

UFRRJ

INSTITUTO DE TECNOLOGIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

DISSERTAÇÃO

**Aproveitamento do Albúmen Sólido do Coco Verde para
Obtenção de *Smoothie* de Frutas Tropicais**

Nátali Silva Teixeira

2018



UFRRJ

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**APROVEITAMENTO DO ALBÚMEN SÓLIDO DO COCO
VERDE PARA OBTENÇÃO DE *SMOOTHIE* DE FRUTAS
TROPICAIS**

NÁTALI SILVA TEIXEIRA

Sob a Orientação da Professora
Dra. Lourdes Maria Correa Cabral

e Co-orientação da
Dra. Virgínia Martins da Matta

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Tecnologia de Alimentos.

Seropédica, RJ
Março de 2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T266a Teixeira, Nátali Silva, 1992-
Aproveitamento do Albúmen Sólido do Coco Verde para
Obtenção de Smoothie de Frutas Tropicais / Nátali
Silva Teixeira. - 2018.
85 f.

Orientadora: Lourdes Maria Correa Cabral.
Coorientadora: Virgínia Martins da Matta.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2018.

1. Desenvolvimento de produto. 2. Análise
sensorial. 3. Capacidade antioxidante. 4. Polpa do
coco verde. I. Cabral, Lourdes Maria Correa, 1957-,
orient. II. da Matta, Virgínia Martins, 1963-,
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

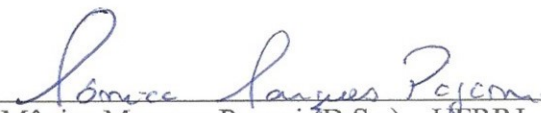
NÁTALI SILVA TEIXEIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração em Tecnologia de Alimentos.

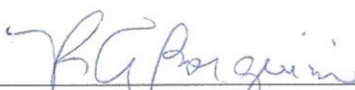
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 20/03/2018



Lourdes Maria Correa Cabral (D.Sc.) – Embrapa/UFRRJ
(Orientador)



Mônica Marques Pagani (D.Sc.) – UFRRJ



Renata Galhardo Borguini (D.Sc.) – Embrapa

DEDICATÓRIA

A Deus, por tudo que és em minha vida, pois sem Ele nada posso fazer. “Porque dEle e por Ele, e para Ele, são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente. Amém.” (Romanos 11:36).

À minha mãe, Célia Maria, pelo seu amor, dedicação e incentivo, para minha formação. À minha irmã, Etiene, pelo apoio e carinho de irmã ogra.

Aos meus avós, Noêmia (*In memorian*) e Otaviano, por serem a base de tudo em minha vida.

Ao meu namorado, Víctor, pelo nosso amor, seu apoio, cuidado, orientação e paciência nos meus momentos de tensão.

Aos meus amigos, Milene, Letícia, Priscila Galvão, Víctor Hugo, Lidiane e Luana, pela compreensão nos momentos em que não pude estar com eles, pela amizade, incentivo e conselhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido a benção de ingressar neste curso e ter me sustentado até aqui, diante de tantos desafios que vivi durante esses dois anos.

À UFRRJ, em particular ao PPGCTA e à coordenadora Maria Ivone.

À Capes, pela bolsa concedida.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos, por disponibilizar suas instalações para o desenvolvimento da parte experimental deste trabalho.

Às minhas orientadoras, Dra. Lourdes Cabral, por ter acreditado no projeto e confiado no meu trabalho. E a Dra. Virgínia da Matta, pela paciência, investimento, disponibilidade e conhecimento, o qual fez toda a diferença na minha formação profissional e levarei por toda minha caminhada. A vocês todo meu carinho e admiração.

Ao Dr. André Dutra e à fábrica Rei do coco por fornecerem a matéria-prima.

Às pesquisadoras, Dra. Renata Torrezan e Dra. Daniela De Grandi Freitas-Sá, pelas contribuições, conselhos e investimento durante o desenvolvimento deste trabalho.

A turma de 2016.1, principalmente a Amanda, Bárbara, Isabela, Fábio e Daniel, pela parceria nos trabalhos e nos momentos de dúvidas e desespero.

Aos estagiários, Isadora, Christelle, Priscila, Isabelle, Laurine, Ingrid, Bianca e João, que me acompanharam durante este trabalho.

À equipe do Laboratório de Análise Sensorial, Zé Carlos, Marcela e estagiárias.

À equipe do Laboratório de Microbiologia, Dra. Janine Passos e Dr. Eduardo Walter, Simone e estagiários.

À equipe do Laboratório de Cromatografia, Dr. Ronoel Godoy, Dra. Manuela Santiago e Dr. Sidney Pacheco, por me auxiliarem nas análises cromatográficas.

À equipe do Laboratório de Físico-química da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

À Dra. Flávia Gomes e à Ana Paula, por permitirem a realização das análises de carotenoides no laboratório.

Aos funcionários das plantas I e II, que sempre me ajudaram em tudo que precisei, além de fornecer um ambiente agradável e divertido para se trabalhar. Em especial ao Filé, Agnelli, Érika, Chorão, PS, Adilson (Já é) e William. Sentirei saudades.

Aos meus colegas embrapianos, Pingo, Leilson (irmão mais velho), Gislaine, Gabriela Nunes, Carol Beres, Aline Cascaes, Davi, Yineth, Fabíola, André, Karen Elbert, Filipe Aleixo e Izabela Alvez, vocês são os melhores, obrigada pelos momentos divertidos, caronas e aprendizados.

