

## **Características e Estabilidade no Armazenamento de Sucos Tropicais Mistos com Elevada Capacidade Antioxidante**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agroindústria Tropical  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 122***

## **Características e Estabilidade no Armazenamento de Sucos Tropicais Mistos com Elevada Capacidade Antioxidante**

*Nedio Jair Wurlitzer*

*Ana Paula Dionisio*

*Janice Ribeiro Lima*

*Maria de Fátima Borges*

*Deborah dos Santos Garruti*

*Maria Elisabeth Silveira Barros*

*Adna Lucianne Girão Modesto*

*Idila Maria da Silva Araújo*

*Morgana Livia Castro do Nascimento*

*Maraila Sinara Lemos Paiva*

*Fabiana Freitas Silva*

**Embrapa Agroindústria Tropical**

Fortaleza, CE

2016

**Unidade responsável pelo conteúdo e edição:**

Embrapa Agroindústria Tropical  
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici  
CEP 60511-110 Fortaleza, CE  
Fone: (85) 3391-7100  
Fax: (85) 3391-7109  
www.embrapa.br/agroindustria-tropical  
www.embrapa.br/fale-conosco

**Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical**

Presidente: *Gustavo Adolfo Saavedra Pinto*  
Secretária-executiva: *Celli Rodrigues Muniz*  
Secretária-administrativa: *Eveline de Castro Menezes*  
Membros: *Janice Ribeiro Lima, Marlos Alves Bezerra, Luiz Augusto Lopes Serrano, Marlon Vagner Valentim Martins, Guilherme Julião Zocolo, Rita de Cássia Costa Cid, Eliana Sousa Ximendes*

Supervisão editorial: *Sérgio César de França Fuck Júnior*

Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*

Normalização: *Rita de Cassia Costa Cid*

Foto da capa: *Nedio Jair Wurlitzer*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

**1ª edição**

On-line (2016)

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Agroindústria Tropical

---

Características e estabilidade no armazenamento de sucos tropicais mistos com elevada capacidade antioxidante / Nedio Jair Wurlitzer... [et al.]. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016.

25 p. : il. ; 14,8 cm x 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 122).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. Suco. 2. Frutas tropicais. 3. Vida-de-prateleira. 4. Capacidade antioxidante total. I. Wurlitzer, Nedio Jair. II. Dionisio, Ana Paula. III. Lima, Janice Ribeiro. IV. Borges, Maria de Fátima. V. Garruti, Deborah dos Santos. VI. Barros, Maria Elisabeth Silveira. VII. Modesto, Adna Lucianne Girão. VIII. Araújo, Ídila Maria da Silva. IX. Nascimento, Morgana Livia Castro do. X. Paiva, Maraila Sinara Lemos. XI. Silva, Fabiana Freitas. XII. Série.

---

CDD 664.028

© Embrapa 2016

# Sumário

<b>Resumo .....</b>	<b>4</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>6</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>8</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>9</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>14</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>21</b>
<b>Referências .....</b>	<b>22</b>

# Características e Estabilidade no Armazenamento de Sucos Tropicais Mistos com Elevada Capacidade Antioxidante

---

*Nedio Jair Wurlitzer<sup>1</sup>*

*Ana Paula Dionísio<sup>2</sup>*

*Janice Ribeiro Lima<sup>3</sup>*

*Maria de Fátima Borges<sup>4</sup>*

*Deborah dos Santos Garruti<sup>5</sup>*

*Maria Elisabeth Silveira Barros<sup>6</sup>*

*Adna Lucianne Girão Modesto<sup>7</sup>*

*Idila Maria da Silva Araújo<sup>8</sup>*

*Morgana Livia Castro do Nascimento<sup>9</sup>*

*Maraila Sinara Lemos Paiva<sup>10</sup>*

*Fabiana Freitas Silva<sup>11</sup>*

## Resumo

A preparação de misturas de sucos de frutas tropicais ricas em compostos antioxidantes e vitamina C, como camu-camu, açaí e acerola, com outros sucos, é uma forma de aumentar sua aceitabilidade, melhorando as características nutricionais e funcionais,

---

<sup>1</sup> Engenheiro de alimentos, D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, nedio.jair@embrapa.br

<sup>2</sup> Cientista dos alimentos, D.Sc. em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, ana.dionisio@embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheira de alimentos, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, janice.lima@embrapa.br

<sup>4</sup> Farmacêutica, D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, maria.fatima@embrapa.br

<sup>5</sup> Engenheira de alimentos, D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, deborah.garruti@embrapa.br

<sup>6</sup> Engenheira química, D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, elisabeth.barros@embrapa.br

<sup>7</sup> Engenheira de alimentos, técnica da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, adna.girao@embrapa.br

<sup>8</sup> Engenheira de alimentos, técnica da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, idila.araujo@embrapa.br

<sup>9</sup> Graduanda em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, morgana\_lcn@hotmail.com

<sup>10</sup> Graduanda em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, sinaralemos@hotmail.com

<sup>11</sup> Graduanda em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, fabi\_biana21@hotmail.com

