açúcares redutores, carotenóides e vitamina C, sendo portanto realizado o ajustamento aos modelos de regressão para cada tratamento. Para os demais parâmetros (sólidos solúveis totais, relação SST/ATT, açúcares totais, coordenadas de cor - L\*, a\* e b\*, diferença total de cor, intenção de compra e para a aceitabilidade em relação ao sabor e a impressão global) não foi verificado esse efeito significativo da interação, logo o ajustamento aos modelos de regressão foi realizado para a média dos dados experimentais, dos tratamentos.

O efeito da formulação só foi estudado nos parâmetros carotenóides e coordenadas de cor (a\* e b\*). Constatou-se que houve efeito significativo dos tratamentos para o parâmetro coordenadas de cor (a\* e b\*). Para o parâmetro carotenóides houve efeito significativo na interação tempo\*tratamento. Dessa forma, a análise estatística teve continuidade com a aplicação do teste de Tukey, ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Tabela 3.2- Resumo da análise de variância das características físico-químicas, pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (ATT), relação SST/ATT, viscosidade (VISC), açúcares redutores (AR) e açúcares totais (AT), dos sucos mistos.

FV	GL	Quadrados Médios						
		pH	SST	ATT	SST/ATT	VISC	AR	AT
Formulações (F)	3	0,00047 <sup>n.s.</sup>	0,1500 <sup>n.s.</sup>	0,000111 <sup>**</sup>	4,0465 <sup>n.s.</sup>	13,598 <sup>n.s.</sup>	0,1662 <sup>**</sup>	1,4339 <sup>*</sup>
Resíduo (a)	8	0,000773	0,0964	0,0000151	3,7848	5,4563	0,0171	0,2445
Tempo (TE)	6	0,0221 <sup>**</sup>	0,1292 <sup>**</sup>	0,0021 <sup>**</sup>	231,2395 <sup>**</sup>	4,2258 <sup>n.s.</sup>	7,8281 <sup>**</sup>	5,4325 <sup>**</sup>
TE*F	18	0,0021 <sup>**</sup>	0,0259 <sup>n.s.</sup>	0,000031 <sup>*</sup>	2,6141 <sup>n.s.</sup>	18,1800 <sup>*</sup>	0,0398 <sup>*</sup>	0,8224 <sup>n.s.</sup>
Resíduo (b)	48	0,000164	0,0196	0,0000158	1,7639	9,4018	0,0186	0,5277
CV (%) Parcela		0,72	2,81	2,19	3,11	13,00	3,80	5,33
CV (%) Subparcela		0,33	1,27	2,24	2,12	17,07	3,97	7,82

<sup>\*\*</sup>,<sup>\*</sup> F significativo a 1 % e 5 % de probabilidade, respectivamente; n.s. F não significativo a 5 % de probabilidade; CV- coeficiente de variação

Tabela 3.3 - Resumo da análise de variância das características nutricionais dos sucos mistos.

FV	GL	Quadrado Médio	
		Carotenóides	Vitamina C
Formulações (F)	3	4,5576**	9,6094**
Resíduo (a)	8	0,0223	1,0714
Tempo (TE)	6	0,2046**	633,862**
TE*F	18	0,0567**	12,6127**
Resíduo (b)	48	0,0152	1,8549
CV (%) Parcela		8,92	7,70
CV (%) Subparcela		7,37	10,13

\*\*, \* significativo a 1 % e 5 % de probabilidade, respectivamente; n.s. não significativo a 5 % de probabilidade; CV- coeficiente de variação

Tabela 3.4 - Resumo da análise de variância das coordenadas de cor e da diferença total de cor dos sucos mistos.

FV	GL	Quadrados Médios			
		L*	a*	b*	$\Delta E$
Formulações (F)	3	0,0568 <sup>n.s.</sup>	5,9022**	9,6316*	112,019 <sup>n.s.</sup>
Resíduo (a)	8	1,0551	0,4973	2,8529	63,6618
Tempo (TE)	6	10,3711**	3,2692**	15,3487**	154,9263**
TE*F	18	0,3205 <sup>n.s.</sup>	0,1253 <sup>n.s.</sup>	0,8324 <sup>n.s.</sup>	15,4465 <sup>n.s.</sup>
Resíduo (b)	48	0,2594	0,1306	0,6607	18,3807
CV (%) Parcela		2,35	7,18	7,81	127,74
CV (%) Subparcela		1,16	3,68	3,76	68,64

\*\*, \* F significativo a 1 % e 5 % de probabilidade, respectivamente; n.s. F não significativo a 5 % de probabilidade; CV- coeficiente de variação

Tabela 3.5 - Resumo da análise de variância dos atributos sensoriais e intenção de compra dos sucos mistos.

FV	GL	Quadrados Médios		
		Sabor	Impressão Global	Intenção de compras
Provador	99	4,3588	3,1991	1,9086
Formulações (F)	3	6,2371**	2,1509 <sup>n.s.</sup>	4,2594**
Resíduo (a)	297	1,1902	1,0021	0,6281
Tempo (TE)	6	8,5000**	11,4998**	3,9272**
TE*F	18	1,6605 <sup>n.s.</sup>	1,7571 <sup>n.s.</sup>	0,7922 <sup>n.s.</sup>
Resíduo (b)	2376	1,8654	1,6852	0,9208
CV (%) Parcela		15,63	14,22	21,58
CV (%) Subparcela		19,57	18,44	26,12

\*\*, \* F significativo a 1 % e 5 % de probabilidade, respectivamente; n.s. F não significativo a 5 % de probabilidade; CV- coeficiente de variação

O pH apresentou comportamento semelhante em todos os tratamentos, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão, como mostra a Figura 3.2. As equações de regressão estão representadas na tabela 3.6.

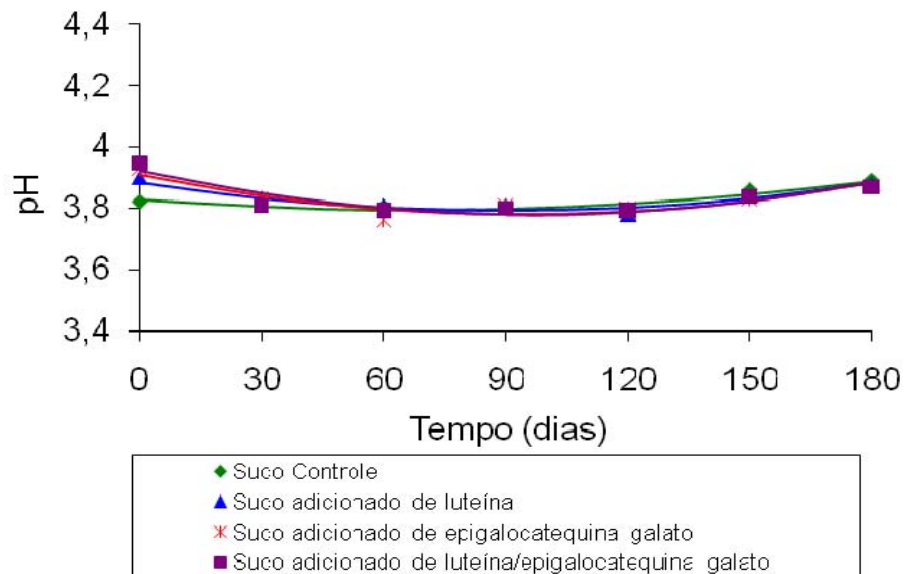


Figura 3.2- Comportamento do pH durante o período de armazenamento, nos diferentes tratamentos.

A análise estatística indicou diferenças significativas entre os valores em função do tempo de armazenamento, no entanto, a variação permaneceu abaixo de 4,5, que é o pH crítico para alimentos.

Esta oscilação dos valores de pH pode ser decorrente da oxidação de ácidos orgânicos presentes nos néctares de frutas.

Silva (2007) ao avaliar a estabilidade de suco de goiaba não adoçado durante o período de 250 dias de armazenamento também constatou uma variação significativa em função do tempo de armazenamento, para o parâmetro pH. Resultado semelhante foi encontrado por Magalhães et al. (2008) ao estudarem a estabilidade do suco tropical de manga envasado pelos processos *hot fill* e asséptico.

Tabela 3.6- Equações ajustadas das propriedades pH, acidez, açúcares redutores, carotenóides e vitamina C em função do tempo para diferentes tratamentos e os coeficientes de determinação.

Propriedade	Formulações	Equações ajustadas/ R <sup>2</sup> ou r <sup>2</sup>
pH	S.C.	$\hat{y} = 3,82937 - 0,00101984 \cdot x + 0,0000074515 \cdot x^2$ R <sup>2</sup> =0,69
	S.L.	$\hat{y} = 3,88548 - 0,00203571 \cdot x + 0,0000112434 \cdot x^2$ R <sup>2</sup> =0,76
	S. EGCG	$\hat{y} = 3,91095 - 0,00275397 \cdot x + 0,0000154403 \cdot x^2$ R <sup>2</sup> =0,74
	S. L./ EGCG	$\hat{y} = 3,92357 - 0,00297619 \cdot x + 0,0000153439 \cdot x^2$ R <sup>2</sup> =0,75
Acidez	S.C.	$\hat{y} = 0,174411 + 0,0168055 \cdot x^{0,5} - 0,00310096 \cdot x + 0,000135567 \cdot x^{1,5}$ R <sup>2</sup> =0,80
	S.L.	$\hat{y} = 0,177659 + 0,0200501 \cdot x^{0,5} - 0,00372971 \cdot x + 0,000163732 \cdot x^{1,5}$ R <sup>2</sup> =0,97
	S. EGCG	$\hat{y} = 0,177776 + 0,0153961 \cdot x^{0,5} - 0,00269340 \cdot x + 0,000111732 \cdot x^{1,5}$ R <sup>2</sup> =0,84
	S. L./ EGCG	$\hat{y} = 0,185758 + 0,0182333 \cdot x^{0,5} - 0,00337362 \cdot x + 0,000141947 \cdot x^{1,5}$ R <sup>2</sup> =0,92
Açúcares Redutores	S.C.	$\hat{y} = 2,46360 + 0,0122897 \cdot x$ r <sup>2</sup> =0,91
	S.L.	$\hat{y} = 2,40842 + 0,0107044 \cdot x$ r <sup>2</sup> =0,80
	S. EGCG	$\hat{y} = 2,32388 + 0,0119183 \cdot x$ r <sup>2</sup> =0,77
	S. L./ EGCG	$\hat{y} = 2,32546 + 0,0121647 \cdot x$ r <sup>2</sup> =0,94
Carotenóides	S.C.	$\hat{y} = 1,3417 + 0,000969841 \cdot x$ r <sup>2</sup> =0,66
	S.L.	$\hat{y} = \bar{y} = 2,01$
	S. EGCG	$\hat{y} = \bar{y} = 1,29$
	S. L./ EGCG	$\hat{y} = 2,69509 - 0,0281293 \cdot x + 0,000334245 \cdot x^2 - 0,00000113676 \cdot x^3$ r <sup>2</sup> =0,83
Vitamina C	S.C.	$\hat{y} = 21,995 - 0,08 \cdot x$ r <sup>2</sup> =0,85
	S.L.	$\hat{y} = 27,396 - 0,1305 \cdot x$ r <sup>2</sup> =0,98
	S. EGCG	$\hat{y} = 23,131 - 0,0797 \cdot x$ r <sup>2</sup> =0,89
	S. L./ EGCG	$\hat{y} = 25,508 - 0,1196 \cdot x$ r <sup>2</sup> =0,96

\*\*\* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade, respectivamente.

S.C- Suco controle; S.L.- Suco luteína; S. EGCG- Suco EGCG, S. L./ EGCG- Suco luteína/EGCG;

Para a propriedade SST não verificou efeito do tempo, tendo o valor  $\hat{y} = \bar{y} = 11,04$ . Esta estabilidade dos sólidos solúveis totais durante o armazenamento também foi observada por Silva et al. (2006) ao avaliar bebida mista elaborada com água de coco e suco de maracujá por um período de 180 dias. Resultado semelhante foi encontrado por Lima et al.

(2008) ao analisarem bebida mista à base de água de coco e suco de acerola.

Os sólidos solúveis totais são constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias tais como açúcares (que no caso de frutas são principalmente glicose, frutose e sacarose), ácidos, vitamina C e pectinas.

A Figura 3.3 apresenta o comportamento da Acidez Total Titulável (ATT) durante a armazenagem. Observa-se que este foi semelhante em todos os tratamentos, ajustando-se ao modelo cúbico-raiz de regressão. As equações de regressão estão representadas na tabela 3.6.

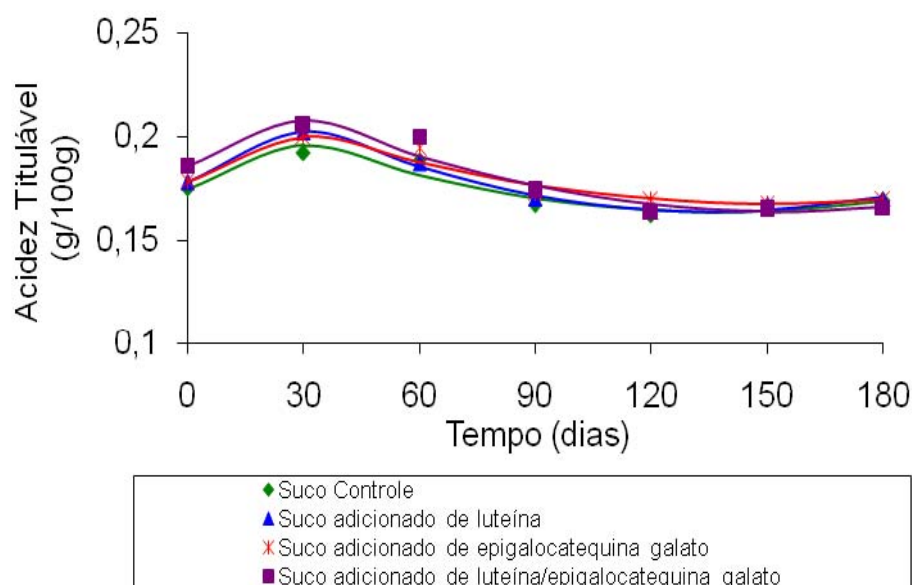


Figura 3.3 - Comportamento da acidez titulável (em g de ácido cítrico/ 100g de polpa) durante o período de armazenagem, nos diferentes tratamentos.