Às minhas lindas amigas que fiz esse ano, Géssica Lira e Maraysa, por me acolherem em seus lares, além de tirar minhas inúmeras dúvidas a qualquer momento do dia.

Muito obrigada!

RESUMO

TEIXEIRA, Nátali Silva. **Aproveitamento do Albúmen Sólido do Coco Verde para Obtenção de *Smoothie* de Frutas Tropicais**. 2018. 85 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

Nas indústrias de água de coco envasada, geralmente são descartadas as cascas e, aderida a ela, o albúmen sólido (polpa do coco verde), um coproduto ainda pouco estudado tanto em relação à sua composição nutricional quanto à possibilidade de aplicação em bebidas do tipo *smoothie*. Frutas como a acerola e o abacaxi agregam importantes características sensoriais e nutricionais para estas bebidas, pelo alto teor de vitamina C da acerola e o equilíbrio doce-ácido do abacaxi. Diante disso, o objetivo deste estudo foi utilizar o albúmen sólido do coco verde visando desenvolver uma bebida mista do tipo *smoothie*. O albúmen utilizado neste estudo foi cedido pela empresa de água de coco Rei do Coco, localizada em Barra do Pirai/RJ, retirado de forma manual e acondicionado em embalagens flexíveis aluminizadas, sendo armazenado em câmara de congelamento a -18°C até o momento da formulação dos *smoothies*. As formulações foram desenvolvidas seguindo um planejamento experimental, com concentração fixa do albúmen sólido em 20% e sendo os teores dos três outros componentes (polpas de acerola, abacaxi e água de coco) as variáveis independentes do planejamento de mistura, que totalizaram 80% da massa total do produto. Os parâmetros de resposta avaliados foram o teor de vitamina C, a capacidade antioxidante e a aceitação sensorial global. As matérias-primas e o produto final foram caracterizados quanto às análises físico-químicas, compostos bioativos e capacidade antioxidante. Foi analisada também a vida útil do *smoothie* selecionado durante 90 dias sob refrigeração. Os resultados referentes à caracterização do albúmen mostraram que ele possui teores consideráveis de lipídeos, proteínas e carboidratos e que o seu uso em uma bebida mista pode contribuir para o sabor e o valor nutricional do produto, além de agregar valor à cadeia do coco verde. Em relação ao desenvolvimento da bebida, foi observado que das dez formulações aquelas que continham maiores concentrações de polpa de acerola apresentavam valores superiores de compostos bioativos, porém, não foram as mais aceitas sensorialmente. A partir destes resultados, a função desejabilidade permitiu definir a melhor formulação do produto, que foi sem a água de coco, com 27% de acerola, 53% de abacaxi e 20% do albúmen sólido de coco verde. Esta nova formulação apresentou boa aceitação sensorial, com nota igual a 7 (“bom”). Durante o armazenamento do *smoothie* final por 90 dias sob refrigeração, ocorreu degradação lenta dos compostos bioativos, pouca alteração quanto aos parâmetros de cor e qualidade microbiológica de acordo com a legislação vigente, até os 60 dias. Além da boa aceitação sensorial, o *smoothie* final selecionado pode contribuir com o aporte nutricional, tornando possível agregar valor a este coproduto da indústria de bebidas.

Palavras-chave: desenvolvimento de produto, análise sensorial, capacidade antioxidante, polpa de coco verde.

ABSTRACT

TEIXEIRA, Nátali Silva. **Use of Solid Albumen of the Green Coconut for Obtaining Tropical Fruit Smoothie**. 2018. 85 p. Dissertation (Master Science in Food Science and Technology, Food Technology). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

In the bottled coconut water industries, the shells are usually discarded, with the solid albumen (green coconut pulp) adhered to it, a coproduct that has not yet been studied in relation to its nutritional composition and the possibility of application in beverages like smoothie. Fruits such as acerola and pineapple contribute with important sensory and nutritional characteristics to these beverages, due to the high vitamin C content of acerola and sweet-sour balance flavor of pineapple. Therefore, the objective of this study was to use the solid albumen of the green coconut in order to develop a smoothie. The albumen used in this study was provided by the coconut water company *Rei do Coco*, located in Barra do Pirai/RJ, manually collected, packaged in aluminized flexible packages and frozen stored in a cold room at -18 °C until the moment of formulation of smoothies. The formulations were developed following a mixture experimental design, with a fixed concentration (20%) of the green coconut pulp and the contents of the three other components (acerola and pineapple pulps and coconut water) as the independent factors, completing 80% of the total mass of the product. The evaluated response parameters were vitamin C content, antioxidant capacity and overall sensory acceptance. The raw materials and the final product were characterized for physico-chemical analysis, bioactive compounds and antioxidant capacity. In addition, it was analyzed the stability of the best smoothie formulation during 90 days under refrigeration. The characterization of albumen showed that it has considerable lipid, protein and carbohydrate contents and its application in a mixed drink can contribute to the flavor and nutritional value of the product, as well as to add value to the green coconut industry. Regarding the development of the beverage, it was observed that, among the ten formulations, those containing the highest concentrations of acerola pulp presented higher values of bioactive compounds, although they were not the most sensory accepted. The desirability function permitted to define a best formulation that consisted of green coconut pulp (20%), acerola (27%) and pineapple (53%), without coconut water. This formulation presented good acceptance with a score equal to 7 ("good"). The smoothie stored for 90 days under refrigeration showed a light degradation of the bioactive compounds, a little change in the parameters of color and a microbiological quality according to the current legislation, during 60 days. Besides of its good sensory acceptance, the selected final smoothie can add to the nutritional contribution and to add value to the beverage industry coproduct.