bem como agregar valor ao produto. Como o processamento deve garantir a qualidade e segurança microbiológica durante a vida útil da bebida, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade de duas formulações de sucos tropicais mistos com elevada atividade antioxidante, durante o armazenamento refrigerado por 6 meses. Duas formulações de sucos tropicais mistos foram preparadas, sendo a F1 composta de: açaí (5%), acerola (10%), cajá (5%), caju (5%), camu-camu (5%), abacaxi como suco base (20%), água (43%) e açúcar (7%), e a formulação F3 composta de: acerola (10%), açaí (10%), cajá (10%), abacaxi (20%), água (43,4%) e açúcar (6,6%), planejadas para apresentar atividade antioxidante de aproximadamente 1.500  $\mu$ M trolox equivalente em uma porção de 200 mL. A bebida foi preparada e pasteurizada (90 °C/60 s), envasada a quente em garrafas de vidro de 200 mL e estocada sob refrigeração ( $4 \pm 2,0$  °C). Foi avaliada a estabilidade dos componentes bioativos (atividade antioxidante total pelos métodos ABTS e FRAP, polifenóis extraíveis totais (PET) e vitamina C, estabilidade sensorial (aceitação global), cor instrumental e estabilidade microbiológica (fungos filamentosos e leveduras, coliformes totais, *Escherichia coli* e pesquisa de *Salmonella* spp.), com análises logo após o processo e a cada 45 dias por um período de 225 dias. As formulações apresentaram boa estabilidade com relação à atividade antioxidante, polifenóis totais, estabilidade microbiológica e aceitabilidade sensorial, com média dos valores hedônicos variando de 6,0 (gostei pouco) a 7,0 (gostei). Como limitante da vida de prateleira, a vitamina C apresentou redução de 21,7% e 51,9% nas formulações F1 e F3, respectivamente. A cor também apresentou variações significativas, tendo passado de vermelho intenso a marrom-amarelada, ao final do período de 6 meses. Conclui-se que o processo de pasteurização com envase a quente e armazenamento sob refrigeração são eficientes na conservação dos sucos tropicais mistos, mas a redução no teor de vitamina C e alteração de cor são limitantes a ser considerados para a vida de prateleira, sendo sugerido o prazo de 90 dias (3 meses) para essas bebidas.

Termos para indexação: suco, frutas tropicais, vida-de-prateleira, capacidade antioxidante total.

# Stability of a Mixed Tropical Fruit Juice with Functional Properties

## Abstract

*The preparation of a tropical fruit juice rich in antioxidants compounds and vitamin C, made with camu-camu, acerola and açai juices, is a way to increase the acceptability of these, improving the nutritional and functional characteristics, as well as add value to the product. However, the processing must ensure quality and microbiological safety during the shelf life. The objective of this study was to evaluate the stability of a mixed tropical fruit juice during shelf life. Two juice formulations, F1, made with açai (5%), acerola (10%), yellow mombim (5%), cashew (5%), camu-camu (5%) and pineapple juice (20%), water (43%) and sugar (7%), and another formulation, F3, with acerola (10%), açai (10%), yellow mombim (10%), pineapple (20%), water (43,4%) and sugar (6,6%), both formulations with a high content of bioactive compounds, especially phenolic compounds and ascorbic acid, to obtain the antioxidant capacity around 1.500 µM Trolox equivalent in a 200 mL serving. The tropical juices were pasteurized (90 °C/60 s), hot filled in 200 mL glass bottles and stored under refrigeration (4 ± 2,0 °C). This study evaluated the antioxidant activity (ABTS and FRAP methods), polyphenols and vitamin C of the product, sensorial and microbiological stabilities, with analyses after processing and every 45 days for a period of 225 days. The products showed*

*good stability of the antioxidant capacity (around 9.5  $\mu$ M Trolox/g by ABTS method), despite having a vitamin C reduction of 21,7% and 51,9% for F1 and F3 formulations, respectively. The mixed tropical juices were well scored by consumers throughout the storage period, with an average of hedonic values ranging from 6.0 (like slightly) to 7.0 (liked). The color presented significant variation, changing from an intense red, to a brown-yellow, to the end of the six month storage period. In conclusion, the pasteurization and hot fill are effective for the preservation of the mixed tropical fruit juices formulations, for six month storage, controlling pathogens and spoilage microorganisms and preserving the overall acceptance, but limited when considered the vitamin C and color changes. So, it is recommended no more than 90 days of storage for these juices.*

*Index terms: Functional Food, shelf life, microbiological safety, sensory analysis, antioxidant capacity.*

## Introdução

As frutas tropicais contêm compostos bioativos, considerados importantes na alimentação, como as vitaminas, por exemplo, sendo também fontes de compostos antioxidantes e fitoquímicos tais como os polifenóis (flavonoides), carotenoides e outros. Muitas pesquisas estão demonstrando que o consumo de frutas ricas nesses componentes auxilia a prevenir doenças degenerativas e câncer. Cada fruta possui composição característica, sendo necessário o consumo de frutas variadas para obter os diversos nutrientes importantes na prevenção de doenças e para uma vida mais saudável (PINHEIRO et al., 2006). Para algumas frutas com elevada acidez ou sabor forte, em que a aceitação é reduzida, é recomendada a preparação de suco com misturas das polpas de frutas tropicais, apresentando as vantagens da combinação de diferentes aromas, sabores e componentes nutricionais.

A legislação vigente no País define como suco tropical misto a “bebida obtida pela dissolução, em água potável ou suco clarificado, da mistura de polpas de frutas polposas de origem tropical”, devendo ter cor, aroma e sabor característicos das frutas (BRASIL, 2009). A denominação presente no rótulo do produto é de “suco misto” seguido da relação de frutas ou vegetais utilizados, em ordem decrescente das quantidades presentes na mistura. A Instrução Normativa 12, de 4/09/2003 (BRASIL, 2003), que fixa os padrões de identidade e qualidade para suco tropical e néctar, estabelece que o suco tropical deva conter um mínimo de 50% (m/m) da respectiva polpa, ressalvados os casos em que existe regulamento técnico específico ou casos em que a acidez seja muito alta ou o sabor muito forte, e nesses casos, o teor de polpa não pode ser inferior a 35% (m/m). A Instrução Normativa também indica a necessidade de que o suco seja submetido a tratamento que assegure a sua conservação e apresentação até o momento do consumo.

Recentemente, a Embrapa Agroindústria Tropical desenvolveu formulações de sucos tropicais mistos de frutas, utilizando acerola, açaí, caju, cajá, camu-camu e abacaxi. Os sucos foram pasteurizados

por processo *hot fill* (em garrafas de vidro), que é o método mais utilizado pela indústria para a preservação de sucos de frutas (FREITAS et al., 2006). Todos os sucos desenvolvidos apresentaram apelo funcional devido aos teores de vitamina C, polifenóis e atividade antioxidante total (PEREIRA et al., 2015; WURLITZER et al., 2015), comprovados por ensaios *in vitro*. Uma das formulações foi também avaliada em ensaios *in vivo* e apresentou efeitos benéficos comprovados, demonstrando potencial antioxidante, antimutagênico e antiproliferativo em células cancerosas HepG<sub>2</sub> (PEREIRA et al., 2014; CARVALHO-SILVA et al., 2014), sendo de grande interesse no controle do estresse oxidativo e, conseqüentemente, na prevenção de diversas doenças, como câncer. Porém, a estabilidade dos compostos bioativos desses sucos tropicais mistos não foi avaliada durante o período de armazenamento, sendo de especial importância quando a literatura reporta que alguns componentes são relativamente instáveis em condições de processamento e armazenamento, como é o caso da vitamina C.