A acidez é um importante parâmetro para a apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Geralmente um processo de decomposição do alimento, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera, na maioria das vezes, a concentração dos íons de hidrogênio (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005) e por conseqüência, sua acidez.

A análise estatística indicou diferenças significativas entre os valores, em função do tempo de armazenagem, mas a variação (0,16 a 0,2 g/100g) da acidez não indicou aumento do crescimento de microorganismo e

também não influenciou na qualidade final do produto. Esta variação dos valores pode ser decorrente da oxidação de ácidos orgânicos presentes nos sucos de frutas.

Magalhães et al. (2008) ao estudarem a estabilidade do suco tropical de manga envasado pelos processos *hot fill* e asséptico encontraram resultado semelhante ao reportado neste trabalho para ATT, uma vez que observaram pequenas oscilações (0,20 a 0,30% de ácido cítrico). Em contrapartida, Silva et al. (2006) avaliando a estabilidade de bebida mista elaborada com água de coco e suco de maracujá, constataram que a acidez total titulável não alterou ao longo dos 180 dias de armazenamento. Resultado similar foi encontrado por Lima et al. (2008) ao analisarem bebida mista à base de água de coco e suco de acerola.

O sabor das frutas é determinado, em grande parte, pelo balanço de ácidos e açúcares e avaliado pela relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (THÉ et al., 2001). Na Figura 3.4, observa-se o comportamento da Relação SST/ATT, durante a armazenagem que se ajustou ao modelo cúbico de regressão e os valores médios oscilaram de 55,75 a 65,69.

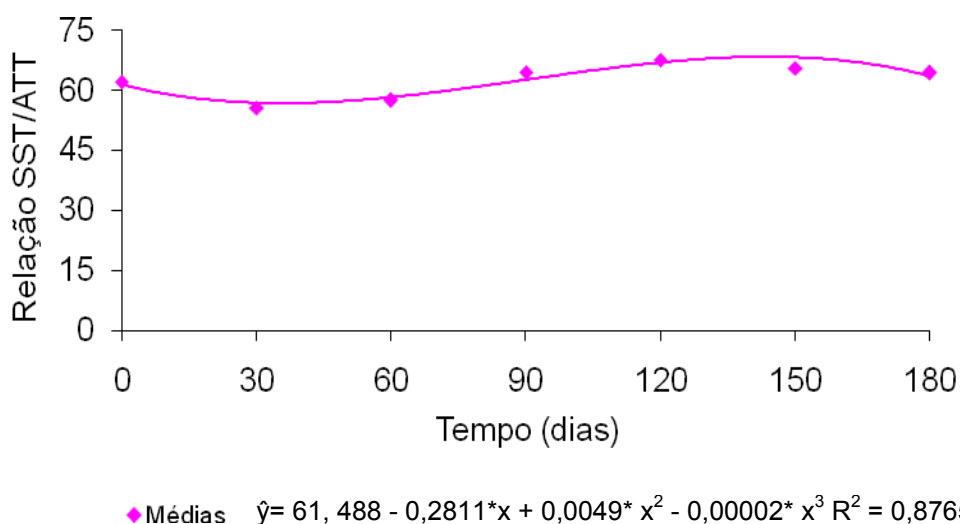


Figura 3.4-Comportamento da relação entre sólidos solúveis e acidez (*Ratio*) durante o período de armazenamento.

O teor de açúcares redutores apresentou comportamento semelhante em todos os tratamentos, sendo observado um aumento (Figura 3.5). Os valores variaram em média de 2,29 a 4,12 g de glicose/100 mL de suco ao

longo do tempo de armazenamento. As equações de regressão estão representadas na Tabela 3.6.

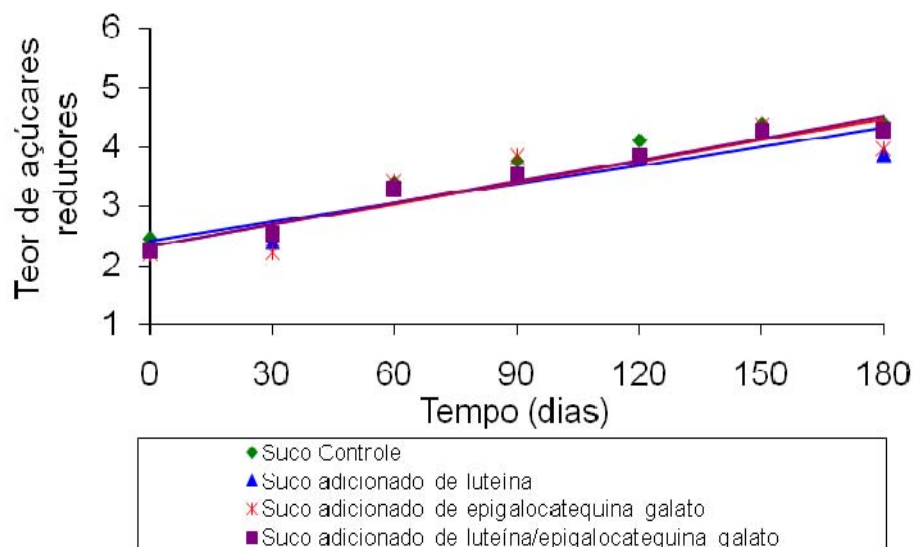


Figura 3.5 - Comportamento do teor de açúcares redutores (g de glicose/100 mL de néctar) durante o período de armazenamento para todos os tratamentos.

O aumento observado nos teores de açúcares redutores pode ser atribuído à hidrólise dos açúcares não-redutores, principalmente sacarose, adicionada para correção do SST, pela ação dos ácidos presentes no suco, convertendo-os em açúcares redutores (monossacarídeos-glicose e frutose).

Resultados semelhantes foram encontrados por Freitas et al. (2006) ao trabalharem com suco de acerola, por Mattietto et al. (2007) ao avaliarem a estabilidade do néctar misto de cajá e umbu, por Barnabé e Venturini Filho (2004) ao estudarem refrigerante de acerola, por Silva et al. (2006) ao avaliarem a estabilidade de bebida mista elaborada com água de coco e suco de maracujá e por Magalhães et al. (2008) ao estudarem a estabilidade do suco tropical de manga envasado pelos processos *hot fill* e asséptico.

O teor de açúcares totais não foi influenciado pelo tempo, tendo o valor  $\hat{y} = \bar{y} = 9,28$ . Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2008) ao analisarem bebida mista à base de água de coco e suco de acerola e por Freitas et al. (2006) ao estudarem a estabilidade do suco tropical de acerola adoçado e envasado pelo processo asséptico.

O teor de carotenóides totais apresentou comportamento distinto para as formulações, como demonstrado na Figura 3.6. Não verificou efeito do

tempo no teor de carotenóides totais para o suco adicionado de luteína e o suco adicionado de epigalocatequina galato. Os dados do suco controle e do suco adicionado de luteína/epigalocatequina galato, ajustaram-se aos modelos linear e cúbico, respectivamente, onde se observa um ligeiro decréscimo. As equações de regressão estão representadas na Tabela 3.6.

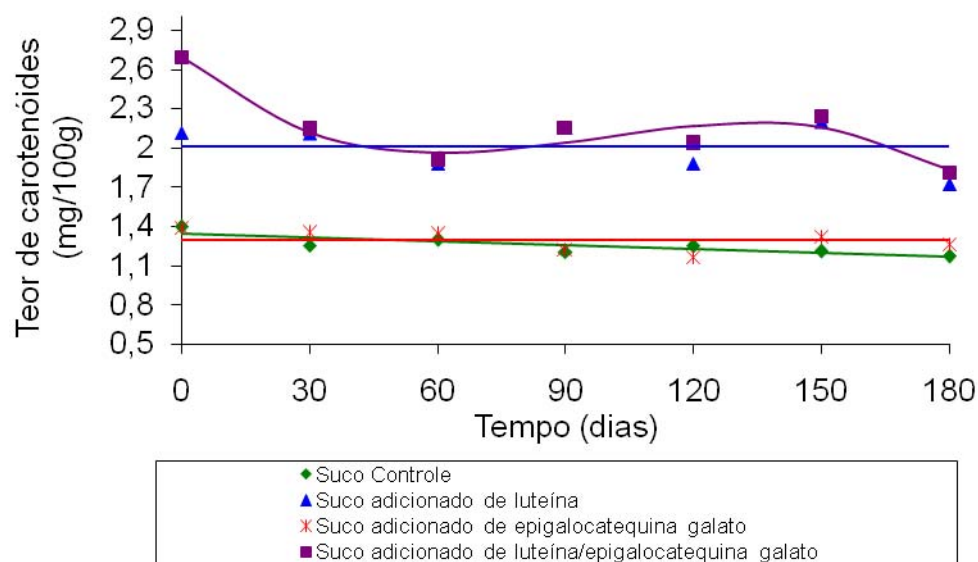


Figura 3.6 - Comportamento do teor de carotenóides totais com o tempo de armazenamento para todos os tratamentos.

A diminuição observada nos sucos controle e do suco adicionado de luteína/epigalocatequina galato pode ser em virtude da ação conjunta do tratamento térmico, da presença da luz (garrafas de vidro) e do oxigênio, e do tempo e temperatura de armazenamento.

De acordo com Stringheta et al. (2006) nas frutas e hortaliças intactas, a estrutura celular e a complexação com proteínas conferem aos carotenóides certa estabilidade, no entanto, durante as várias etapas do processamento esta estrutura e os complexos podem ser quebrados, expondo os pigmentos a fatores adversos e a sua destruição. Uma das principais causas de degradação são as reações de oxidação e esta é acelerada pela temperatura, presença de metais, oxigênio (auto-oxidação), luz e enzimas (Meléndez-Martínez et al., 2004).

Freitas et al. (2006) ao avaliarem a estabilidade dos carotenóides presentes no suco tropical de acerola adoçado e envasado pelos processos *hot-fill* e asséptico constataram que ao final do armazenamento (350 dias/ 28°C ± 2°C) os carotenóides permaneceram inalterados nas amostras do

processo asséptico, enquanto nas do *hot-fill* houve uma redução de 12,5% que foi associada a constante exposição à luz, em virtude do suco estar em garrafa de vidro.

Na Figura 3.7, observa-se o comportamento do teor de vitamina C, que foi semelhante em todos os tratamentos, ajustando-se ao modelo linear. As equações de regressão estão representadas na Tabela 3.6.

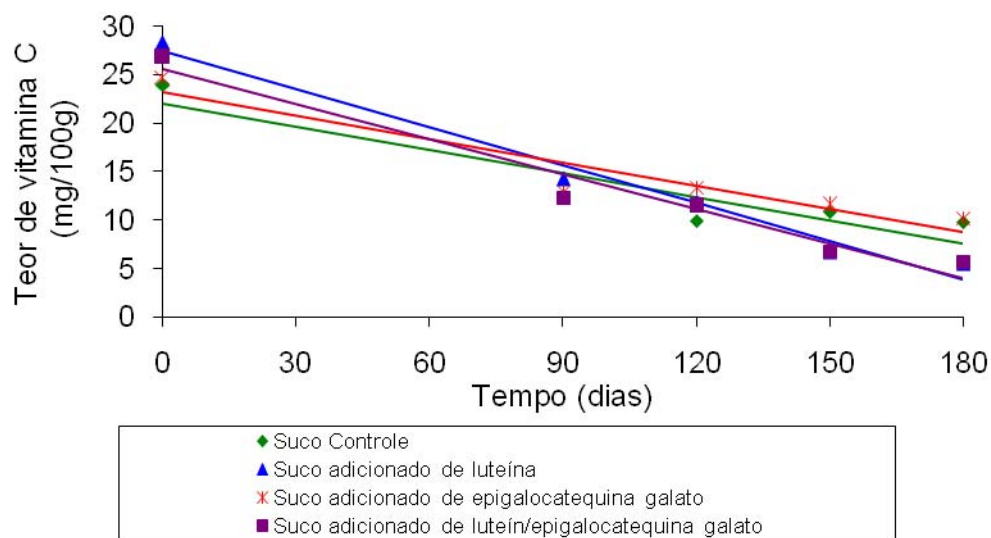


Figura 3.7 - Comportamento da quantidade de vitamina C em função do tempo de armazenamento para todos os tratamentos.

No decorrer do tempo de armazenamento, o teor de vitamina C apresentou um decréscimo em seus valores, que pode ser decorrente da presença de luz (garrafas de vidro), de oxigênio e da temperatura do armazenamento ( $29 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Uma diminuição no teor da vitamina C também foi verificada por Yamashita et al. (2003) ao determinar a estabilidade da vitamina C em suco de acerola pasteurizado engarrafado, mantido à temperatura ambiente, por Lima et al. (2008) ao analisarem bebida mista à base de água de coco e suco de acerola e por Raimundo et al. (2007) a analisarem no suco de laranja não pasteurizado e pasteurizado, armazenado com e sem incidência de luz.

A vitamina C é o micronutriente mais associado a frutas e hortaliças, que fornecem mais de 90% desta vitamina à dieta humana (CARVALHO et al., 2006). No entanto, é uma das vitaminas que mais sofre alteração no processamento de frutas, devido ao fato de ser hidrossolúvel e sensível à

ação do calor, do oxigênio, da luz, da oxidase do ácido ascórbico, de álcalis e à presença de catalisadores, como traços de cobre e de ferro.

A retenção da vitamina C tem sido proposta por alguns estudos como um indicador da vida-de-prateleira de sucos. Alguns autores têm considerado que uma perda de 50% do valor inicial de vitamina C indica o término da vida-de-prateleira do suco (SHAW, 1992; TEIXEIRA, 2008; TORREGROSA et al., 2006).