Key-words: product development, sensory analysis, antioxidant capacity, green coconut pulp.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Composição nutricional da água de coco verde e albúmen sólido do coco maduro, em porção de 100 g (TACO, 2011). | 4 |
| Tabela 2. Produção de coco, área plantada e produtividade do coqueiro dos principais estados brasileiros produtores, em 2017 (IBGE, 2017). | 6 |
| Tabela 3. Composição nutricional da polpa <i>in natura</i> e congelada do abacaxi em 100g (TACO, 2011). | 10 |
| Tabela 4. Delineamento experimental de mistura para o desenvolvimento de <i>smoothie</i> de albúmen sólido de coco verde (20% m/m), adicionado de acerola, abacaxi e água de coco. ... | 21 |
| Tabela 5. Caracterização físico-química vitamina C, fenólicos totais e capacidade antioxidante das matérias-primas. | 31 |
| Tabela 6. Composição centesimal da polpa (albúmen sólido) de coco verde. | 32 |
| Tabela 7. Características físico-químicas das diferentes formulações do <i>smoothie</i> de coco verde (20%) pasteurizado. | 33 |
| Tabela 8. Teor de vitamina C e capacidade antioxidante das diferentes formulações do <i>smoothie</i> de coco verde (20%) pasteurizado. | 34 |
| Tabela 9. Médias* do atributo aceitação global do <i>smoothie</i> de coco verde (20%) pasteurizado. | 35 |
| Tabela 10. Médias da aceitação global das formulações do <i>smoothie</i> de coco verde (20%) pasteurizado de acordo com os segmentos identificados. | 37 |
| Tabela 11. Frequência de menção de cada termo do questionário CATA para cada uma das formulações de <i>smoothie</i> de coco verde (20%) pasteurizado analisadas. | 38 |
| Tabela 12. Características físico-químicas das polpas frescas de acerola e abacaxi. | 41 |
| Tabela 13. Características físico-químicas e parâmetros microbiológicos da formulação final do <i>smoothie</i> misto de coco verde. | 42 |
| Tabela 14. Composição centesimal da formulação final do <i>smoothie</i> misto de coco verde. ... | 42 |
| Tabela 15. Composição em minerais da formulação final do <i>smoothie</i> misto de coco verde final e ingestão diária recomendada. | 43 |
| Tabela 16. Vitamina C, compostos fenólicos totais, perfil de carotenoides e capacidade antioxidante do <i>smoothie</i> misto de coco verde. | 44 |

| | |
|--|----|
| Tabela 17. Perfil sócio econômico dos consumidores participantes ($n = 113$) da avaliação sensorial da formulação final do <i>smoothie</i> misto de coco verde. | 46 |
| Tabela 18. Características físico-químicas do <i>smoothie</i> misto de coco verde durante 90 dias de armazenamento a 7°C. | 49 |
| Tabela 19. Avaliação microbiológica do <i>smoothie</i> misto de coco verde durante o armazenamento a 7 °C durante 90 dias. | 54 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Corte longitudinal do coco verde. | 4 |
| Figura 2. Aumento do cultivo de coqueiro nos estados brasileiros de 1990 a 2014 (MARTINS & JESUS JÚNIOR, 2014). | 5 |
| Figura 3. Acerola <i>in natura</i> | 8 |
| Figura 4. Morfologia do abacaxi. | 9 |
| Figura 5. Reação de oxidação do ácido ascórbico a ácido deidroascórbico (ROSA, 2005). ... | 11 |
| Figura 6. Estruturas dos principais carotenoides encontrados nos alimentos (RODRIGUEZ-AMAYA, KIMURA & AMAYA-FARFAN, 2008). | 13 |
| Figura 7. Estrutura química e clivagem do β -caroteno (PACHECO, 2009). | 13 |
| Figura 8. Remoção manual (A) e homogeneização (B) do albúmen sólido do coco verde. | 18 |
| Figura 9. Ilustração das etapas do estudo. | 19 |
| Figura 10. Diagrama do processo para obtenção do <i>smoothie</i> misto de coco verde. | 20 |
| Figura 11. Homogeneização das matérias-primas. | 21 |
| Figura 12. Pasteurizador de superfície raspada (FT25D, Armfield, Inglaterra). | 22 |
| Figura 13. Envase do <i>smoothie</i> pasteurizado. | 23 |
| Figura 14. Etapas para obtenção do extrato segundo o método de Re et al. (2009) para determinação da capacidade antioxidante (CRUZ, 2008). | 25 |
| Figura 15. Coordenados do sistema CIELab de cor (HUNTERLAB, 1978). | 28 |
| Figura 16. Amostras analisadas na primeira etapa do estudo. | 29 |
| Figura 17. Gráfico de contorno das variáveis dependentes: capacidade antioxidante (A) e vitamina C (B). | 34 |
| Figura 18. Dendograma para análise hierárquica de agrupamento pelo método de Ward. | 37 |
| Figura 19. Análise de correspondência (AC) dos dados do CATA do <i>smoothie</i> de coco verde pasteurizado. | 39 |
| Figura 20. Diagrama de Pareto para o efeito das variáveis independentes (teores de abacaxi, acerola e água de coco) sobre a aceitação global do <i>smoothie</i> | 39 |