Assim sendo, este trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade de componentes funcionais de duas formulações de suco tropical misto com elevada atividade antioxidante, processadas por pasteurização e envase a quente durante o armazenamento refrigerado.

## Material e Métodos

### Formulação e processamento do suco tropical misto

Os sucos mistos foram formulados com polpas das seguintes frutas: açaí, acerola, caju, cajá, camu-camu e abacaxi. A polpa de camu-camu foi adquirida em um mercado de Belém, PA, e as demais polpas, em Fortaleza, CE, todas armazenadas sob congelamento (-18 °C) até o momento do uso. O uso de polpa de fruta congelada para a formulação dos sucos mistos é justificada devido aos diferentes períodos de safra (sazonalidade) e áreas geográficas de produção das frutas selecionadas para o experimento.

Foram preparados dois sucos tropicais mistos (definidos como formulação F1 e F3) usando distintos percentuais de polpas de frutas, de acordo com duas das formulações definidas por Pereira et al. (2014) e Wurlitzer et al. (2015) e apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Formulações de sucos de frutas com perfil funcional.

Ingredientes/polpas <sup>(1)</sup>	Concentração (%)	
	F1	F3
Camu-camu	5,0	-
Acerola	10,0	10,0
Açaí	5,0	10,0
Caju	5,0	-
Cajá	5,0	10
Abacaxi	20,0	20
Sacarose	6,9	6,6
Água	43,1	43,4

<sup>(1)</sup> Em cada formulação, tem-se o total de 50% de polpa de fruta, de acordo com a exigência da Instrução Normativa 12/2003 (BRASIL, 2003).

No processamento, as polpas de frutas foram descongeladas, pesadas nas proporções indicadas em cada formulação, misturadas em liquidificador industrial e depois pasteurizadas com uso de um trocador tubular Armfield FT74. A temperatura de pasteurização foi de 85 °C, usando-se vazão e tubo de retenção para 30 segundos. Seguiu-se o enchimento a quente (*hot fill*) em garrafas de vidro de 210 mL, previamente higienizadas com cloro (100 mg/L), e fechamento com tampa plástica rosqueável. As garrafas foram deitadas para pasteurização da tampa por 3 minutos, resfriadas em banho de água, identificadas e estocadas sob refrigeração ( $5 \pm 2$  °C) até o momento das análises. As etapas de processamento podem ser visualizadas na Figura 1. Foram efetuadas três repetições do processamento de cada formulação.

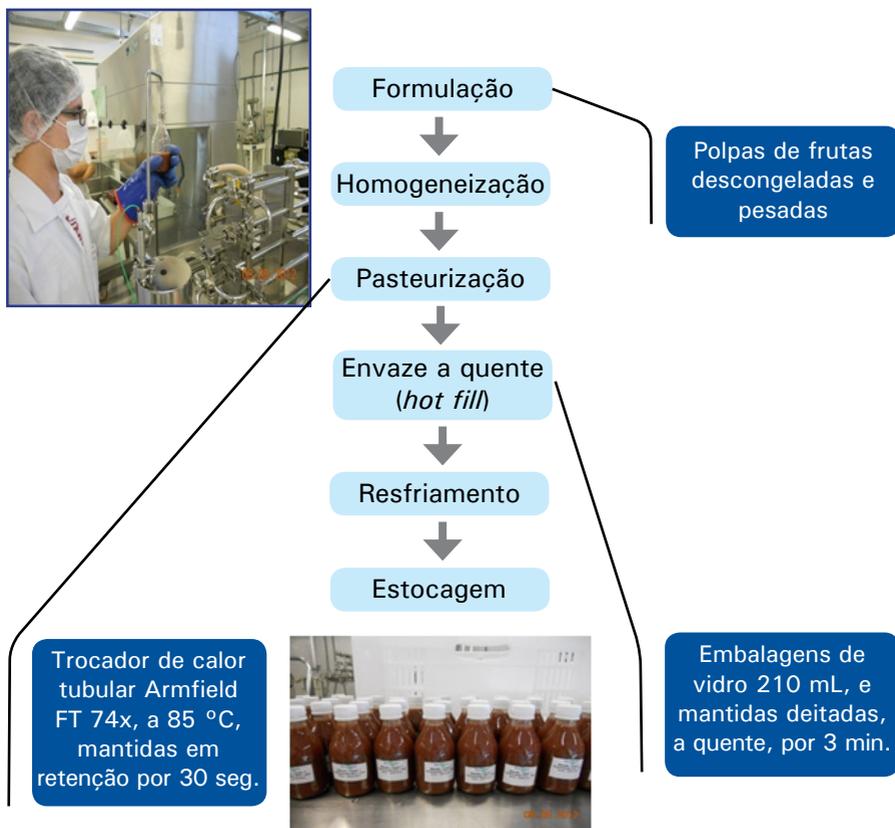


Figura 1. Fluxograma de processamento do suco tropical misto.

## Análises físico-químicas

As análises efetuadas na caracterização das formulações e na avaliação de estabilidade durante o armazenamento seguiram os seguintes métodos:

- Atividade antioxidante total (AAT): determinada pelo método de captura do radical livre ABTS (MILLER et al., 1993) e pelo método de redução do ferro – FRAP (BENZIE; STRAIN, 1996). Nas análises realizadas por esses métodos, foram seguidas as modificações propostas por Rufino et al. (2006; 2010).