Para a viscosidade não foi verificado efeito do tempo, em nenhuma das formulações, tendo os seguintes valores médios:  $\hat{y} = \bar{y} = 17,15$  para o suco controle,  $\hat{y} = \bar{y} = 19,08$  para o suco adicionado de luteína,  $\hat{y} = \bar{y} = 17,82$  para o suco adicionado de epigallocatequina galato e  $\hat{y} = \bar{y} = 17,82$  para o suco adicionado de luteína/epigallocatequina galato. Este resultado pode ser explicado pela inativação das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase durante o tratamento térmico, pois são enzimas que degradam a pectina, um polissacarídeo que influencia na viscosidade.

A viscosidade representa a resistência de um fluido ao escoamento, podendo ser utilizada como um parâmetro no estudo da estabilidade de alimentos, pois modificação no seu comportamento, ao longo do tempo, pode indicar alteração na estrutura do alimento, influenciando sua consistência e textura.

Mattietto et al. (2007) encontraram um valor de 68,13 mPa.s a 25°C ao avaliaram a viscosidade aparente do néctar misto de cajá e umbu com um °Brix de 17. Este maior valor de viscosidade em comparação aos obtidos neste trabalho (em média 17,97 mPa.s) lhe foi conferido pelo maior valor de °Brix utilizado e pelas diferentes características das frutas.

As Figuras 3.8, 3.9, 3.10 representam os comportamentos das coordenadas de cor L\*, b\* e a\* respectivamente, ao longo do tempo de armazenamento.

Observou-se um decréscimo no valor de L\*, b\* e a\*, indicando perda de luminosidade, de intensidade de amarelo e de intensidade de vermelho, que pode ser decorrente da degradação de pigmentos, como os carotenóides e flavonóides, e da formação de novos compostos pela ação do tratamento térmico, da luz, do oxigênio e de reações de escurecimento

enzimático, por exemplo, reação de Maillard. Nas coordenadas a\* e b\* o decréscimo foi mais acentuado nos primeiros 30 dias, fato esse também observado no teor de carotenóides totais para o suco adicionado de luteína/epigallocatequina galato.

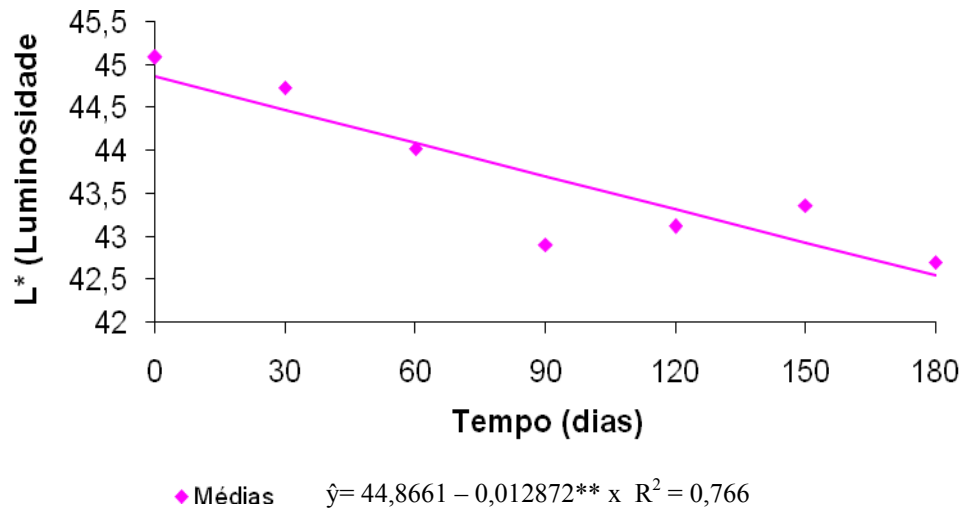


Figura 3.8 - Comportamento da coordenada de cor L\* (Luminosidade) em função do tempo de armazenamento.

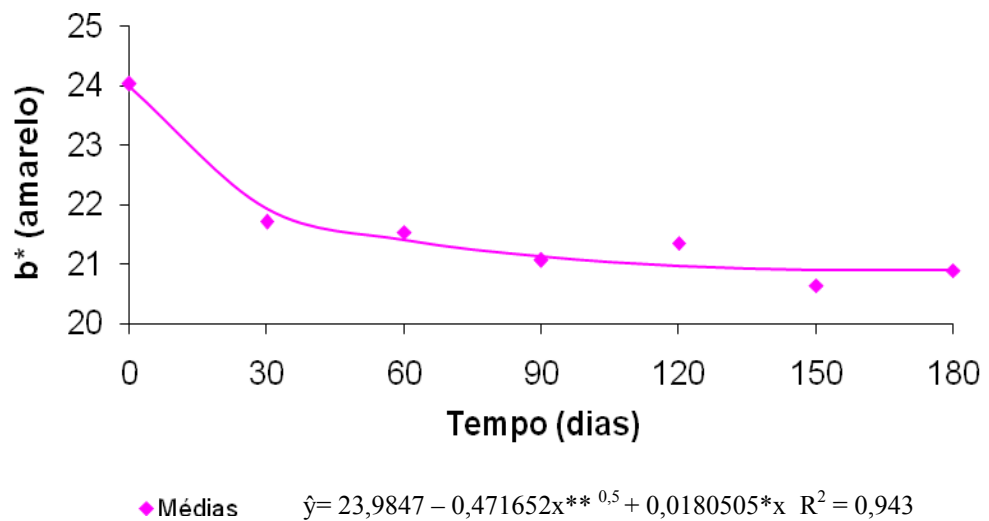


Figura 3.9 - Comportamento da coordenada de cor b\* (Intensidade de amarelo) em função do tempo de armazenamento.

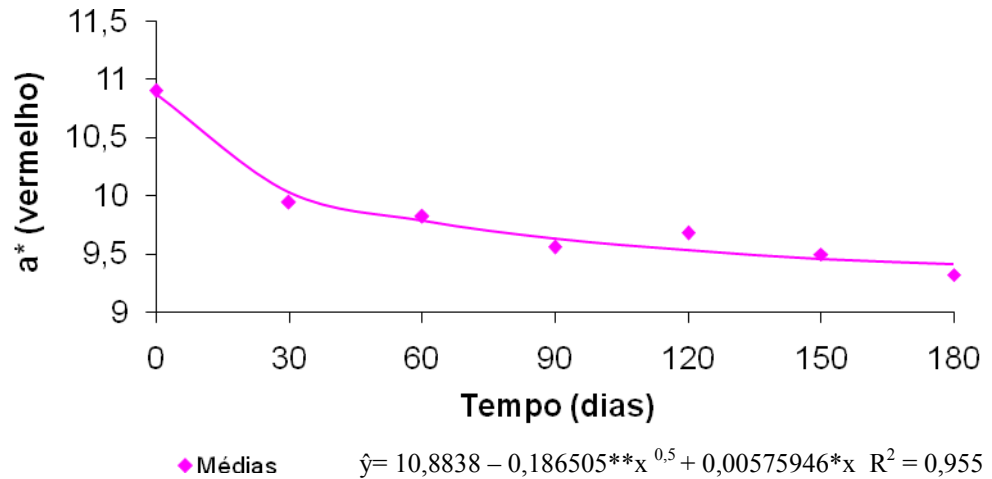


Figura 3.10 - Comportamento da coordenada de cor a\* (Intensidade de vermelho) em função do tempo de armazenamento.

Verifica-se na Figura 3.11 o comportamento da diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) ao longo do período de armazenamento.

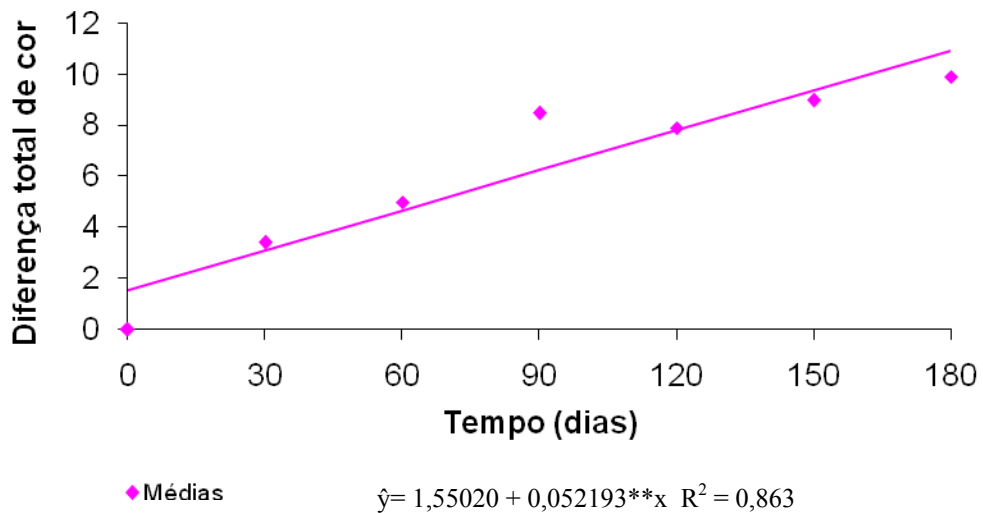


Figura 3.11 - Comportamento da diferença total de cor em função do tempo de armazenamento.

Os valores da diferença total de cor mostram a variação total da amostra em relação a um padrão, neste caso, o tempo zero. No final do experimento o valor de  $\Delta E^*$  foi de 9,92, o que já é perceptivo, pois de acordo com Lee e Coates (2003) um  $\Delta E^*$  igual a 2 pode ser uma diferença notável na percepção visual de muitos produtos.

Para a aceitabilidade sensorial em relação ao atributo sabor e a impressão global e para o parâmetro intenção de compra não verificou efeito do tempo.

Para o atributo sabor, que apresentou valor  $\hat{y} = \bar{y} = 6,98$ , e para a impressão global, tendo valor  $\hat{y} = \bar{y} = 7,04$ , os escores médios de aceitação situaram-se entre os termos hedônicos “Gostei ligeiramente” e “Gostei muito”. Já a intenção de compra ( $\hat{y} = \bar{y} = 3,67$ ) apresentou os escores médios entre os termos da escala de atitude “Talvez comprasse, talvez não comprasse” e “possivelmente compraria”.

O efeito da formulação foi estudado nos parâmetros carotenóides e coordenadas de cor ( $a^*$  e  $b^*$ ). As médias dos valores das coordenadas de cor ( $a^*$  e  $b^*$ ), nos diferentes tratamentos, estão apresentadas na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 - Médias de coordenadas de cor ( $a^*$  e  $b^*$ ) e intenção de compras (IC), referentes aos sucos mistos.

Tratamentos	$a^*$	$b^*$
Suco Controle	9,35 <sup>b</sup>	20,85 <sup>b</sup>
Suco adicionado de luteína	10,12 <sup>a</sup>	21,82 <sup>ab</sup>
Suco adicionado de epigallocatequina galato (EGCG)	9,40 <sup>b</sup>	21,34 <sup>ab</sup>
Suco adicionado de luteína/EGCG	10,41 <sup>a</sup>	22,43 <sup>a</sup>

\* As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para a coordenada  $a^*$  que representa a intensidade de vermelho (Tabela 3.7), o suco adicionado de luteína e o suco adicionado de luteína/EGCG foram os que apresentaram maiores valores não diferindo significativamente entre si, mas diferindo dos sucos controle e adicionado de EGCG, estes, por sua vez, não apresentaram diferença significativa entre si. Este resultado indica a influência da luteína, que é um pigmento de coloração alaranjado, sobre esta coordenada.

Já para a coordenada  $b^*$  (Tabela 3.7) que representa a intensidade de amarelo, o suco adicionado de luteína/EGCG apresentou maior média e o suco controle a menor, diferindo entre si. Os sucos adicionado de luteína e adicionado de EGCG não diferiram dos sucos controle e adicionado de

luteína/ EGCG. O maior valor no suco adicionado de luteína/ EGCG, pode ser em virtude de uma ação sinérgica dos fitoquímicos, uma vez que a luteína e a EGCG apresentam coloração alaranjada e amarelo claro, respectivamente.

As médias dos valores de carotenóides, nos diferentes tratamentos para cada tempo de armazenamento, em dias, estão apresentadas na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 - Médias de carotenóides totais, referentes aos sucos mistos, em diferentes tratamentos, para cada tempo de armazenamento, em dias.

Tratamento	Tempo (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
Suco Controle	1,39 <sup>c</sup>	1,25 <sup>b</sup>	1,30 <sup>b</sup>	1,21 <sup>b</sup>	1,25 <sup>b</sup>	1,21 <sup>b</sup>	1,17 <sup>b</sup>
Suco adicionado de luteína	2,12 <sup>b</sup>	2,11 <sup>a</sup>	1,88 <sup>a</sup>	2,16 <sup>a</sup>	1,88 <sup>a</sup>	2,198 <sup>a</sup>	1,72 <sup>a</sup>
Suco adicionado de epigallocatequina galato (EGCG)	1,39 <sup>c</sup>	1,35 <sup>b</sup>	1,34 <sup>b</sup>	1,22 <sup>b</sup>	1,17 <sup>b</sup>	1,320 <sup>b</sup>	1,27 <sup>b</sup>
Suco adicionado de luteína/EGCG	2,69 <sup>a</sup>	2,14 <sup>a</sup>	1,91 <sup>a</sup>	2,15 <sup>a</sup>	2,03 <sup>a</sup>	2,243 <sup>a</sup>	1,81 <sup>a</sup>

\*Para cada tempo de armazenamento, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No tempo zero de armazenamento, os sucos, controle e adicionado de EGCG, diferiram significativamente dos sucos adicionado de luteína e adicionado de luteína/ EGCG, mas não diferiram entre si, apresentando as menores concentrações. Os sucos adicionado de luteína e adicionado de luteína/ EGCG diferiram entre si.

Foi observado que nos tempos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de armazenamento os sucos, controle e adicionado de EGCG, continuaram apresentando os menores valores e não diferindo significativamente entre si, mas diferindo dos sucos adicionado de luteína e adicionado de luteína/EGCG, estes, por sua vez, não apresentaram diferença significativa entre si.