| | |
|---|----|
| Figura 21. Valores estimados propostos pela função desejabilidade para as respostas aceitação sensorial, vitamina C e capacidade antioxidante do <i>smoothie</i> de coco verde pasteurizado. | 40 |
| Figura 22. Frequência do consumo de bebidas de frutas..... | 47 |
| Figura 23. Preferência dos consumidores ($n = 113$) em relação ao sabor de suco consumido. | 47 |
| Figura 24. Intenção de consumo, pelos consumidores, do <i>smoothie</i> misto de coco verde..... | 48 |
| Figura 25. Teor de vitamina C do <i>smoothie</i> misto de coco verde armazenado a 7° C durante 90 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo. ... | 50 |
| Figura 26. Teor de carotenoides totais do <i>smoothie</i> misto de coco verde armazenado a 7° C durante 90 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo. | 51 |
| Figura 27. Teor de fenólicos totais do <i>smoothie</i> misto de coco verde armazenado a 7 °C durante 90 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo. | 51 |
| Figura 28. Capacidade antioxidante, medida pelo método ABTS ⁺ , do <i>smoothie</i> misto de coco verde armazenado a 7 °C durante 90 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo. | 52 |
| Figura 29. Parâmetros de cor do <i>smoothie</i> misto de coco verde armazenado a 7 °C durante 90 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo. | 53 |
| Figura 30. Parâmetro H° do <i>smoothie</i> misto de coco verde armazenado a 7° C durante 90 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo..... | 54 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 | OBJETIVOS | 2 |
| 3 | REVISÃO DA LITERATURA | 3 |
| 3.1. | Coco (<i>Cocos nucifera</i> L.) | 3 |
| 3.1.1. | Origem e composição nutricional | 3 |
| 3.1.2. | Produção e mercado do coco verde | 5 |
| 3.1.3. | Aproveitamento da polpa do coco verde (albúmen sólido) | 6 |
| 3.2. | Acerola | 7 |
| 3.3. | Abacaxi | 8 |
| 3.4. | Capacidade Antioxidante | 10 |
| 3.4.1. | Vitamina C (ácido ascórbico) | 11 |
| 3.4.2. | Carotenoides | 12 |
| 3.4.3. | Compostos fenólicos | 14 |
| 3.5. | Desenvolvimento de Bebidas | 14 |
| 3.6. | Análise Sensorial | 16 |
| 4 | MATERIAL E MÉTODOS | 18 |
| 4.1. | Matéria-prima | 18 |
| 4.2. | Planejamento dos Experimentos | 19 |
| 4.2.1. | Desenvolvimento do <i>smoothie</i> de frutas | 19 |
| 4.2.2. | Estudo de estabilidade do <i>smoothie</i> misto | 22 |
| 4.3. | Métodos Analíticos | 23 |
| 4.3.1. | pH | 23 |
| 4.3.2. | Sólidos solúveis | 23 |
| 4.3.3. | Acidez total titulável | 23 |
| 4.3.4. | Sólidos totais | 23 |
| 4.3.5. | Teor de vitamina C | 24 |
| 4.3.6. | Determinação da capacidade antioxidante | 24 |
| 4.3.6.1. | Determinação da capacidade antioxidante pelo método ABTS ^{•+} | 25 |
| 4.3.6.2. | Determinação da capacidade antioxidante pelo método ORAC | 26 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.3.7. | Compostos fenólicos totais | 26 |
| 4.3.8. | Carotenoides totais e perfil | 27 |
| 4.3.9. | Composição centesimal | 27 |
| 4.3.10. | Minerais | 28 |
| 4.3.11. | Análise instrumental de cor | 28 |
| 4.3.12. | Análises microbiológicas | 28 |
| 4.3.13. | Análise sensorial | 29 |
| 4.3.14. | Análise dos dados | 30 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 31 |
| 5.1. | Formulação de <i>Smoothie</i> Misto com Polpa de Coco Verde | 31 |
| 5.1.1. | Caracterização das matérias-primas | 31 |
| 5.1.2. | Planejamento de mistura | 32 |
| 5.2. | Desenvolvimento do Produto Final | 40 |
| 5.2.1. | Caracterização das polpas frescas | 40 |
| 5.2.2. | Caracterização físico-química e avaliação microbiológica do produto final. | 41 |
| 5.2.3. | Compostos bioativos e capacidade antioxidante do <i>smoothie</i> final | 43 |
| 5.2.4. | Aceitação global do <i>smoothie</i> final | 45 |
| 5.3. | Estudo da Estabilidade do <i>Smoothie</i> Final | 48 |
| 6 | CONCLUSÃO | 55 |
| 7 | SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 56 |
| 8 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 57 |
| | ANEXOS | 71 |
| | ANEXO A - Pôster informativo utilizado durante a análise sensorial no Hortifruti. | 71 |

1 INTRODUÇÃO

O coco é um fruto de importância na cadeia produtiva agroindustrial, utilizado em todo o mundo. É encontrado principalmente nas regiões tropicais, destacando-se como maiores produtores mundiais a Indonésia, as Filipinas, a Índia e o Brasil.