- Polifenóis extraíveis totais (PET): determinados por meio do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri et al. (1997).
- Vitamina C: determinado como ácido ascórbico e quantificado por titulometria com solução de DFI (2,6 diclorofenolindofenol 0,02%) de acordo com Stroecker e Henning (1967).
- Carotenoides totais: a análise dos carotenoides foi realizada seguindo-se as recomendações de Rodriguez-Amaya (2001), após extração com acetona e hiflosupercel (celite), e partição com éter de petróleo.
- Composição centesimal: os teores de umidade, proteína, lipídios, cinzas e sólidos solúveis foram determinados, respectivamente, pelos métodos nº 934.01, nº 984.13, nº 930.05, nº 930.05 e nº 932.12 da AOAC (1997). A quantidade total de carboidratos foi calculada por diferença:  $100 - (\% \text{ água} + \% \text{ proteína} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ cinzas})$ .
- Os valores de pH foram determinados por leitura direta das amostras em potenciômetro, teor de sólidos solúveis totais (SST) com uso de refratômetro Atago e expressos em °Brix. A acidez total titulável (ATT) foi determinada por neutralização com hidróxido de sódio e solução de fenolftaleína 1% como indicador (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).
- O valor energético total foi estimado considerando-se os fatores de conversão de Atawer de 4 Kcal/g de proteína, 4 Kcal/g de carboidrato e 9 Kcal/g de lipídio e depois feito o somatório desses valores (LEHNINGER, 1986).
- O teor de sódio foi determinado de acordo com Silva (1999), por meio de digestão de amostra com solução nitro-perclórica e leitura de alíquota do extrato em fotômetro de chama, com o resultado expresso em  $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ .
- A cor foi determinada por meio de um colorímetro Minolta CR-300, obtendo-se os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  (CIE, 1986).

## **Avaliação da estabilidade durante o armazenamento**

Para a avaliação da estabilidade, as formulações foram avaliadas por um período de 225 dias, com análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais realizadas após o processamento (tempo 0) e a cada 45 dias, até o final do período de armazenamento, totalizando seis períodos de análise.

### ***Análise sensorial***

Foram aplicados os testes afetivos de aceitação global utilizando a escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de “Desgostei muitíssimo” = 1 a “Gostei muitíssimo” = 9, de acordo com Meilgaard et al. (1987). Os testes foram respondidos por 50 consumidores de suco de frutas, não treinados. Os testes foram realizados em cabines individuais informatizadas, utilizando-se o Software FIZZ para coleta e processamento dos dados. Os sucos foram servidos gelados (5 °C) em taças de vidro transparente. Os protocolos dos testes sensoriais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Ceará sob Parecer nº 11044529-5.

### ***Análises microbiológicas***

A qualidade microbiológica da bebida formulada foi avaliada pela contagem de fungos filamentosos e leveduras, coliformes totais, *E. coli* e pesquisa de *Salmonella* sp., conforme a metodologia descrita no manual FDA's Bacteriological Analytical Manual (ANDREWS et al., 2014; FENG et al., 2002; TOURNAS et al., 2001). Os resultados foram expressos em UFC/mL para coliformes fecais, *E. coli* e fungos filamentosos e leveduras. Para *Salmonella*, o resultado foi expresso em ausência/25mL de bebida.

### ***Análise estatística***

Os dados obtidos em cada período experimental foram avaliados por análise de regressão, utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS Use's Guide: Version 6.11. Edition 1996, Institute Inc, n. C. USA), e os gráficos e equações com uso de planilha eletrônica Excel.

## Resultados e Discussão

### Caracterização dos sucos tropicais mistos

Os resultados relacionados à composição química e físico-química das formulações dos sucos tropicais mistos são apresentados na Tabela 2 e indicam que ambas as formulações apresentaram conteúdo de nutrientes similar, à exceção do teor de vitamina C, que foi menor para a formulação F3 devido à ausência de camu-camu. Considerando a porção de um copo de 200 mL de suco (BRASIL, 2003), as duas formulações apresentaram, de maneira geral, baixos teores de sódio e carboidratos e também baixo valor energético, quando comparados aos néctares comerciais de abacaxi, maçã, pêssego e goiaba, sendo uma boa opção para dietas de baixa caloria.

**Tabela 2.** Caracterização química e físico-química das Formulações 1 e 3.

Determinações	F1 média ± DP	F3 média ± DP
Umidade (g/100 mL)	87,89 ± 0,02	87,39 ± 0,30
Gorduras totais (g/100 mL)	0,23 ± 0,04	0,20 ± 0,02
Proteínas (g/100 mL)	0,31 ± 0,01	0,43 ± 0,02
Cinzas (g/100 mL)	0,20 ± 0,01	0,18 ± 0,00
Carboidratos <sup>(1)</sup> (g/100 mL)	11,37	11,80
Fibra alimentar <sup>(2)</sup> (g/100 mL)	0,211	0,216
VET <sup>(3)</sup> (Kcal/100 mL)	48,79	50,72
Sódio (mg/100 mL)	3,90 ± 0,74	4,52 ± 0,19
Atividade antioxidante total		
ABTS (μMol Trolox/g)	8,93 ± 0,58	8,56 ± 0,73
FRAP (μMol FeSO <sub>4</sub> /g)	22,02 ± 2,29	22,34 ± 0,92
Polifenóis totais (mg AGEq/100 g)	135,40 ± 5,50	99,70 ± 1,20
Vitamina C (mg/100 g)	143,57 ± 2,42	95,83 ± 2,38
pH	3,50 ± 0,03	3,95 ± 0,00
Acidez (g ác. cítrico/100 mL)	0,28 ± 0,01	0,23 ± 0,01
Sólidos solúveis (°Brix)	10,5 ± 0,50	10,0 ± 0,00