A razão pela qual os sucos adicionado de luteína e adicionado de luteína/EGCG terem apresentado maiores valores, pode ser explicado pelo fato da luteína ser um carotenóide.

### **3.1-Análises Microbiológicas**

Os sucos foram submetidos à análise de contaminação microbiológica, por meio do teste de esterilidade comercial, que foi realizado no tempo zero. Constatou-se que o tratamento térmico a 90 °C/60 s, somado à adição de conservantes foram suficientes para diminuir a contaminação microbiana, já que as garrafas estocadas a 35 °C por 10 dias em estufas B.O.D. permaneceram inalteradas.

Em decorrência de suas propriedades físicas e químicas, os sucos e produtos à base de frutas, em geral, apresentam-se como um ecossistema bastante particular. Por causa da composição rica em ácidos orgânicos, usualmente apresentam valores de pH baixos. Além dos ácidos orgânicos, que influenciam fortemente o pH, o conteúdo de carboidratos é elevado e constituído por glicose, frutose, pentoses e pectinas (UBOLDI EIROA, 1989).

Além dessas propriedades, há também a presença de conservantes químicos adicionados e, devido à junção dessas propriedades, os sucos de frutas permitem apenas o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes. A atividade de água é outro parâmetro que influencia fundamentalmente na conservação dos sucos de frutas e de produtos afins e pode atingir valores baixos em sucos concentrados (JAY e ANDERSON, 2001; UBOLDI EIROA, 1989).

### **4-CONCLUSÃO**

Na etapa de estudo do efeito dos tratamentos e do tempo de armazenamento na vida de prateleira dos sucos mistos, concluiu-se que:

- Os valores de pH, acidez titulável, relação SST/ ATT e carotenóides, apresentaram pequena variação ao longo do tempo de armazenamento.
- Não verificou efeito de tempo para: sólidos solúveis totais, açúcares totais e viscosidade.
- Os teores de açúcares redutores aumentaram com o tempo de armazenagem.

- Com relação ao teor de vitamina C verificou-se uma diminuição com o decorrer do tempo, em todos os tratamentos.
- Os sucos adicionados de luteína e de luteína/EGCG foram os que apresentaram maior teor de carotenóides.
- Os valores de L\*, a\* e b\* diminuíram com o tempo de armazenamento e a diferença total de cor aumentou.
- A aceitabilidade sensorial e a intenção de compra não foram influenciadas pelo tempo de armazenamento, sendo todas as formulações aceitas.
- O tratamento térmico de 90 °C/60 s, juntamente com a adição de benzoato de sódio e metabissulfito foram eficazes na garantia da estabilidade microbiológica dos sucos.

## 5- REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW. Lutein and Zeaxanthin – Monograph. **Alternative Medicine Review**, v.10, n.2, p.128-135, 2005.

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-157, 2004

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. In \_\_\_\_\_ Fruits juices. 16<sup>th</sup> edition, vol.II, Maryland:AOACInternational, 1997. p 37.1-23

APHA-AMERICAM PUBLIC HEALTH. **Compendium of methods of the microbiological examination of foods**. 3<sup>rd</sup> . ed. London, APHA, 1992.

BARNABÉ, D.; VENTURINI FILHO, W. G. Características Físico-Químicas e Sensoriais de Refrigerantes de Acerola Produzidos a partir de Suco Desidratado e Extrato Seco da Fruta. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.7, n.1, p.69-76, 2004

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUMS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. Campinas, Editora da UNICAMP, 1995. 299p.

BATES, R.P.; MORRIS, J.R.; CRANDALL, P.G. **Principles and practices of small-and medium-scale fruit juice processing**. FAO Agricultural Services Bulletin, 146. Food Science and Human Nutrition Department. University of Florida, 2001. Disponível em: [www.fao.org](http://www.fao.org). Acesso em 16/05/2009

BRASIL. Instrução Normativa nº 12 de 04 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical; e os Padrões de Identidade e Qualidade para Néctares. **Diário Oficial da União**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2003

BRASIL. Decreto nº 2.314 de 5 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 1997.

CAMARGO, G.A., et al. Bebidas naturais de frutas: perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **BioEng**. v. 1, n. 2, p. 181-195, 2007.

CAMPOS, F. M. **Avaliação de práticas de manipulação de hortaliças visando a preservação de vitamina C e carotenóides**. 2006.92f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

CARVALHO, P.G.B., et al. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 397-404. 2006.

FREITAS, C.A.S.; MAIA, G.A.; COSTA, J.M.C. et al. Estabilidade do suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* d.c.) adoçado envasado pelos processos hot-fill e asséptico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 544-549. 2006.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A.; FERREIRA, D. C. **Otimização da formulação de néctar misto de frutas tropicais através de Metodologia de Superfície de Resposta**. In: XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002, Porto Alegre - RS. Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Porto Alegre : SBCTA, 2002. p. 1532-1535.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. v. 1, 3<sup>a</sup>. Ed. São Paulo, 2005. 533p.

JAY, S.; ANDERSON, J. Fruit juice and related products. In: **Spoilage of processed foods: causes and diagnosis**. MOIR, C.J.; ANDREWS-KABILAFKAS; ARNOLD, G. COX, B.M.; HOCKING, A.D.; JENSEN, I. AIFST. Inc. (NSW Branch), Food Microbiology group, 2001. p.187-198.

KRINSKY, N. I.; LANDRUM, J.T.; BONE, R. A. Biologic mechanisms of the protective role of lutein and zeaxanthin in the eye. **Annual Review Nutrition**, v. 23, p. 171-201, 2003.

KRINSKY, N.I., JOHNSON E. J. Carotenoid Actions and their Relation to Health and Disease. **Molecular Aspects of Medicine**, v.26, n.6, p.459-516, 2005.

LANGDON, T. T. Preventing of browning in fresh prepared potatoes without the use of sulfiting agents. **Food Technology**, v. 41, n. 64, p. 66-67, 1987.

LEE, H. S., COATES, G.A. Effect of thermal pasteurization on Valencia orange juice color and pigments **Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie**. v.36, p.153-156, 2003.

LIMA, A. S., et al. Desenvolvimento de bebida mista à base de água de coco e suco de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 683-690, 2008.

MAGALHÃES, E.F., et al. Estabilidade do suco tropical de manga (*Mangifera indica* L.) envasado pelos processos *hot fill* e asséptico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 77-84, 2008.

MATTIETTO, R.A.; LOPES, A.S.; MENEZES, H.C. Estabilidade do néctar misto de cajá e umbu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 456-463, 2007.

MELLENDEZ-MARTINEZ, A.J.; VICARIO, I.M.; HEREDIA, F.J. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. **Archivos latinoamericanos de nutrición**. v.54, n.2, p.209-215, 2004.

MONTEIRO, C.B.L. **Técnicas de avaliação sensorial**. 2. Ed. Curitiba: UFPR/CEPPA, 1984. 101p.

MORAES, M.A.C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. 6 ed. Campinas: UNICAMP, 1988.

PEREIRA, A.S. **Teores de carotenóides em cenoura (*Daucus carota* L.) e sua relação com a coloração das raízes**. 2002. 128f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

RAIMUNDO, E., et al. Cor, viscosidade e bactérias lácticas em suco de laranja pasteurizado e submetido ao efeito da luz durante o armazenamento. **Alimentos e Nutrição**, v.18, n.4, p. 449-456, 2007.

SHAW, P.E. Self-life and aging of citrus juice, juice drinks and related soft drinks. In: Redd, J.B.; Shaw, P.E.; Hendrix, Jr.C.M. **Quality control manual for citrus processing plants**. 173-199. Florida, Auburndade, Agscience, 1992

SILVA, F.V.G., et al. Avaliação da estabilidade de bebida mista elaborada com água de coco e suco de maracujá. **Acta Scientiarum. Technology**. v. 28, n. 2, p. 191-197., 2006.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 2ºed. São Paulo: Livraria Varela, 2001, 229p.

SILVA, D.S. **Estabilidade do suco tropical de goiaba (*Psidium guajava* L.) não adoçado obtido pelos processos de enchimento a quente e asséptico**. 2007. 98f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

STRINGHETA, P.C.; NACHTIGALL, A.M.; OLIVEIRA, T.T.; RAMOS A.M.; SANT'ANA, H.M.P.; GONÇALVES, M.P.J.C. Luteína: propriedades antioxidantes e benefícios à saúde. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n.2, p.229-238, 2006.

TEIXEIRA, L.J.Q. **Aplicação de campos elétricos pulsados de alta intensidade no processamento de suco de cenoura**. 2008. 149f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

THÉ, P. M. P., et al.. Efeito da temperatura de armazenamento e do estágio de maturação sobre a composição química do abacaxi cv. *Smooth cayenne* L.. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.2, p.356-363, 2001.

TORREGROSA, F., et al. Effect of high-intensity electric fields processing and conventional heat treatment on Orange-carrot juice carotenoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.53, n.4, p. 9519-9525, 2006.

UBOLDI EIROA, M.N.. Microorganismos deteriorantes de sucos de frutas e medidas de controle. **Boletim do SBCTA**, v 23 n 3/4, p. 141-160, jul./dez. 1989.

YAMASHITA, F., et al.. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.13, n.1, p.92-94, 2003.

## CAPÍTULO 4

### PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE SUCO MISTO DE MANGA, GOIABA E ACEROLA ADICIONADOS DE FITOQUÍMICOS.

#### 1. INTRODUÇÃO

A preocupação das pessoas com a saúde tem elevado o consumo de frutas e de seus derivados nos últimos anos, pois cada vez mais, estudos têm demonstrado que o consumo regular de frutas é um grande aliado na redução do risco de desenvolvimento de diversas doenças, uma vez que são ricas em vitaminas, carotenóides, compostos fenólicos e outros componentes importantes.

No setor de bebidas, destaca-se o mercado crescente para sucos ou néctares mistos compostos principalmente de frutas tropicais. Outra tendência é a adição de fitoquímicos com alegações funcionais, visando à elaboração de uma bebida de frutas com efeitos benéficos à saúde. Porém, estas combinações geram produtos com comportamento reológico ainda não descrito na literatura, necessitando assim de estudos nesta área.

O comportamento reológico dos sucos é influenciado pela sua composição tanto quantitativa quanto qualitativa (como exemplo, teor de pectina e de sólidos suspensos) e, por conseqüência, dependerá do tipo de fruta e dos tratamentos realizados no seu processo de elaboração (PELEGRINE; VIDAL; GASPARETTO, 2000). Deste modo para se obter um produto de qualidade as indústrias devem respeitar as características de cada fruta.

Segundo Vidal; Pelegrine; Gasparetto (2004) a inexistência de dados reológicos sobre os sucos de frutas tropicais na literatura tem levado a indústria nacional a utilizar no processo de fabricação destes sucos, condições semelhantes às aplicadas na produção do suco de laranja. Todavia, por terem propriedades diferentes, os resultados não atingem o mesmo nível de qualidade. A crescente necessidade e procura dos parâmetros reológicos para os diversos fluidos manipulados nas indústrias de processamento está ligada também a grande importância econômica que estes fluidos e equipamentos de manipulação representam atualmente.

O conhecimento do comportamento reológico de alimentos fluidos é essencial para o projeto de equipamentos de processamento de alimentos, além de ser um parâmetro de grande importância para controle de qualidade, aceitabilidade dos consumidores, desenvolvimento de novos produtos e na determinação da sua vida-de-prateleira (LEITE et al., 2004; RAMOS, 1997; RODRIGUES; GOZZO; MORETTI, 2003). Para compreender o comportamento de fluidos não-newtonianos, que relacionam os dados de tensão de cisalhamento com a taxa de deformação, são utilizados alguns modelos matemáticos como: Ostwald-de-Waele, Herschel-Bulkley e Casson, representados pelas equações 4.1, 4.2, e 4.3, respectivamente (SILVA; GUIMARÃES; GASPARETTO, 2005):

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n \quad (4.1)$$

Em que:  $\tau$  é a tensão de cisalhamento (Pa);  $\dot{\gamma}$  é a taxa de deformação ( $s^{-1}$ ); K o índice de consistência ( $Pa \cdot s^n$ ) e n o índice de comportamento ao escoamento (adimensional)

$$\tau = \tau_0 + K_H (\dot{\gamma})^{n_H} \quad (4.2)$$

Em que:  $\tau$  representa tensão de cisalhamento (Pa);  $\dot{\gamma}$  é a taxa de deformação ( $s^{-1}$ );  $K_H$  o índice de consistência ( $Pa \cdot s^n$ );  $n_H$  o índice de comportamento ao escoamento (adimensional) e  $\tau_0$  representa tensão inicial (Pa).

$$\tau^{0,5} = K_{oc} + K_c (\dot{\gamma})^{0,5} \quad (4.3)$$

Em que:  $\tau$  representa tensão de cisalhamento;  $\dot{\gamma}$  é a taxa de deformação ( $s^{-1}$ );  $K_{oc}$  a tensão inicial (Pa) e  $K_c$  o índice de consistência ( $Pa \cdot s^{0,5}$ ).

Os modelos reológicos são usados para uma melhor descrição do comportamento reológico dos fluidos, permitindo relacionar as propriedades reológicas com grandezas práticas, como concentração, temperatura e índice de maturação (BRANCO; TELIS; GASPARETO, 1995).

Considerando-se que os alimentos fluidos durante o seu processamento são submetidos constantemente a mudanças de temperatura, como por exemplo, temperaturas de pasteurização e resfriamento, torna-se importante conhecer suas propriedades reológicas em função da temperatura.

O efeito da temperatura sobre a viscosidade aparente pode ser descrito mediante uma equação análoga à de Arrhenius:

$$\eta_a = \eta_0 \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right) \quad (4.4)$$

Em que:  $\eta_a$  é a viscosidade aparente (Pa.s),  $\eta_0$  é uma constante (Pa.s),  $E_a$  é a energia de ativação para escoamento viscoso ( $\text{kJ.gmol}^{-1}$ ),  $R$  é a constante dos gases ( $8,314 \text{ J.gmol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ) e  $T$  é a temperatura absoluta (K).