As partes do coco mais estudadas e industrializadas são a polpa branca do coco maduro ou amêndoa e o albúmen líquido do coco verde, chamado popularmente de água de coco. A água, que corresponde a aproximadamente 20% a 25% do peso total do fruto, começa a ser formada a partir do segundo mês após a abertura da inflorescência e alcança seu volume máximo entre 6 e 8 meses de idade, período este recomendado para a colheita quando visando à sua industrialização.

Nas indústrias de água de coco envasada, geralmente são descartadas as cascas e, aderida à ela, o albúmen sólido (polpa do coco verde), um coproduto ainda pouco estudado tanto com relação à sua composição nutricional quanto a possibilidades de usos. O albúmen sólido do coco verde anão com idade de 8,5 meses corresponde a cerca de 3,3% do peso do fruto, o que significa que se a quantidade de coco destinada para extração da água atingir 23 milhões de toneladas, a quantidade de polpa de coco verde descartada pela indústria pode alcançar cerca de 80.000 toneladas anuais.

Atualmente, as bebidas prontas para consumo do tipo *smoothie* são alvo de consumidores que buscam qualidade nutricional e praticidade. Isto ocorre porque estas bebidas são formuladas à base de frutas, suco de frutas, iogurte, leite ou mel, apresentando uma consistência semilíquida e são envasadas em garrafas de fácil manuseio. Além destas características, os *smoothies* de frutas apresentam fibras alimentares, substâncias antioxidantes e nutrientes que podem contribuir para diminuir o risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

Na obtenção desses produtos podem ser utilizadas diferentes frutas, que contribuem para o aporte nutricional e para as características sensoriais da bebida. Na literatura científica tem sido reportado o desenvolvimento de diferentes *smoothies* com misturas de frutas, apresentando características como poder antioxidante, compostos fenólicos, vitaminas e boa aceitação sensorial. Em geral, as frutas que compõem um *smoothie* contribuem para a qualidade dos mesmos com base nas suas características originais, como, por exemplo, a acerola, que se destaca pelo seu alto teor de vitamina C; a banana, que agrega o sabor doce; o abacaxi, uma fruta bastante consumida e apreciada, e que pode contribuir para conferir o equilíbrio doce-ácido; o açaí, que contém um teor elevado de antocianinas, entre outras.

No desenvolvimento de novos produtos, o planejamento de mistura é uma ferramenta estatística aplicada a fim de gerar as proporções ideais dos componentes de uma mistura. Ao final, é possível avaliar os efeitos ou impactos que os fatores têm nas respostas desejadas. Estas observações são obtidas de combinações pré-selecionadas dos componentes na tentativa de se determinar quais delas, de alguma maneira, podem otimizar a resposta desejada.

Nesses estudos onde são desenvolvidos novos produtos, os testes de aceitação são de suma importância para que se possa avaliar o quanto o consumidor gosta ou desgosta do mesmo, contribuindo para a introdução no mercado de produtos com maior potencial de sucesso comercial, sendo, portanto, bastante utilizados pelas indústrias de alimentos e bebidas.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Estudar o aproveitamento do albúmen sólido do coco verde por meio do desenvolvimento de uma bebida mista do tipo *smoothie*.

2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar o albúmen sólido do coco verde quanto às suas características físico-químicas, compostos bioativos e composição centesimal;
- Definir a formulação ideal de um *smoothie* contendo coco verde, por meio de um planejamento de mistura, tendo como respostas principais a aceitação sensorial, o teor de vitamina C e a capacidade antioxidante do produto;
- Determinar as características físico-químicas, a qualidade microbiológica, os teores dos compostos bioativos e a capacidade antioxidante do produto final;
- Avaliar a aceitação sensorial do *smoothie* final;
- Avaliar a estabilidade do produto final armazenado sob refrigeração por um período de até 90 dias.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Coco (*Cocos nucifera* L.)

3.1.1. Origem e composição nutricional

O coqueiro é uma árvore de clima tropical, largamente distribuído na Ásia, África, América Latina e ilhas do Pacífico e originário das regiões do Sudeste Asiático entre os oceanos Índico e Pacífico (SIQUEIRA et al., 2002). No Brasil, o plantio dos coqueiros, com a variedade gigante, foi iniciado em 1554 na Bahia, oriundo das ilhas de Cabo Verde. Já a variedade anã, foi introduzida posteriormente, no século XX (FONTES & FERREIRA, 2006).

A disseminação do coqueiro no Brasil ocorreu rapidamente, devido às condições climáticas favoráveis das regiões litorâneas do Nordeste, apresentando posterior crescimento nas demais regiões. As melhores condições de plantio para o coqueiro envolvem a utilização de solos arenosos, incidência intensa de radiação solar e temperaturas em torno de 27°C e com mínimas superiores a 15°C (KWIATKOWSKI, 2011).