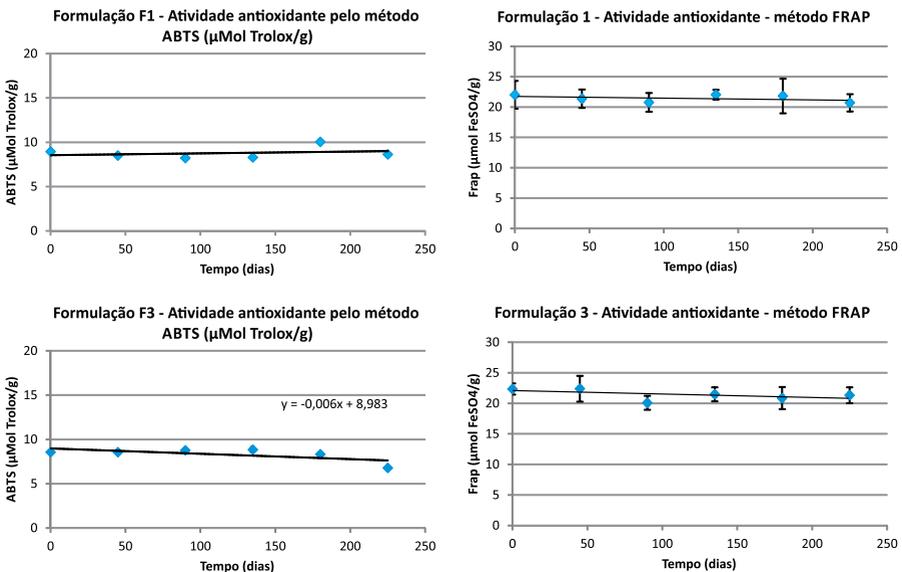
<sup>(1)</sup>Cálculo efetuado por diferença; <sup>(2)</sup>Método AOAC (2012), limite de quantificação 0,2;

<sup>(3)</sup> VET: Valor Energético Total; DP: desvio padrão.

Os valores determinados para a atividade antioxidante total logo após a preparação dos sucos tropicais e sua pasteurização, foram de  $8,93 \pm 0,58$  e  $8,56 \pm 0,73$   $\mu\text{Mol Trolox/g}$  no método ABTS, para as Formulações F1 e F3, respectivamente, e de  $22,02 \pm 2,29$  e  $22,34 \pm 0,92$   $\mu\text{Mol FeSO}_4/\text{g}$  no método FRAP.

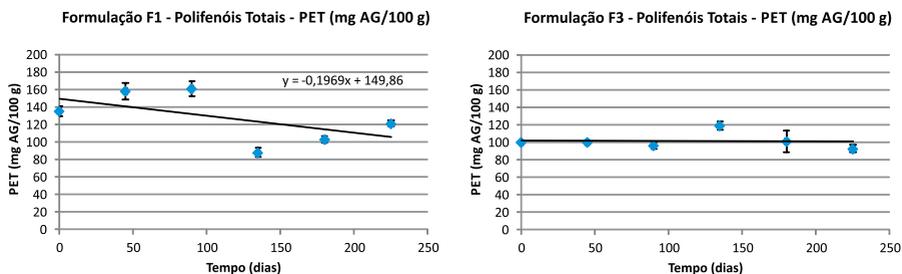
## Estabilidade físico-química dos sucos tropicais mistos

A Figura 2 apresenta os gráficos de avaliação da atividade antioxidante total dos sucos, onde pode ser observado que o armazenamento por até 225 dias pouco afetou essa variável, apresentando relativa estabilidade. Na análise estatística, o modelo de regressão linear da formulação F3 pelo método ABTS foi significativo ( $p = 0,006$ ), e a equação é mostrada no gráfico, apesar da variação ocorrer apenas ao final do armazenamento. Para a formulação F1 e as análises pelo método FRAP, não foi possível estabelecer regressão significativa. As duas formulações ao final do armazenamento ainda são consideradas como de alta atividade antioxidante.



**Figura 2.** Atividade antioxidante total (AAT) de sucos tropicais mistos durante armazenamento.

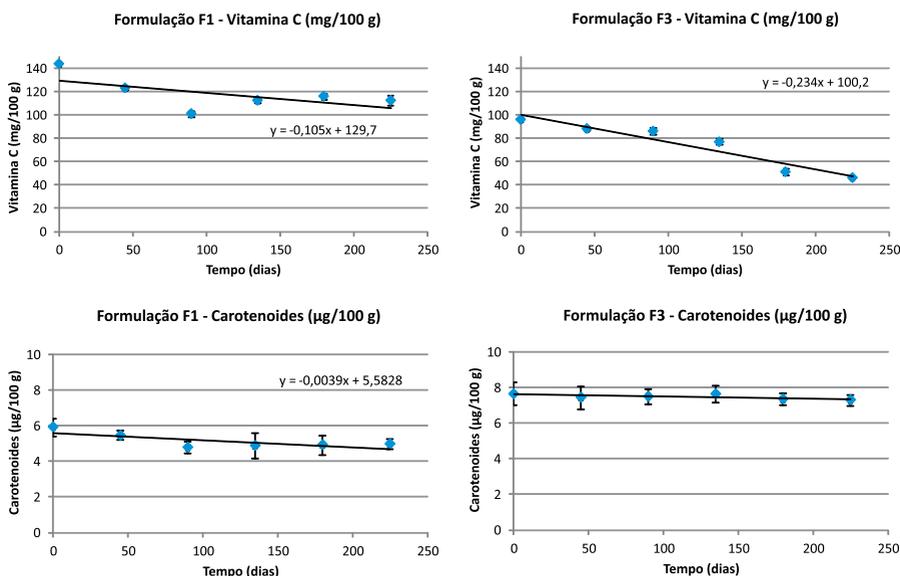
Com relação ao teor de polifenóis extraíveis totais (PET) (Figura 3), observa-se uma tendência de redução, sendo que, para a formulação F1, iniciou com  $135,4 \pm 5,5$  mg AGEq/100 g, finalizando com teor de  $121,2 \pm 3,3$  mg AGEq/100 g, indicando diminuição de 10,5% no teor de polifenóis durante os 225 dias de armazenamento. Comportamento similar apresentou a formulação F3, que iniciou com  $99,7 \pm 1,2$  mg AGEq/100 g e, ao final do período de armazenamento, estava com  $92,9 \pm 4,2$  mg AGEq/100 g, apresentando diminuição de 6,8% no teor de polifenóis. O modelo de regressão linear foi significativo ( $p = 0,019$ ) para a formulação F1 e não significativo para a formulação F3.