A equação de Arrhenius indica a tendência de diminuição da viscosidade aparente com o aumento da temperatura. De um modo geral, quanto maior for a energia de ativação, maior será o efeito da temperatura sobre a viscosidade (RAO, 1986). A equação 4.4 pode ser linearizada tornando-se equivalente à equação de uma reta, da seguinte maneira:

$$\ln \eta = \ln \eta_0 + \frac{E_a}{R} \cdot \left(\frac{1}{T}\right) \quad (4.5)$$

onde o coeficiente angular é dado por  $\frac{E_a}{R}$  e o coeficiente linear é dado por  $\ln \eta_0$ .

Para fluidos não-newtonianos cujo comportamento reológico pode ser descrito pelo modelo de Ostwald-de-Waele, a viscosidade aparente é determinada pela seguinte equação:

$$\eta_a = K \cdot \dot{\gamma}^{(n-1)} \quad (4.6)$$

O objetivo deste trabalho foi estudar as propriedades reológicas de suco misto de manga, goiaba e acerola adicionado de fitoquímicos em sete temperaturas e estudar o efeito da temperatura na viscosidade aparente.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração dos sucos foram utilizadas polpas pasteurizadas e congeladas de acerola e goiaba provenientes da Bela Ischia Ind. e Com. de Polpa e Fruta Congelada Ltda. e polpa de manga pasteurizada da variedade Ubá, comercializada pela Agrofruit Internacional do Brasil Ltda. Os fitoquímicos utilizados foram epigalocatequina galato e luteína, provenientes da empresa DSM Nutritional Products. Para sua conservação foram

utilizados benzoato de sódio (260 mg/L) e metabissulfito de sódio (40 mg SO<sub>2</sub>/L). O teor de sólidos solúveis totais foi fixado em 11° Brix e o teor da mistura de polpas, em 35%.

Foram utilizados 13,65% de polpa de manga, 18,20% de polpa de goiaba e 3,15% de polpa de acerola, sendo estas proporções escolhidas por meio de testes de aceitação, dentre 10 tratamentos obtidos de um delineamento simplex de misturas (BARROS NETO et al., 1995), no capítulo 1.

As polpas foram pesadas e homogeneizadas juntamente com água mineral, sacarose comercial e adicionados os fitoquímicos luteína e epigallocatequina galato em quantidades apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Concentrações dos fitoquímicos, luteína e epigallocatequina galato (EGCG), nos sucos mistos.

Formulações	Concentração dos fitoquímicos	
	Luteína (mg/L)	EGCG (mg/L)
Suco Controle	---	---
Suco adicionado de luteína	14	---
Suco adicionado de EGCG	---	125,02
Suco adicionado de luteína/EGCG	14	109,98

A concentração da luteína foi determinada com base na faixa recomendada pela literatura (6-30 mg/dia) (ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW, 2005; KRINSKY et al., 2003; KRINSKY e JOHNSON, 2005) e as concentrações da epigallocatequina galato segundo recomendação dos fornecedores (18,8-28,2 mg/200 mL). Para cada formulação foram feitas três repetições. A pasteurização dos sucos foi realizada a uma temperatura de 90°C/60s e após o envase à quente em garrafas de vidro com tampas plásticas rosqueáveis com capacidade para 318 mL e resfriamento em água corrente, os sucos foram armazenados a temperatura ambiente (27±2) °C.

As leituras para determinação das medidas reológicas foram realizadas em um reômetro de cilindros concêntricos tipo Searle, marca Brookfield, utilizando-se o sensor DG DIN para todas as amostras. As medidas reológicas foram realizadas às temperaturas de 10, 20, 30, 40, 50,

60 e 70°C. O tempo de corrida, para cada ensaio foi programado para 2 minutos (corrida ascendente), com taxa de deformação variando de 0 s<sup>-1</sup> até 800 s<sup>-1</sup>, obtendo 24 pontos de taxa de deformação *versus* tensão de cisalhamento. As leituras, de cada repetição dos sucos, foram realizadas em duplicata.

A viscosidade aparente foi calculada utilizando a equação 4.6 e com base em uma taxa de deformação de 100s<sup>-1</sup>, valor característico de diversos processos aplicados a alimentos (SATO e CUNHA, 2007).

Os valores experimentais de tensão de cisalhamento e da taxa de deformação foram ajustados pelos modelos de Ostwald-de-Waele (Lei da Potência), Casson e Herschel-Bulkley.

Os dados experimentais foram processados utilizando o Programa SAS<sup>®</sup> licenciado pela UFV. Para o ajuste dos modelos foram determinados dois parâmetros estatísticos: coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e quadrado médio do erro (QME).

### **3. RESULTADO E DISCUSSÃO**

#### **3.1-Comportamento reológico**

Nas Tabelas de 4.2 a 4.4, têm-se os parâmetros dos três modelos utilizados para os ajustes dos dados experimentais e os respectivos índices de ajuste.

Ao analisar as Tabelas (4.2, 4.3 e 4.4), observou-se que os três modelos apresentaram altos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>≥0,978), indicando que qualquer um deles pode ser utilizado para descrever o comportamento reológico dos sucos em estudo. Constatou-se também que a adição dos fitoquímicos não alterou os parâmetros reológicos dos sucos.

Analisando os modelos de Ostwald-de-Waele e Herschel-Bulkley verificou-se, que os valores de *n* e *n<sub>H</sub>* (índices de comportamento do escoamento) foram menores que a unidade, indicando comportamento pseudoplástico do fluido e quanto mais afastado da unidade maior a pseudoplasticidade do produto. Não foi observada uma influência marcante do aumento da temperatura nos valores de *n* e *n<sub>H</sub>*, pois se mantiveram praticamente constantes.

Os valores de  $n$  e  $n_H$  encontrados neste trabalho estão próximos dos valores apresentados por Vandresen et al. (2008) ao estudarem o efeito da temperatura no comportamento reológico de suco de cenoura pasteurizado.

Nos sucos os índices de consistência,  $K$ ,  $K_C$  e  $K_H$ , de um modo geral, decresceram com o aumento de temperatura. Este comportamento, também, foi observado por Silva; Guimarães; Gasparetto (2005) ao analisarem o efeito da temperatura nos parâmetros reológicos de suco de acerola e por Cabral; Queiroz; Figueirêdo (2002) ao estudarem o comportamento reológico da polpa de cupuaçu peneirada.

Com relação à tensão inicial ( $\tau_0$ ) não foi possível observar um comportamento frente ao aumento da temperatura. No entanto verifica-se valores muito baixos ( $\tau_0$  médio de 0,400 Pa) para os modelos de Herschel-Bulkley e Casson, podendo ser indicação de que o modelo de Ostwald-de-Waele é o mais adequado para descrever o comportamento reológico, destes produtos.

Tabela 4.2 - Parâmetros do modelo de Ostwald-de-Waele para os diferentes sucos.

T (°C)		Suco controle	Suco adicionado de luteína	Suco adicionado EGCG	Suco adicionado luteína/EGCG
10	K(Pa.s <sup>n</sup> )	0,100±0,005	0,074±0,003	0,068±0,005	0,061± 0,002
	n	0,637±0,009	0,681±0,007	0,692±0,011	0,705±0,006
	QME	0,0076	0,0046	0,0104	0,0033
	R <sup>2</sup>	0,998	0,999	0,997	0,999
20	K(Pa.s <sup>n</sup> )	0,070±0,004	0,076±0,004	0,067±0,005	0,056±0,004
	n	0,660±0,010	0,648±0,008	0,666±0,013	0,684±0,012
	QME	0,0063	0,0042	0,0102	0,0075
	R <sup>2</sup>	0,997	0,998	0,995	0,996
30	K(Pa.s <sup>n</sup> )	0,029±0,001	0,083±0,009	0,085±0,006	0,070±0,007
	n	0,754±0,006	0,612±0,017	0,607±0,012	0,624±0,017
	QME	0,0013	0,0153	0,0072	0,0124
	R <sup>2</sup>	0,999	0,990	0,995	0,990
40	K(Pa.s <sup>n</sup> )	0,047±0,003	0,045±0,003	0,064±0,009	0,056±0,004
	n	0,664±0,009	0,663±0,012	0,612±0,022	0,632±0,013
	QME	0,0024	0,0039	0,0156	0,0050
	R <sup>2</sup>	0,998	0,996	0,982	0,994
50	K(Pa.s <sup>n</sup> )	0,036±0,003	0,058±0,067	0,060±0,007	0,038±0,003
	n	0,665±0,013	0,606±0,018	0,598±0,019	0,666±0,011
	QME	0,0029	0,0083	0,0088	0,0026
	R <sup>2</sup>	0,995	0,987	0,986	0,996
60	K(Pa.s <sup>n</sup> )	0,045±0,005	0,056±0,004	0,043±0,004	0,058±0,006
	n	0,613±0,016	0,589±0,012	0,639±0,014	0,587±0,017
	QME	0,0029	0,0029	0,0038	0,0055
	R <sup>2</sup>	0,991	0,994	0,994	0,989
70	K(Pa.s <sup>n</sup> )	0,066±0,006	0,078±0,007	0,073±0,010	0,055±0,005
	n	0,551±0,015	0,525±0,014	0,541±0,021	0,573±0,015
	QME	0,0040	0,0035	0,0086	0,0036
	R <sup>2</sup>	0,989	0,990	0,978	0,990

Tabela 4.3 - Parâmetros do modelo de Herschel-Bulkley para os diferentes sucos.

T (°C)		Suco controle	Suco adicionado de luteína	Suco adicionado de EGCG	Suco adicionado de luteína/EGCG
10	$K_H$ (Pa.s <sup>n</sup> )	0,049±0,007	0,042±0,005	0,028±0,004	0,036±0,003
	$\eta_H$	0,735±0,020	0,756±0,015	0,816±0,020	0,779±0,010
	$\tau_0$ (Pa)	0,511±0,085	0,367±0,064	0,556±0,072	0,333±0,040
	QME	0,0033	0,0020	0,0031	0,0009
	R <sup>2</sup>	0,999	0,999	0,999	0,100
20	$K_H$ (Pa.s <sup>n</sup> )	0,035±0,006	0,037±0,004	0,025±0,005	0,020±0,003
	$\eta_H$	0,754±0,025	0,747±0,014	0,802±0,028	0,825±0,020
	$\tau_0$ (Pa)	0,382±0,086	0,411±0,050	0,523±0,009	0,488±0,056
	QME	0,0036	0,0012	0,0044	0,0020
	R <sup>2</sup>	0,998	0,999	0,998	0,999
30	$K_H$ (Pa.s <sup>n</sup> )	0,018±0,001	0,013±0,002	0,033±0,007	0,012±0,002
	$\eta_H$	0,816±0,012	0,870±0,020	0,734±0,030	0,863±0,026
	$\tau_0$ (Pa)	0,173±0,028	0,806±0,045	0,471±0,090	0,690±0,053
	QME	0,0005	0,0014	0,0037	0,0020
	R <sup>2</sup>	0,100	0,999	0,997	0,998
40	$K_H$ (Pa.s <sup>n</sup> )	0,022±0,002	0,018±0,004	0,006±0,001	0,015±0,002
	$\eta_H$	0,769±0,016	0,790±0,028	0,945±0,032	0,816±0,018
	$\tau_0$ (Pa)	0,289±0,037	0,323±0,059	0,745±0,047	0,465±0,035
	QME	0,0024	0,0019	0,0020	0,0008
	R <sup>2</sup>	0,998	0,998	0,998	0,999
50	$K_H$ (Pa.s <sup>n</sup> )	0,012±0,002	0,008±0,002	0,009±0,002	0,013±0,001
	$\eta_H$	0,821±0,023	0,875±0,031	0,863±0,040	0,817±0,013
	$\tau_0$ (Pa)	0,312±0,037	0,561±0,045	0,556±0,058	0,323±0,023
	QME	0,0008	0,0015	0,0024	0,0003
	R <sup>2</sup>	0,999	0,998	0,996	0,100
60	$K_H$ (Pa.s <sup>n</sup> )	0,007±0,001	0,015±0,003	0,010±0,001	0,013±0,004
	$\eta_H$	0,863±0,020	0,765±0,025	0,842±0,015	0,792±0,045
	$\tau_0$ (Pa)	0,432±0,024	0,364±0,039	0,403±0,023	0,423±0,068
	QME	0,0004	0,0008	0,0003	0,0026
	R <sup>2</sup>	0,999	0,998	0,999	0,995
70	$K_H$ (Pa.s <sup>n</sup> )	0,011±0,002	0,013±0,002	0,005±0,001	0,009±0,002
	$\eta_H$	0,795±0,031	0,764±0,023	0,908±0,043	0,815±0,026
	$\tau_0$ (Pa)	0,456±0,040	0,472±0,031	0,623±0,045	0,418±0,032
	QME	0,0009	0,0005	0,0016	0,0006
	R <sup>2</sup>	0,998	0,999	0,996	0,998

Tabela 4.4 - Parâmetros do modelo de Casson para os diferentes sucos.