Comumente chamado no Brasil de coco-da-baía, o coco pertence à família *Arecaceae* (Palmae) e ao gênero *Cocos*, o qual tem uma única espécie *Cocos nucifera* L. (SIQUEIRA et al., 2002). A colheita deste fruto é feita durante todo o ano, com variações estacionais. As variedades mais cultivadas e utilizadas em produtos alimentícios são a gigante (*C. nucifera* var. *typica*) e a anã (*C. nucifera* var. *nana*). A primeira tem sido mais utilizada com o coco já maduro (coco seco), que tem o uso culinário amplamente difundido para o preparo de doces, bolos, entre outros; e, nas indústrias, para a produção, principalmente, de leite de coco, farinha de coco, óleo de coco e coco ralado. O coqueiro anão é utilizado principalmente na obtenção de água de coco verde (CARVALHO et al., 2006). Um terceiro tipo de coqueiro é o híbrido, resultante do cruzamento do coqueiro gigante com o anão. Este pode produzir tanto a água quanto o coco seco (CHAN & ELEVITCH, 2006; DEBMANDAL & MANDAL, 2011).

O coqueiro anão tem desenvolvimento precoce, iniciando a produção em média aos 2 a 3 anos. Sua produtividade alcança em torno de 150 a 200 frutos/planta/ano para plantas com altura de 10 a 12 m (CHAN & ELEVITCH, 2006).

Quanto às características morfológicas do fruto, o coco é uma drupa fibrosa, variando sua forma de alongada para quase esférica (CHAN & ELEVITCH, 2006). Em sua cavidade, suporta um volume de aproximadamente 300 mL de água, que, durante o amadurecimento, pode reduzir a cerca de 270 mL (FOALES & HARRIES, 2009).

Os frutos do coqueiro são divididos em diferentes partes, como é mostrado na Figura 1 e descrito a seguir:

1. O epicarpo é a camada fina e lisa que reveste o fruto externamente;
2. A camada seguinte é o mesocarpo, sendo mais grossa e fibrosa e reaproveitada como matéria-prima na indústria;
3. O endocarpo consiste na camada lenhosa que envolve a semente, torna-se mais dura com o amadurecimento e tem uso doméstico ou industrial;
4. Aderido ao endocarpo, encontra-se o albúmen sólido, formado nos frutos com idade entre 5 e 6 meses. Este apresenta inicialmente consistência gelatinosa e translúcida e, durante a maturação, sua textura se torna mais rígida;
5. E, por fim, o albúmen líquido que corresponde a aproximadamente 20 a 25% do peso total do fruto e apresenta aparência opalescente e sabor adocicado e levemente

acidificado. Este começa a se formar a partir do segundo mês após a abertura da inflorescência, e alcança seu volume máximo entre 6 e 8 meses de idade, período este recomendado para colheita se for direcionado para o seu consumo (ASSIS et al., 2000; ARAGÃO et al., 2002; BENASSI et al., 2007).

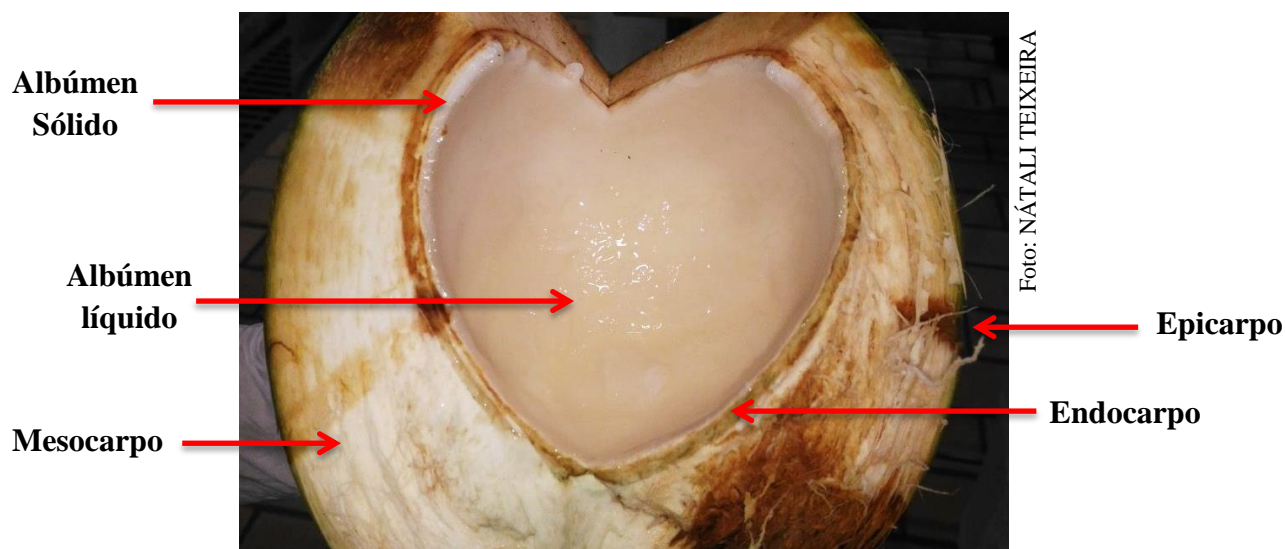


Figura 1. Corte longitudinal do coco verde.

A composição nutricional do coco depende do estágio de maturação em que ele se encontra, além de outros fatores como a composição do solo, irrigação e condições climáticas (ARAGÃO et al., 2002; AROUCHA et al., 2014). A Tabela 1 apresenta a composição nutricional do albúmen líquido do coco verde, chamado popularmente de água de coco, e do albúmen sólido do coco maduro (TACO, 2011).