**Figura 3.** Polifenóis extraíveis totais de sucos tropicais mistos frente ao armazenamento.

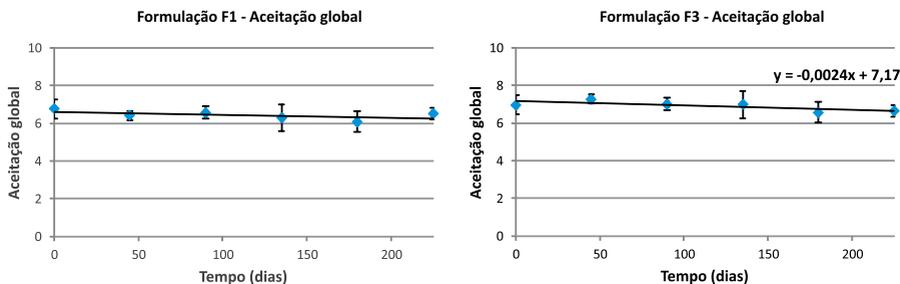
A vitamina C apresentou alta sensibilidade ao tempo de armazenamento, ocorrendo diminuição de 21,7% na formulação F1 e de 51,9% na formulação F3, até o final do armazenamento. O modelo de regressão linear foi significativo ( $p < 0,0001$  e  $p = 0,0002$ , para as formulações F1 e F3, respectivamente) (Figura 4). Freitas et al. (2006), avaliando a estabilidade da vitamina C presente no suco tropical de acerola adoçado envasado pelos processos *hot fill* e asséptico, observaram redução de 24% e 36%, respectivamente, ao final do período de armazenamento (350 dias) à temperatura ambiente. Já Yamashita et al. (2003) observaram redução de 32% na vitamina C em suco de acerola armazenado por 120 dias. Carvalho e Guerra (1995), trabalhando com suco de acerola pasteurizado armazenado à temperatura ambiente, sugerem algumas possíveis causas da degradação da vitamina C encontrada em seu trabalho: o oxigênio

contido no suco (devido à falta de desaeração), a ação da enzima ácido ascórbico oxidase (possivelmente não inativada nas condições de pasteurização utilizadas pelos autores) e a ocorrência de reações entre a vitamina C e as antocianinas, com formação de pigmentos. No entanto, o valor ao final do armazenamento ainda era alto, considerando os valores encontrados em frutas consideradas como fonte de ácido ascórbico, como, por exemplo, o limão (74 mg/100 g) e a laranja (83 mg/100 g) (LEE; KADER, 2000).



**Figura 4.** Estabilidade da vitamina C e carotenoides totais de sucos tropicais mistos frente ao armazenamento.

Com relação à estabilidade dos carotenoides, observou-se redução de 15,7% e 4,8% durante o período de armazenamento, para as formulações F1 e F3, respectivamente. A regressão para F1 foi significativa ( $p = 0,007$ ), e a equação é mostrada no gráfico (Figura 5). Essa redução é considerada aceitável em mais de 6 meses de armazenamento e está próximo ao obtido por Freitas et al. (2006), que obteve redução de 12,5% no teor de carotenoides em armazenamento por 350 dias de suco tropical de acerola submetido a processo de pasteurização e envase a quente.



**Figura 5.** Aceitabilidade sensorial dos sucos tropicais mistos, formulações F1 e F3, durante armazenamento.

Considerando-se as análises físico-químicas, tem-se que as formulações dos sucos tropicais são relativamente estáveis se forem considerados sua atividade antioxidante, teor de carotenoides e polifenóis, ocorrendo leve redução em seu conteúdo até o final do período de armazenamento. Como nutriente sensível, destaca-se a vitamina C, que pode ser considerada nutriente crítico e limitante ao se estabelecer o tempo de armazenamento.

## Estabilidade microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas efetuadas ao longo do período de armazenamento indicaram ausência dos patógenos coliformes fecais, *E. coli* e *Salmonella*. A contagem de fungos filamentosos e leveduras foi observada a partir de 90 dias de armazenamento, contudo não ultrapassou dois ciclos logarítmicos ao final de 225 dias (Tabela 3). As formulações dos sucos tropicais mistos, como apresentam elevada acidez ( $\text{pH} < 4,0$ ), são relativamente estáveis e limitam o crescimento de bactérias deterioradoras e patogênicos normalmente contaminantes de alimentos.

Ausência de microrganismos patogênicos durante todo o período de estocagem demonstra que a bebida obtida atendeu aos critérios de segurança microbiológica preconizados pela legislação brasileira para suco (ANVISA, 2001), cujo padrão é de ausência em 50 mL e 25 mL de bebida, respectivamente para coliformes fecais e *Salmonella*. Para as contagens de fungos e leveduras, a legislação brasileira estabelece uma

tolerância de 104 UFC/g em alimentos como sucos e néctares de frutas pasteurizados, e os resultados indicam estabilidade microbiológica do produto durante o armazenamento. O crescimento de leveduras observado nas amostras manteve-se dentro do limite permitido, indicando que o produto é estável nas condições de refrigeração, por período de 6 meses, e que o tratamento térmico e o envase a quente foram eficientes para a conservação do suco.

**Tabela 3.** Avaliação da qualidade microbiológica de sucos tropicais mistos durante a vida de prateleira.

Armazenamento (días)	Fungos filamentosos e leveduras (ufc/g)	
	F1	F3
1	< 10	< 10
45	< 10	1,4 x 10 <sup>1</sup>
90	9,3 x 10 <sup>1</sup>	2,4 x 10 <sup>1</sup>
135	1,2 x 10 <sup>2</sup>	2,8 x 10 <sup>1</sup>
180	2,7 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>2</sup>
225	9,6 x 10 <sup>1</sup>	7,3 x 10 <sup>2</sup>

N = 3 repetições, tomadas alíquotas de 5 embalagens em cada repetição.