T (°C)		Suco controle	Suco adicionado de luteína	Suco adicionado de EGCG	Suco adicionado luteína/EGCG
10	$K_{oc}$ (Pa)	0,690±0,025	0,599±0,021	0,582±0,021	0,546±0,018
	$K_c$ (Pa.s <sup>0,5</sup> )	0,071±0,001	0,073±0,001	0,074±0,001	0,074±0,001
	QME	0,0157	0,0098	0,0094	0,0066
	R <sup>2</sup>	0,996	0,997	0,998	0,998
20	$K_{oc}$ (Pa)	0,581±0,023	0,605±0,021	0,576±0,023	0,527±0,019
	$K_c$ (Pa.s <sup>0,5</sup> )	0,065±0,001	0,065±0,001	0,065±0,001	0,064±0,001
	QME	0,0100	0,0091	0,0102	0,0060
	R <sup>2</sup>	0,996	0,997	0,996	0,997
30	$K_{oc}$ (Pa)	0,367±0,012	0,626±0,024	0,627±0,026	0,582±0,023
	$K_c$ (Pa.s <sup>0,5</sup> )	0,062±0,001	0,058±0,001	0,057±0,001	0,056±0,001
	QME	0,0019	0,010	0,0121	0,0086
	R <sup>2</sup>	0,999	0,994	0,993	0,995
40	$K_{oc}$ (Pa)	0,479±0,017	0,469±0,018	0,555±0,026	0,518±0,018
	$K_c$ (Pa.s <sup>0,5</sup> )	0,054±0,001	0,053±0,001	0,051±0,001	0,052±0,001
	QME	0,0037	0,004	0,0093	0,0042
	R <sup>2</sup>	0,997	0,996	0,992	0,996
50	$K_{oc}$ (Pa)	0,423±0,015	0,520±0,022	0,528±0,024	0,435±0,014
	$K_c$ (Pa.s <sup>0,5</sup> )	0,048±0,001	0,047±0,001	0,046±0,001	0,049±0,001
	QME	0,0023	0,0058	0,0068	0,0021
	R <sup>2</sup>	0,997	0,993	0,991	0,998
60	$K_{oc}$ (Pa)	0,463±0,017	0,500±0,019	0,459±0,015	0,511±0,023
	$K_c$ (Pa.s <sup>0,5</sup> )	0,043±0,001	0,043±0,001	0,047±0,001	0,043±0,001
	QME	0,0029	0,0038	0,0026	0,0058
	R <sup>2</sup>	0,995	0,994	0,996	0,991
70	$K_{oc}$ (Pa)	0,526±0,021	0,556±0,022	0,549±0,025	0,490±0,019
	$K_c$ (Pa.s <sup>0,5</sup> )	0,039±0,001	0,038±0,001	0,040±0,001	0,039±0,001
	QME	0,0047	0,0054	0,0070	0,0035
	R <sup>2</sup>	0,990	0,989	0,986	0,992

Para construir os reogramas foi escolhido modelo de Ostwald-de-Waele, pois é um modelo simples e de ampla aplicação tecnológica (BRANCO e GASPARETTO, 2003), além de ser bastante utilizado para descrever o comportamento reológico de sucos e néctares.

Os reogramas (Figuras 4.1 a 4.4) apresentam os pontos experimentais observados (obs) juntamente com as curvas de ajuste estimadas (est) pelo modelo de Ostwald-de-Waele para cada temperatura, representando tensão de cisalhamento *versus* taxa de deformação.

Observou-se, nas Figuras, um comportamento não-newtoniano em virtude da não linearidade entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação. Verificou-se também a redução nas viscosidades aparentes com o aumento da temperatura, confirmando a pseudoplasticidade dos sucos ( $n < 1$ ). Uma redução mínima da viscosidade aparente, tendendo-se a estabilidade, foi observada nas temperaturas de 60°C e 70°C para os sucos controle e adicionado de luteína e a partir da temperatura de 50°C para os sucos adicionados de epigalocatequina galato e luteína/ epigalocatequina galato.

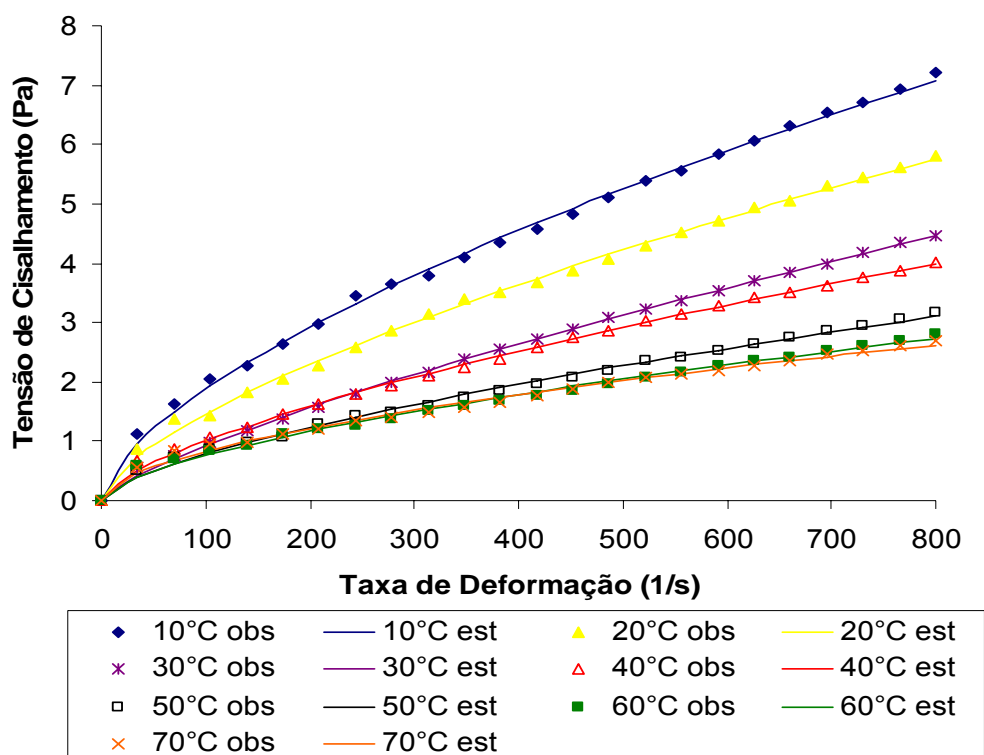


Figura 4.1- Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waele para o suco controle.

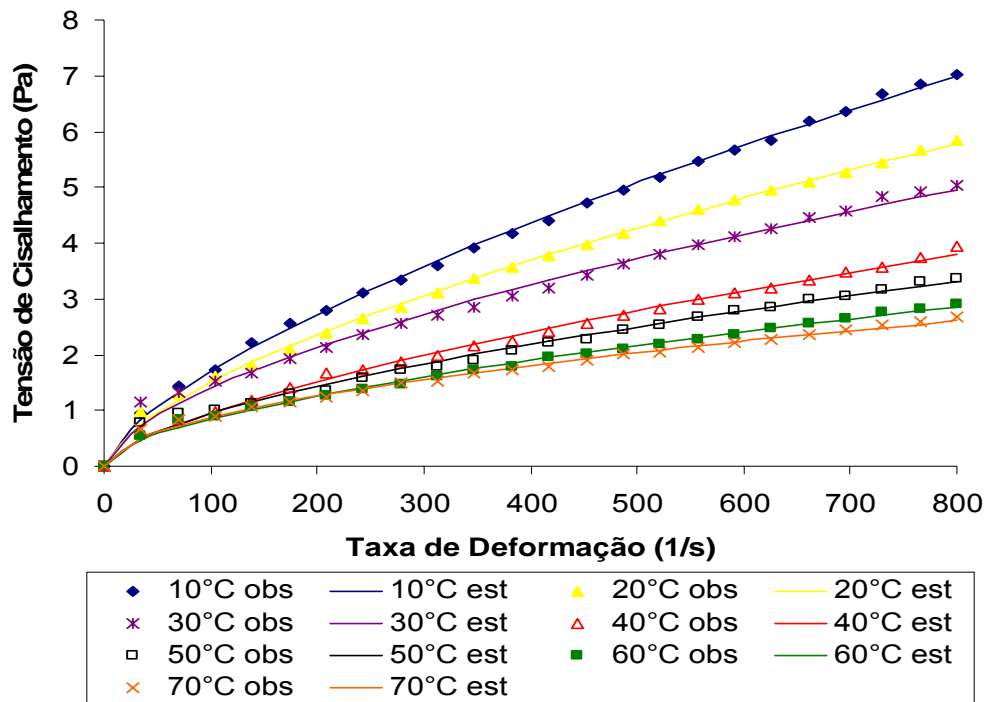


Figura 4.2 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waele para o suco adicionado de luteína.

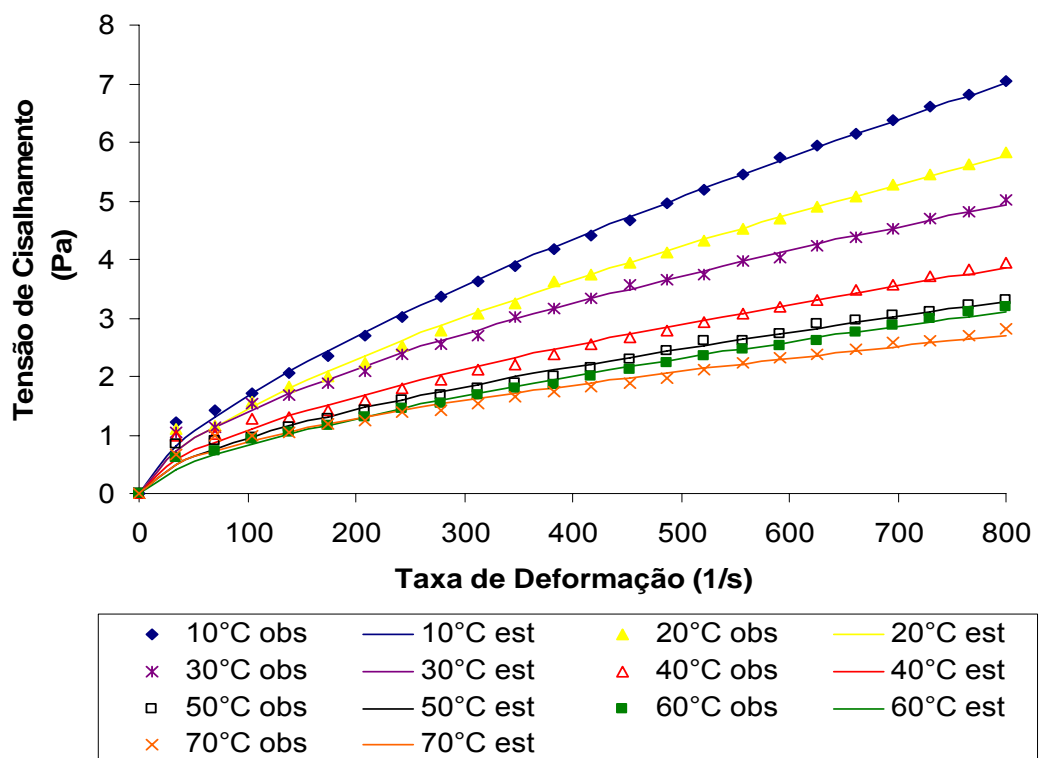


Figura 4.3 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waele para o suco adicionado de epigallocatequina galato (EGCG)

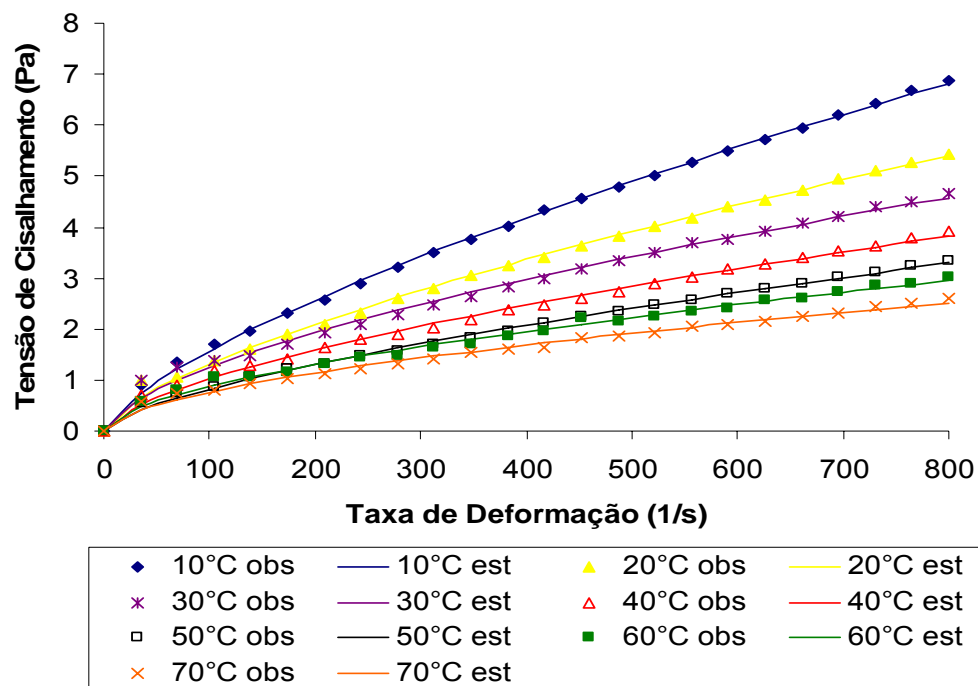


Figura 4.4 - Relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação com ajuste pelo modelo de Ostwald-de-Waele para o suco adicionado de luteína epigalocatequina galato (EGCG)

### 3.2- Efeito da Temperatura

Os valores de  $\eta_0$  (constante) e  $E_a$  (energia de ativação) foram obtidos por meio da utilização da equação de Arrhenius linearizada (equação 4.5), mediante uma regressão linear. Os valores estão representados na Tabela 4.5, juntamente com seus respectivos índices de ajustes estatísticos.

Tabela 4.5 - Parâmetros estimados pelo ajuste do modelo de Arrhenius com base na viscosidade aparente ( $100s^{-1}$ ).

Formulações	Parâmetros estimados			
	$\eta_0$ (Pa.s)	$E_a$ (kJ.gmol <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	QME
Suco controle	1,14876x10 <sup>-4</sup>	11,66314	0,770	0,0271
Suco adicionado de luteína	2,11601x 10 <sup>-4</sup>	10,31622	0,886	0,0096
Suco adicionado de epigalocatequina galato (EGCG)	2,52646x10 <sup>-4</sup>	9,86085	0,919	0,0060
Suco adicionado de luteína + EGCG	2,40228x10 <sup>-4</sup>	9,79816	0,939	0,0044

A Figura 4.5 representa a variação da viscosidade aparente com o inverso da temperatura, onde estão plotados os pontos experimentais observados (obs) e a reta estimada pela equação de Arrhenius linearizada.