Tabela 1. Composição nutricional da água de coco verde e albúmen sólido do coco maduro, em porção de 100 g (TACO, 2011).

| Componentes | Água de coco verde | Polpa de coco maduro |
|-----------------------------|--------------------|----------------------|
| Umidade (g) | 94,3 | 47,0 |
| Energia (kcal) | 22,0 | 406,0 |
| Proteínas (g) | 0,0 | 3,7 |
| Lipídeos totais (g) | 0,0 | 42,0 |
| Carboidratos (g) | 5,3 | 10,4 |
| Fibras dietéticas totais(g) | 0,1 | 5,4 |
| Cinzas (g) | 0,5 | 1,0 |
| Cálcio (mg) | 19,0 | 6,0 |
| Magnésio (mg) | 5,0 | 51,0 |
| Manganês (mg) | 0,25 | 1,00 |
| Fósforo (mg) | 4,0 | 118,0 |
| Sódio (mg) | 2,0 | 15,0 |
| Potássio (mg) | 162,0 | 354,0 |
| Vitamina C (mg) | 2,4 | 2,5 |

A água de coco é rica em minerais e açúcares, sendo a glicose e a frutose os açúcares predominantes e que conferem sabor agradável à bebida. Esta composição nutricional contribui em casos de desidratação, reeducação alimentar e cuidados com a saúde (PRADO et al., 2015). O volume do albúmen sólido aumenta no decorrer da maturação, quando ocorre a síntese da sacarose a partir dos monossacarídeos presentes no fruto verde. Além disso, este também apresenta elevada quantidade de gordura, proteína e fibras. A polpa do coco maduro é amplamente utilizada e comercializada na forma de polpa, óleo, leite de coco, fibra, farinha, além de ingredientes em várias receitas bastante apreciadas pela população em geral. A aplicação desta polpa também ocorre em ração animal, sínteses industriais, sabões, detergentes e cosméticos (ALMEIDA et al., 2006).

3.1.2. Produção e mercado do coco verde

Em função das suas qualidades nutricionais e sensoriais, o coco é comercialmente explorado em cerca de 90 países, sendo uma espécie botânica de grande importância socioeconômica para as regiões tropicais.

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de coco, superado apenas pela Indonésia, Filipinas e Índia (FAOSTAT, 2016). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017), a produção de coco brasileira, no período entre janeiro e agosto de 2017, foi de 1.744.931 toneladas com uma área de 224.666 hectares.

A partir da década de 90, foi observado um aumento da área plantada e da produtividade do coco no território brasileiro, devido a alguns fatores como o aumento do consumo de água de coco, a disseminação do cultivo, sobretudo de coqueiros anões, a modernização das empresas, entre outros (SANTANA et al., 2011; MARTINS & JESUS JÚNIOR, 2014; CAVALCANTE, 2016). Desta forma, o Brasil encontra-se em posição de destaque entre os países da América do Sul, sendo responsável por mais de 80% da produção do coco no continente, e destacando-se também em área cultivada (MARTINS & JESUS JÚNIOR, 2014). A região que lidera tradicionalmente o cultivo de coqueiro no Brasil é o Nordeste, sendo que 70% da cocoicultura nordestina é mantida por pequenos agricultores em áreas de 5 a 50 hectares. É importante ressaltar que, nos últimos 30 anos, este cultivo tem recebido atenção especial em outras regiões do Brasil, principalmente Sudeste, Centro Oeste e Norte do país (Figura 2).

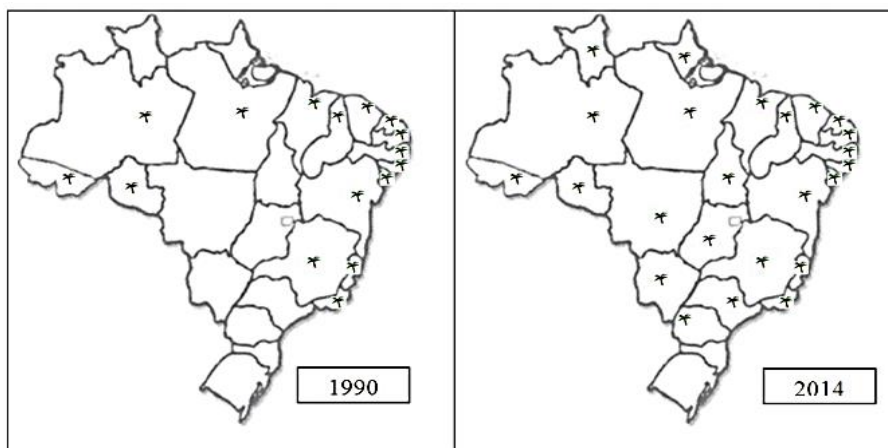


Figura 2. Aumento do cultivo de coqueiro nos estados brasileiros de 1990 a 2014 (MARTINS & JESUS JÚNIOR, 2014).

Este fato tem contribuído para que a produção brasileira de coco nas demais regiões seja significativa, como pode ser observado na Tabela 2. Contudo, os estados do Nordeste,

principalmente Bahia e Sergipe, ainda estão entre os maiores produtores, correspondendo a 74,3% da produção nacional de coco (IBGE, 2017).