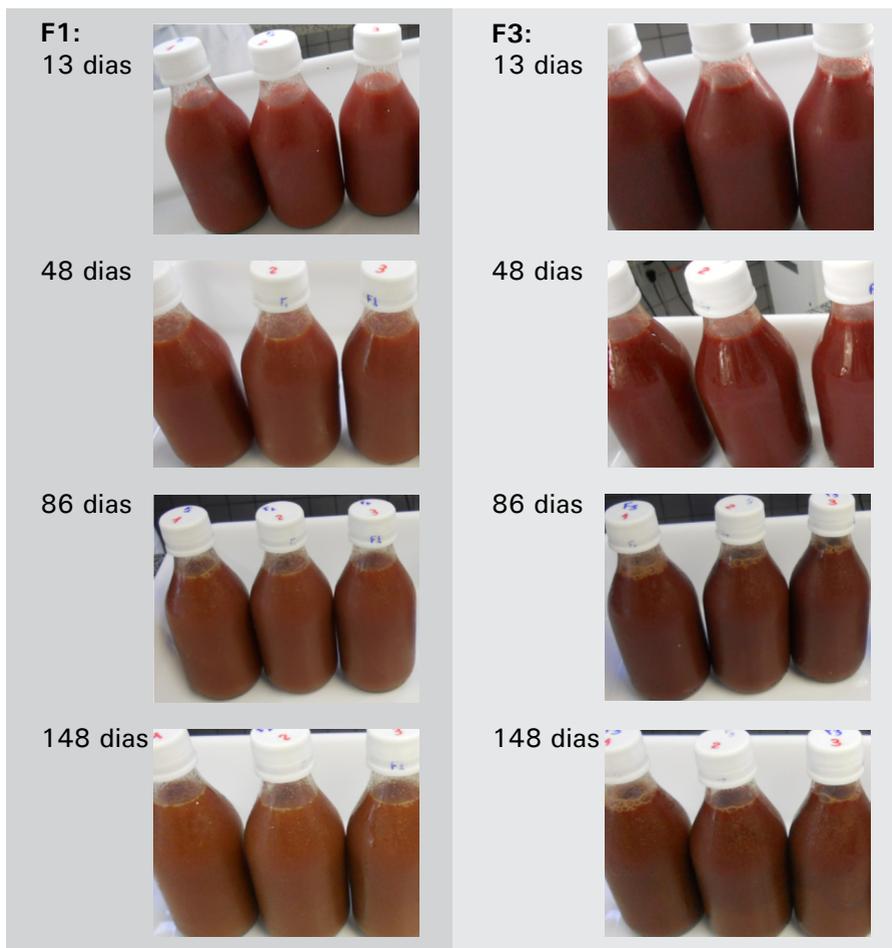
## Estabilidade sensorial

Os sucos tropicais mistos apresentaram aceitabilidade com notas próximas a 7 na escala hedônica, correspondendo à categoria “gostei”. De acordo com Vidigal et al. (2011), o sabor exótico e elevada acidez de algumas frutas tropicais prejudicam a sua aceitabilidade sensorial, e, nas formulações, foram também usadas polpas de frutas como camu-camu, acerola, cajá e abacaxi, que apresentam elevada acidez.

Na Figura 5, onde podem ser visualizados os valores hedônicos de aceitabilidade global em cada tempo, observou-se uma pequena redução na aceitabilidade dos sucos, que atingiram valor próximo a 6, que corresponde à categoria “gostei pouco” ao se aproximar de 180 dias (6 meses) de armazenamento. Ainda assim, pode-se concluir que os sucos mantêm sua estabilidade sensorial durante o armazenamento, pois permaneceram na região de aceitação da escala hedônica, que compreende a faixa de 6 a 9, na escala de 9 pontos.

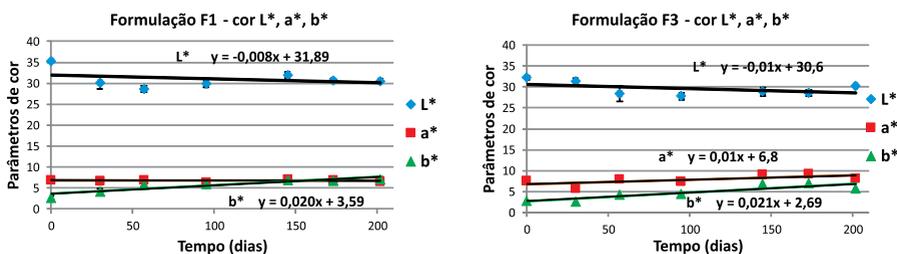
## Estabilidade da cor

Com relação à cor das formulações dos sucos tropicais mistos, podem-se observar, na Figura 6, as alterações que ocorreram nos sucos estocados sob refrigeração ( $5 \pm 2$  °C) e protegidos da incidência de luz. É possível notar que, no início do armazenamento, os produtos tinham cor vermelha intensa, chegando ao final com coloração amarronzada, indicando um defeito na aparência do produto. Essa mudança na cor pode ter influenciado a aceitabilidade das amostras.



**Figura 6.** Alterações visuais de cor das formulações F1 e F3, durante armazenamento.

Na Figura 7, são apresentados os gráficos de cor. No sistema CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), a cor é definida por três eixos perpendiculares: " $L^*$ " (luminosidade) varia do preto (0%) ao branco (100%); o eixo " $a^*$ ", do verde (-a) ao vermelho (+a) e o eixo " $b^*$ ", do azul (-b) ao amarelo (+b) ( $a^*$  e  $b^*$  variam de -60 a +60). Observa-se que, para as duas formulações, os valores de  $L^*$  apresentaram tendência de diminuir com o tempo de estocagem ( $p < 0,01$ ), enquanto os valores de  $a^*$  não variaram no F1 e apresentaram pequeno aumento no F3. Os valores de  $b^*$  tenderam a aumentar ( $p < 0,0001$ ).