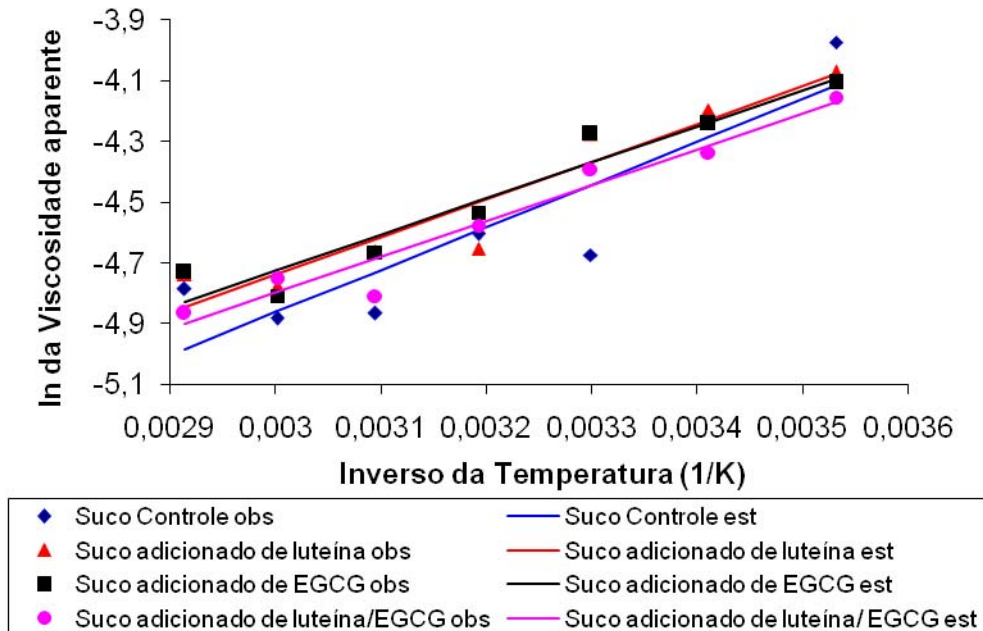


Figura 4.5 - Efeito da temperatura sobre a viscosidade aparente dos sucos, segundo a equação de Arrhenius linearizada.

Na Figura 4.5, observa-se uma tendência geral de diminuição da viscosidade aparente com o aumento da temperatura como indica a equação do tipo Arrhenius. De acordo com Barbosa-Cánovas et al. (1993) a viscosidade de um fluido está relacionada com forças intermoleculares que impedem o movimento das moléculas e estas forças dependem da extensão dos espaços intermoleculares que determinam seu volume livre e são influenciadas por mudanças de temperatura e pressão.

#### 4- CONCLUSÃO

- Os sucos mistos podem ser descritos pelos três modelos (Ostwald-de-Waele, Casson e Herschel-Bulkley);
- O modelo de Ostwald-de-Waele descreve de forma mais adequada o comportamento reológico, destes produtos.
- Os valores dos índices de comportamento do escoamento ( $n$  e  $nH$ ) foram menores que a unidade, caracterizando os

sucos como um fluido não-newtoniano, com características pseudoplásticas;

- Não foi observado uma influência marcante do aumento da temperatura nos valores de  $n$  e  $nH$ ;
- Os valores dos índices de consistência,  $K$ ,  $KC$  e  $KH$ , de um modo geral, decresceram com o aumento de temperatura;
- Não foi possível observar um comportamento da tensão inicial frente ao aumento da temperatura.
- Os valores da tensão inicial foram muito pequenos e não são representativos.
- A viscosidade aparente foi correlacionada satisfatoriamente em função da temperatura, mediante equação de Arrhenius;
- A viscosidade aparente diminuiu com o aumento da temperatura;

## 5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW. Lutein and Zeaxanthin – Monograph. Nenhum autor listado. **Alternative Medicine Review**, v.10, n.2, p.128-135, 2005.

BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. IRBAZ, A. PELEG, M.. Propriedades reológicas de alimentos fluidos. **Alimentaria**. p. 36-39.1993.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUMS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. Campinas, Editora da UNICAMP, 1995. 299p.

BRANCO, I. G; TELIS, R. J.; GASPARETO, C. A. **Reologia de suco de laranja concentração a baixas temperaturas**. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS. Campinas-SP: Unicamp. Anais. Valência: UPV,1995.

BRANCO, I. G.; GASPARETTO, C. A. Aplicação da metodologia de superfície de resposta para o estudo do efeito da temperatura sobre o comportamento reológico de misturas ternárias de polpa de manga e sucos de laranja e cenoura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** v. 23, bp. 166-171, 2003.

CABRAL, M.F.P.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F..Comportamento reológico da polpa de cupuaçu (*theobroma grandiflorum schum.*) peneirada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.1, p.37-40, 2002.

KRINSKY, N. I.; LANDRUM, J.T.; BONE, R. A. Biologic mechanisms of the protective role of lutein and zeaxanthin in the eye. **Annual Review Nutrition**, v. 23, p. 171-201, 2003.

KRINSKY, N.I., JOHNSON E. J. Carotenoid Actions and their Relation to Health and Disease. **Molecular Aspects of Medicine**, v.26, n.6, p.459-516, 2005.

LEITE, J.T.C.; PARK, K.J.; RAMALHO, J.R.P.; FURLAN, D.M.. Caracterização reológica das diferentes fases de extrato de inulina de raízes de chicória, obtidas por abaixamento de temperatura. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.1, p.202-210, 2004.

PELEGRINE, D.H.; VIDAL, J.R.M.B.; GASPARETTO, C.A.. Estudo da viscosidade aparente das polpas de manga (Keitt) e abacaxi (Pérola). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, p. 128-131, 2000.

RAMOS, A.M. **Caracterización reológica y Transmisión de calor em derivados de Frutas en el interior de tanques agitados**.1997. 76 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Técnica Superior D'Enginyeria Agrária de LLeida. Universitat de LLeida.1997.

RAO, M.A. Rheological properties of fluid foods. In: RAO, M.A.; RIZVI, S.S.H. **Engineering properties of foods**. New York: MARCEL DEKKER, 1986. Cap. 5, p. 1-47.

RODRIGUES, R.S.; GOZZO, Â.M.; MORETTI, R.H.. Comportamento reológico de extratos de grãos, Farinha integral e isolado protéico de soja. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 367-378, 2003.

SATO, A.C.K.; CUNHA, R.L.. Influência da temperatura no comportamento reológico da polpa de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.4, p. 890-896. 2007.

SILVA, F.C. da; GUIMARAES, D.H.P.; GASPARETTO, C.A.. Reologia do suco de acerola: efeitos da concentração e temperatura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** v. 25, n. 1, p. 121-126, 2005 .

VANDRESEN, S., QUADRI, M.G.N., De SOUZA, J.A.R., HOTZA, D., Temperature effect on the rheological behavior of carrot juices, **Journal of Food Engineering** (2008), doi: 10.1016/j.jfoodeng.2008.11.010

VIDAL, J.R.M.B.; PELEGRINE, D.H.; GASPARETTO, C.A. Efeito da temperatura no comportamento reológico da polpa de manga (*mangífera indica* L-keitt). **Ciência e Tecnologia de Alimento**, v. 24, n.1, p.039-042, 2004

## CAPÍTULO 5

### EFEITO DO CONSUMO DE SUCO MISTO DE MANGA, GOIABA E ACEROLA ADICIONADOS DE FITOQUÍMICOS SOBRE A GLICEMIA DE RATOS DIABÉTICOS.

#### 1-INTRODUÇÃO

Atualmente a busca por alimentos que apresentem propriedades funcionais, além do valor nutricional é uma tendência mundial.

Há 2.500 anos atrás, Hipócrates declarou: “Faça do seu alimento seu medicamento”, mostrando que já associava uma boa alimentação a um bom funcionamento do corpo e a diminuição do risco de desenvolver doenças (PIMENTEL et al., 2005).

Diante deste contexto, têm-se desenvolvido bebidas mistas de frutas adicionadas de fitoquímicos, uma vez que as frutas estão entre os alimentos mais recomendados para auxiliar na obtenção de boa saúde. De acordo com Niizu (2003), a ingestão regular de frutas e de compostos (fitoquímicos) como carotenóides, flavonóides, tem sido associado à diminuição do risco de desenvolver doenças crônicas não transmissíveis.

Segundo Lerco et al. (2003) o Diabetes Mellitus é um problema de saúde pública mundial e que projeções da Organização Mundial de Saúde para 2025 sugerem que o número de pessoas com diabetes no mundo possa chegar a 300 milhões.

O Diabetes *Mellitus* (DM) é uma doença, na qual o organismo não produz insulina ou não consegue utilizá-la adequadamente, caracterizando-se por elevada e mantida hiperglicemia. A insulina é um hormônio, produzido pelas células  $\beta$  localizadas em agrupamentos denominados ilhotas de Langherhans encontrados no pâncreas, que auxilia o organismo no controle glicêmico (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2009).

A importância de novas alternativas para o tratamento do Diabetes *mellitus* está se tornando maior pela difícil terapêutica e elevada morbidade e mortalidade que continuam ocorrendo em pacientes com a forma insulino-dependente, Tipo I (SOARES, 2000). O diabetes Tipo 1 (DM1) é uma

doença auto-imune caracterizada pela destruição das células  $\beta$  das ilhotas de Langerhans, levando á deficiência completa de insulina (GROSS e SILVEIRO, 2002).

De acordo com Reis et al. (2008) o papel do estresse oxidativo nas complicações diabéticas tem sido amplamente estudado, com trabalhos envolvendo bloqueio da via oxidante e terapias antioxidantes.

A principal etiologia para a mortalidade e grande morbidade dos diabéticos é a aterosclerose. A hipótese para a lesão inicial da aterosclerose é a disfunção endotelial, pelo reconhecimento de que o endotélio tem funções importantes na manutenção das características de fluidez do sangue, no equilíbrio entre a coagulação e a fibrinólise, na modulação da inflamação e da agregação plaquetar, na manutenção do tônus vascular e na sua permeabilidade (SENA et al., 2007; WAJCHENBERG, 2002). A disfunção endotelial é caracterizada por redução do vasorrelaxamento dependente do endotélio.

Estudos têm verificado que as substâncias antioxidantes são capazes de reverter à disfunção endotelial provocada pela diabetes associada à dislipidemia. Os mecanismos pelos quais o diabetes contribui para a disfunção endotelial não estão totalmente elucidados, mas é provável que a hiperglicemia seja um insulto importante. De um modo geral, o acentuado aumento do metabolismo da glicose, na hiperglicemia diabética, está associado a uma formação aumentada de radicais livres e nestas condições, haverá o estresse oxidativo que está relacionado ao desenvolvimento das complicações diabéticas (WAJCHENBERG, 2002).

O endotélio tem uma função autócrina/parácrina, reguladora da secreção de múltiplos fatores relaxantes (óxido nítrico / NO e prostaciclina) e constritores (endotelinas). O fator relaxante melhor caracterizado e mais importante é o NO (SENA et al., 2007). De acordo com Wajchenberg (2002), um dos fatores mais significativos da biodisponibilidade do NO é a sua degradação após reação com radicais livres derivados de oxigênio e este mecanismo de inativação do NO é de particular relevância para os pacientes diabéticos, pois em modelos animais de diabetes, a vasodilatação endotélio-dependente pode ser restaurada pelo tratamento com antioxidantes.

Sena et al. (2007) estudaram os efeitos do antioxidante (ácido  $\alpha$ -lipóico) na disfunção endotelial em modelos animais dislipidêmicos com diabetes tipo 2. O ácido  $\alpha$ -lipóico é um antioxidante metabólico com características lipo e hidrossolúveis. É um potente sequestrador de radicais livres e recicla outras vitaminas facilitando a sua função antioxidante. E constataram evidências para a importância do estresse oxidativo na patogênese da disfunção endotelial e para os efeitos benéficos do ácido  $\alpha$ -lipóico como antioxidante e na reversão da hiperlipidemia e da disfunção endotelial associadas à diabetes Tipo 2.

Apesar das inúmeras evidências dos efeitos benéficos de antioxidantes sobre disfunção endotelial associada ao diabetes não foram encontradas pesquisas que abordassem o efeito de sucos de frutas e fitoquímicos, com atividade antioxidante, sobre a glicemia no, diabetes Tipo I.

Portanto o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do consumo de suco misto de manga, goiaba e acerola adicionado dos fitoquímicos, luteína, epigallocatequina galato, e da mistura de ambos sobre a glicemia de ratos portadores de diabetes induzida.

## **2- MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1- Obtenção dos sucos**

Para elaboração dos sucos foram utilizadas polpas pasteurizadas e congeladas de acerola e goiaba provenientes da Bela Ischia Ind. e Com. de Polpa e Fruta Congelada Ltda. e polpa de manga pasteurizada da variedade Ubá, comercializada pela Agrofruit Internacional do Brasil Ltda. Os fitoquímicos utilizados foram epigallocatequina galato e luteína, provenientes da empresa DSM Nutritional Products. O teor da mistura de polpas foi fixado em 35%.

Foram utilizados 13,65% de polpa de manga, 18,20% de polpa de goiaba e 3,15% de polpa de acerola, sendo estas proporções escolhidas por meio de testes de aceitação, dentre 10 tratamentos obtidos de um

delineamento simplex de misturas (BARROS NETO et al., 1995), no capítulo 1.

As polpas foram pesadas e homogeneizadas juntamente com água mineral e adicionados os fitoquímicos luteína e epigallocatequina galato em quantidades apresentadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Concentrações dos fitoquímicos, luteína e epigallocatequina galato (EGCG), nos sucos mistos.

Formulações	Concentração dos fitoquímicos	
	Luteína (mg/L)	EGCG(mg/L)
Suco controle	---	---
Suco adicionado de luteína	14	---
Suco adicionado de ECGC	---	125,02
Suco adicionado de luteína +EGCG	14	109,98

A concentração da luteína foi determinada com base na faixa recomendada pela literatura (6-25 mg/dia) (ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW, 2005; KRINSKY et al., 2003; KRINSKY e JOHNSON, 2005) e as concentrações da epigallocatequina galato segundo recomendação dos fornecedores (18,8-28,2 mg/200 mL). Para cada formulação foram feitas três repetições. A pasteurização dos sucos foi realizada a uma temperatura de 90 °C/60 s e após o envase à quente em garrafas de vidro com tampas plásticas rosqueáveis com capacidade para 318 mL e resfriamento em água corrente, os sucos foram armazenados a temperatura de resfriamento (7±2).

## 2.2- Animais, indução do diabetes, dietas experimentais

Este experimento foi desenvolvido no delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 5 repetições para cada grupo. Foram utilizados ratos *Wistar* adultos machos, pesando aproximadamente 200g, oriundos do Biotério Central, Centro de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Viçosa.

Os animais permaneceram em gaiolas, em ambiente com temperatura a 23±2 ° C e com iluminação controlada para 12 horas de luz e 12 horas de

escuro. Houve um período de adaptação dos animais ao novo local de experimento ( $\pm 7$  dias).

Após o período de adaptação, os animais foram pesados e submetidos a jejum de 12 horas. Em seguida foi administrada por via intraperitoneal uma solução a 15% de aloxano, diluído em solução de NaCl 0,9%. Foram administradas 3 doses de 60 mg/Kg de aloxano, que é um dos agentes diabetogênicos mais comumente utilizados, por destruir especificamente as células  $\beta$  das ilhotas de Langerhans, quando em doses adequadas (CAVALLI et al., 2007). A fim de evitar a morte dos animais por hipoglicemia, após a administração de aloxano, os ratos receberam de 3-5 gotas de glicose 50% p/v, em intervalos de 6/6 horas por um período de 3 dias, por meio de gavagem.

Após 7 dias da indução, foi realizado um novo jejum de 12 horas antes da coleta de sangue, feita pela cauda para a determinação da glicemia. Foram considerados diabéticos os animais que apresentaram concentração plasmática de glicose igual ou superior a 126 mg/dL, de acordo com Oliveira et al. (2007).

Confirmado o estado diabético, os animais foram divididos em 6 diferentes grupos, onde cada grupo era constituído de 5 animais. Os animais receberam como dieta ração comercial e água *ad libitum*, mais uma dose do suco de 1,5mL.

Neste estudo foram comparados:

- Grupo 1: diabéticos
- Grupo 2: diabéticos + Suco controle
- Grupo 3: diabéticos + Suco adicionado de luteína
- Grupo 4: diabéticos + Suco adicionado de epigallocatequina galato
- Grupo 5: diabéticos + Suco adicionado de luteína/epigallocatequina galato
- Grupo 6: sadios

### **2.3- Coleta de amostras biológicas**

Iniciou-se então o tratamento que se estendeu por um período de 30 dias. Para acompanhamento (análise de glicemia de jejum) foram realizadas coletas nos tempos: 7; 14; 21 e 30 dias, a serem contados após o primeiro dia de administração dos sucos. Foi administrada 1 dose de suco (1,5 mL) diariamente, por meio de gavagem.

### **2.4-Análise dos resultados**

Foi realizado um estudo preliminar de efeito utilizando um modelo de diabetes induzida. Os dados foram analisados pela análise descritiva, por meio de histograma e tabela.

## **3-RESULTADO E DISCUSSÃO**

Analisando o tempo 0 do histograma (Figura 5.1) observa-se que o aloxano nas condições utilizadas no experimento induziu diabetes nos animais.

Ainda pelo histograma (Figura 5.1), pode-se verificar que no tempo 0, o qual ainda não teve a administração dos sucos, os níveis de glicose apresentam-se bem próximos, entre os animais diabéticos. No entanto, a partir do tempo 7, que significa 7 dias após a primeira administração dos sucos e assim por diante, o grupo diabético que não recebeu o suco, apresentou maior nível de glicemia, demonstrando um efeito inibidor dos sucos, independente da presença dos fitoquímicos adicionados, sobre a hiperglicemia. Houve uma redução dos teores, porém todos se mantiveram diabéticos.

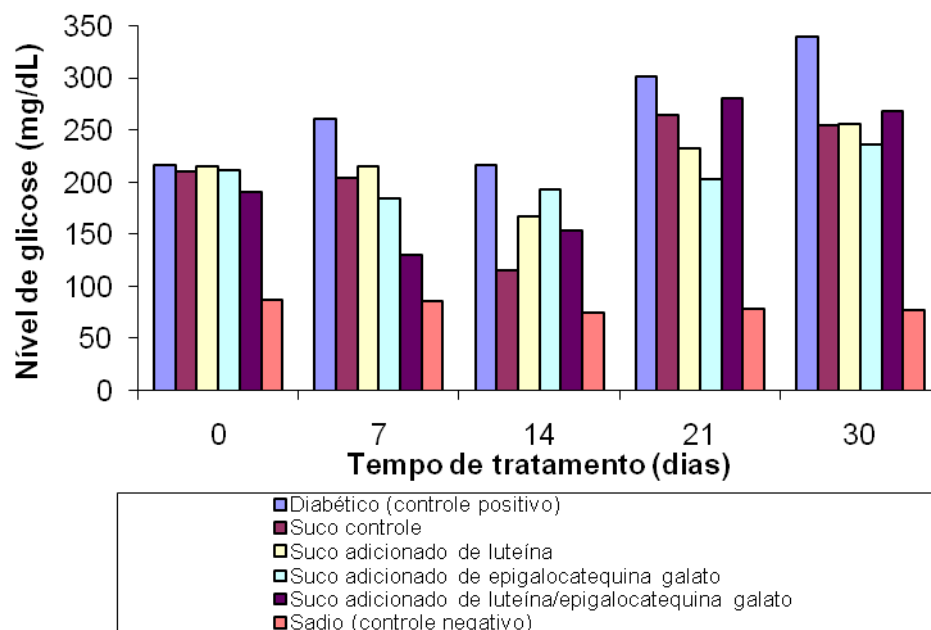


Figura 5.1- Médias dos níveis glicêmicos (mg/dL) dos grupos de animais durante o tratamento por 30 dias.

O percentual de redução do nível de glicose, em relação ao grupo diabético, variou entre 18,7 a 23,2%, indicando que os sucos podem vir a auxiliar no controle da hiperglicemia (Tabela 5.2). Estes percentuais representam um bom resultado pelo fato do objeto em estudo se tratar de um alimento e não de um medicamento.

Tabela 5.2 – Níveis médios gerais e percentuais de redução do nível glicêmico, dos diferentes grupos.

Grupos	Médias	% de redução
Diabético	267	--
Tratado com suco controle	210	21,3
Tratado com suco adicionado de luteína	217	18,7
Tratado com suco adicionado de ECGC	206	22,8
Tratado com suco adicionado de luteína/EGCG	205	23,2

Os resultados mostram que, apesar da presença dos carboidratos que são substâncias que influenciam diretamente nos níveis de glicemia de um diabético e encontrados naturalmente nas frutas, os sucos apresentaram efeitos sobre a glicemia. A SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (2009) aconselha um consumo moderado de frutas, no entanto contínuo, uma vez que, em sua maioria, são ricas em carboidratos.

Ao estudar o efeito de um alimento sobre determinada doença deve-se levar em conta a individualidade de cada pessoa, pois a ação de um mesmo nutriente ou composto bioativo dos alimentos pode ser diferente a depender da herança genética. Como também a herança genética pode influenciar no curso de certas doenças. Para estudar essa interação entre genes e nutrientes uma nova área está surgindo que é a nutrigenômica, uma ciência criada para decifrar o papel dos alimentos na saúde humana, tendo como objetivo principal o estabelecimento de dietas personalizadas, com base no genótipo, para trazer benefícios à saúde e a reduzir o risco de doenças crônicas não transmissíveis, como as cardiovasculares, o câncer, o diabetes, entre outras (FIALHO; MORENO; ONG, 2008).

#### **4-CONCLUSÃO**

Com base nos resultados obtidos, utilizando como tratamento os sucos, pode-se concluir que os mesmos apresentaram um efeito positivo sobre a hiperglicemia.

## 5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTERNATIVE MEDICINE REVIEW. Lutein and Zeaxanthin – Monograph. Nenhum autor listado. **Alternative Medicine Review**, v.10, n.2, p.128-135, 2005.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUMS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. Campinas, Editora da UNICAMP, 1995. 299p.

CAVALLI, V.L.L.O.; SORDI, C.; TONINI, K. et al. Avaliação in vivo do efeito hipoglicemiante de extratos obtidos da raiz e folha de bardana *Arctium minus* (Hill.) Bernh. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.17, n.1, p. 64-70, 2007

FIALHO, E.; MORENO, F.S.; ONG, T.P.. Nutrição no pós-genoma: fundamentos e aplicações de ferramentas ômicas. **Revista de Nutrição**, v. 21, n. 6, p. 757-766. 2008.

GROSS, J.L. ; SILVEIRO, S.P.; CAMARGO, J.L. et al . Diabetes Melito: Diagnóstico, Classificação e Avaliação do Controle Glicêmico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 46, n. 1, p. 16-26, 2002.

KRINSKY, N. I.; LANDRUM, J.T.; BONE, R. A. Biologic mechanisms of the protective role of lutein and zeaxanthin in the eye. **Annual Review Nutrition**, v. 23, p. 171-201, 2003.

KRINSKY, N.I., JOHNSON E. J. Carotenoid Actions and their Relation to Health and Disease. **Molecular Aspects of Medicine**, v.26, n.6, p.459-516, 2005

LERCO, M.M.; SPADELLA, C.T.; MACHADO, J.L.M. et al. Caracterização de um modelo experimental de Diabetes Mellitus, induzido pela aloxana em ratos. Estudo clínico e laboratorial. **Acta Cirúrgica Brasileira** . v. 18, n. 2, p.132-142 2003.

NIIZU, P. Y. **Fontes de carotenóides importantes para a saúde humana**. 2003. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

OLIVEIRA, C.A.M.; LUCIANO, E.; MARCONDES, M.C.C.G.; MELLO, M.A.R. Effects of swimming training at the intensity equivalent to aerobic/anaerobic metabolic transition in alloxan diabetic rats. **Journal of Diabetes and Its Complications**. v. 21, p. 258– 264, 2007.

PIMENTEL, C.V.M.B., FRANCKI, V.M., GOLLÜCKE, A.P.B. **Alimentos Funcionais: Introdução às principais substâncias bioativas**. 1.ed.São Paulo: Varela, 2005.95p.

REIS, J.S.; VELOSO, C.A.; MATTOS, R.T. ; PURISH, S.; NOGUEIRA-MACHADO, J.A. Estresse Oxidativo: Revisão da Sinalização Metabólica no Diabetes Tipo 1 **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia** v.52, n.7, p. 1096-1105, 2008.

SENA, C.M.; NUNES,E.; LOURO,T.; PROENÇA, T.; SEIÇA, R.M. Disfunção Endotelial na Diabetes Tipo 2:Efeito de Antioxidantes. **Revista portuguesa de cardiologia**, v. 26, p. 609-619, 2007.

SOARES, J.C.M.; COSTA, S.T.; CECIM, M.. Níveis glicêmicos e de colesterol em ratos com Diabetes Mellitus aloxano induzido, tratados com infusão de Bauhinia candicans ou Syzygium Jambolanum. **Ciencia Rural**, v. 30, n. 1, p.113-118, 2000.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD).**Tudo sobre diabetes**. Disponível em: /www.diabetes.org.br. Acesso em: 06 maio 2009.

WAJCHENBERG, B.L.. Disfunção Endotelial no Diabetes do Tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 46, n. 5, p. 514-519, 2002

#### 4-CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados observados no presente trabalho permitiram concluir que:

- Todas as formulações, obtidas a partir de manga, goiaba e acerola, foram aceitas sensorialmente.
- As polpas de goiaba e manga devem participar numa maior proporção da mistura, pois favorecem aceitação.
- A polpa de acerola contribui para o aumento do teor de vitamina C.
- A formulação com 13,65% de manga, 18,20% de goiaba e 3,15% de acerola foi a de melhor aceitação pelos provadores.
- Foram selecionadas as formulações que continham: 14 mg/L de Luteína, 125,02 mg/L de Epigallocatequina Galato, e 14 mg/L e 109,98 mg/L de luteína e Epigallocatequina Galato em combinação, respectivamente.
- Os valores de pH, acidez titulável, relação SST/ ATT e carotenóides, apresentaram pequena variação ao longo do tempo de armazenamento.
- Não verificou efeito de tempo para: sólidos solúveis totais, açúcares totais e viscosidade.
- Os teores de açúcares redutores aumentaram com o tempo de armazenagem.
- Com relação ao teor de vitamina C verificou-se uma diminuição com o decorrer do tempo.
- Os sucos adicionados de luteína e de luteína/EGCG foram os que apresentaram maior teor de carotenóides.
- Os valores de L\*, a\* e b\* diminuíram com o tempo de armazenamento e a diferença total de cor aumentou.
- A aceitabilidade sensorial e a intenção de compra não foram influenciadas pelo tempo de armazenamento.

- O tratamento térmico de 90 °C/60 s, juntamente com a adição de benzoato de sódio e metabissulfito foram eficazes na garantia da estabilidade microbiológica dos sucos.
- Os sucos mistos podem ser descritos pelos três modelos (Ostwald-de-Waele, Casson e Herschel-Bulkley);
- O modelo de Ostwald-de-Waele descreve de forma mais adequada o comportamento reológico, destes produtos.
- Os valores dos índices de comportamento do escoamento ( $n$  e  $nH$ ) foram menores que a unidade, caracterizando os sucos como um fluido não-newtoniano, com características pseudoplásticas;
- Não foi possível observar um comportamento da tensão inicial frente ao aumento da temperatura.
- Os valores da tensão inicial foram muito pequenos e não são representativos.
- A viscosidade aparente diminuiu com o aumento da temperatura;
- E por fim, ao avaliar o efeito do consumo dos sucos, concluiu-se que estes apresentaram um efeito positivo sobre a hiperglicemia.