**Figura 7.** Cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) de sucos tropicais mistos durante armazenamento.

Os resultados de cromaticidade, de aumento do valor  $b^*$  (tendência para o amarelo) e redução do  $L^*$  (tendência de escurecer), estão de acordo com a mudança de cor observada entre início e final do armazenamento, de vermelho intenso a amarronzado. Segundo Gomes et al. (2004), a diminuição dos valores de  $b^*$  pode ser devida à reação das antocianinas com o ácido ascórbico, e dessa reação resultariam perdas de ambos os componentes, com formação de pigmentos levemente escuros. Assim, essa modificação na coloração da bebida está associada também à perda de vitamina C, observada anteriormente para essas formulações, mas não se observou diminuição da atividade antioxidante total (AAT) do produto ao longo do período de estocagem.

## Conclusões

Os sucos tropicais mistos testados podem ser armazenados a 5 °C e consumidos durante o período de 3 meses, sem prejuízos ao consumidor, sendo a vida de prateleira limitada pela perda de vitamina C e alterações de cor em períodos maiores.

# Referências

ANDREWS, W. H.; JACOBSON, A.; HAMMACK, T. S. Salmonella. In: UNITED STATES FOOD DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological analytical manual**. 8. ed. Rockville, 2014. Chap. 5. Disponível em: < <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070149.htm>> . Acesso em: 26 out. 2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16 ed. Maryland: 1997. 2 v.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 19th ed. Maryland: 2012.

ANVISA. **Aprova regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos**. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Disponível em: <<https://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelinck.php?numlink=1-9-34-2001-01-02-12>> . Acesso em: 25 out. 2013.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, p. 70-76, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. **Regulamento técnico geral para fixação de identificação e qualidade gerais para suco tropical**. Disponível em: <<http://www.idec.org.br/pdf/instrucao-normativa-12.pdf>> . Acesso em: 25 out. 2013.

BRASIL. Decreto 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994. **Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm)> . Acesso em: 25 out. 2013.

CARVALHO, I. T.; GUERRA, N. B. Suco de acerola: estabilidade durante o armazenamento. In: SÃO JOSÉ, A. R.; ALVES, R. E. **Cultura da acerola no Brasil: produção de mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1995. p. 102-105.

CARVALHO-SILVA, L. B.; DIONÍSIO, A. P.; PEREIRA, A. C. S.; WURLITZER, N. J.; BRITO, E. S.; BATAGLION, G. A.; BRASIL, I. M.; EBERLIN, M. N.; LIU, R. H. Antiproliferative, antimutagenic and antioxidant activities of a Brazilian tropical fruit juice. **Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie / Food Science + Technology**, v. 59, p.1319-1324, 2014.

FENG, P.; WEAGANT, S. D.; GRANT, M. A.; BURKHARDT, W. Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. In: UNITED STATES FOOD DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological analytical manual online**. 8. ed. Rockville: FDA, 2002. Chap. 4. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm>>. Acesso em: 17 dez. 2015.

FREITAS, A. S.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M.; FERNANDES, A. G. Estabilidade dos carotenoides antocianinas e vitamina C presentes no suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* DC.) adoçado envasado pelos processos Hot-Fill e asséptico. **Ciência Agrotécnica**, v. 30, n.5, 2006.

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

GOMES, P. M A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 384-389, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. Disponível em: <[http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf)>. Acesso em: 17 dez. 2015.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 45, 1390-1393, 1997.

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

LEHNINGER, A. L. Princípios de bioquímica. São Paulo: Sarvier, 1986. p.211.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Florida: CRC, 1987. v. 2. 158 p.

MILLER, N. J.; DIPLOCK, A. T.; RICE-EVANS, C.; DAVIES, M. J.; GOPINATHAN, V.; MILNER, A. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. **Clinical Science**, v. 84, p. 407-412, 1993.

PEREIRA, A. C. S. ; WURLITZER, N. J.; DIONISIO, A. P.; SOARES, M. V. L. ; BASTOS, M. S. R.; ALVES, R. E.; BRASIL, I. M. Synergistic, additive and antagonistic effects of fruit mixtures on total antioxidant capacities and bioactive compounds in tropical fruit juices. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 65, p. 119-127, 2015.

PEREIRA, A. C. S; DIONISIO, A. P.; WURLITZER, N. J.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; SILVA, A. M. O.; BRASIL, I. M.; MANCINI FILHO, J. Effect of antioxidant potential of tropical fruit juices on antioxidant enzyme profiles and lipid peroxidation in rats. **Food Chemistry**, v.157, p. 179-185, 2014.

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

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington DC: ILSI Press, 2001.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1002, 2010.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Metodologia Científica: **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 128). Disponível em: <[http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/10225/1/Cot\\_128.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/10225/1/Cot_128.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2014.

SILVA, F. C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF : Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370 p.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

TOURNAS, V.; STACK, M. E.; MISLIVEC, P. B.; KOCH, H. A.; BANDLER, R. Yeasts, Molds and Mycotoxins. In: UNITED STATES FOOD DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological analytical manual online**. 8. ed. Rockville: FDA, 2001. Chap. 18. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm071435.htm>>. Acesso em: 23 set. 2014.

VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R.; CARVALHO, N. B.; MILAGRES, M. P.; GONÇALVES, A. C. A. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: açaf (*Euterpe oleracea* Mart.), camu-camu (*Myrciaria dubia*), cajá (*Spondias lutea* L.) and umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). **Food Research International**, v. 44, n. 7, p.1988-1996, 2011.

WURLITZER, N. J.; DIONISIO, A. P.; LIMA, J. R.; PEREIRA, A. C. da S.; BASTOS, M. do S. R.; MODESTO, A. L. G. **Obtenção de sucos mistos de frutas tropicais com alto teor de polifenóis e capacidade antioxidante**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2015. 6 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 213). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125127/1/COT15002.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2014.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T.; TONZAR, A. C.; MORIYA, S.; FERNANDES, J. G. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 92-94, jan.-abr. 2003.



---

*Agroindústria Tropical*



MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**