Tabela 2. Produção de coco, área plantada e produtividade do coqueiro dos principais estados brasileiros produtores, em 2017 (IBGE, 2017).

| Estado | Produção (mil frutos) | Área plantada (ha) | Rendimento médio (frutos/ha) |
|---------------------|----------------------------------|-------------------------------|---|
| Bahia | 542.448 | 75.510 | 7,280 |
| Sergipe | 238.739 | 37.844 | 6,323 |
| Pará | 197.037 | 22.857 | 9,754 |
| Ceará | 196.836 | 25.548 | 8,399 |
| Espírito Santo | 120.816 | 10.236 | 12,774 |
| Alagoas | 93.981 | 21.463 | 4,789 |
| Pernambuco | 93.592 | 5.537 | 22,215 |
| Rio Grande do Norte | 67.616 | 15.354 | 4,563 |
| Rio de Janeiro | 44.225 | 2.833 | 15,744 |
| Paraíba | 37.643 | 6.677 | 5,698 |

Em termos de produtividade, os estados de Pernambuco, Espírito Santo e Rio de Janeiro apresentaram os maiores rendimentos no cenário nacional. Rio de Janeiro e Espírito Santo possuem, ainda, grandes possibilidades de crescimento na produção de coco fresco, dada à proximidade com os grandes centros consumidores. A variedade mais utilizada nessas regiões é o coqueiro anão, pela maior quantidade e melhor qualidade da água se comparado às outras variedades (MARTINS & JESUS JÚNIOR, 2014).

Com o aumento das áreas plantadas de coco no Brasil, como também com as mudanças no comportamento da população brasileira em relação aos hábitos saudáveis, o mercado de coco verde teve um avanço nos últimos anos, movimentando cerca de R\$ 450 milhões. Segundo dados da Euromonitor, estima-se que este mercado cresça em média 9,2% por ano em volume até 2020, chegando a 65,2 milhões de litros (DATAMARK, 2016).

O consumo nacional chega a aproximadamente 350 milhões de litros por ano, sendo o consumo per capita em torno de 0,32 litro/ano. Comparando com os refrigerantes, que apresenta consumo per capita de 86 litros/ano, este consumo de água de coco ainda é incipiente, porém promissor (DATAMARK, 2016). Segundo a consultoria Nielsen, desde 2015 este setor está crescendo, tendo apresentado naquele ano um crescimento de 12,4%, enquanto que para outros tipos de bebidas como os refrigerantes, sucos prontos, energéticos e sucos em pó, foi observada uma queda continuada (FOOD SERVICE NEWS, 2016).

Em 2014, foram produzidos 1,5 bilhão de frutos destinados à extração de água de coco (CAVALCANTI, 2014), correspondendo a aproximadamente 23,4 milhões de toneladas. Segundo Benassi et al. (2007), o albúmen sólido do coco verde anão com idade de 8,5 meses corresponde a 3,32% do peso do fruto, o que significa que a quantidade de polpa de coco verde que pode vir a ser descartada pela indústria é em torno de 80.000 toneladas anuais. Este dado mostra o potencial econômico do aproveitamento deste coproduto.

3.1.3. Aproveitamento da polpa do coco verde (albúmen sólido)

O albúmen sólido é formado entre o quinto e sexto mês de idade do coco a partir da extremidade oposta ao pedúnculo, estendendo-se por toda a cavidade do fruto. Apresenta sabor agradável, adocicado e textura gelatinosa e translúcida. Durante o processamento da água de coco, esse albúmen, aqui denominado polpa, é descartado juntamente com a casca,

gerando uma elevada quantidade de resíduo agroindustrial e tornando-se um prejuízo tanto econômico quanto ambiental (ARAGÃO, 2002).

A utilização dessa polpa é uma alternativa para reduzir a geração de resíduos no processo de fabricação da água de coco e evitar o desperdício deste coproduto. Ainda que no estágio de maturação adequado para a coleta da água de coco a polpa represente uma baixa porcentagem da massa total do fruto, a elevada quantidade de resíduo gerado possibilita a aplicação no desenvolvimento de produtos alimentícios, como doces, sorvetes, iogurtes e bebidas (LAVOYER et al., 2013).

Poucos trabalhos reportam a composição e as propriedades tecnológicas deste coproduto. Santana e colaboradores (2011) realizaram a caracterização da polpa de coco verde, que apresentou 5,19% de carboidratos, 92,70% de umidade, 0,39% de lipídeos, 0,97% de proteína e 0,75% de cinzas. É importante destacar que, assim como na água de coco, o albúmen também apresenta maior concentração de umidade e carboidratos.

Alguns autores estudaram possíveis aplicações do albúmen sólido do coco verde como ingrediente na obtenção de novos produtos, como, por exemplo, sorvetes, no qual o coproduto apresentou propriedade emulsificante e estabilizante, substituindo a gordura e o leite; e na elaboração de pães, bolos e produtos tipo *snack* (IGUTTI et al., 2011; PIETRO et al., 2011; SANTANA et al., 2011). Uma outra possibilidade tecnológica é a utilização do albúmen em bebidas de frutas.

3.2. Acerola

A acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), também conhecida como *West Indian cherry*, *Barbados cherry* ou cereja das Antilhas, é nativa das ilhas do Caribe, norte da América do Sul e América Central. Após a descoberta do seu alto teor de vitamina C em 1946, iniciou-se o plantio comercial em Porto Rico e, em seguida, em Cuba, Flórida e Havaí. No Brasil, esta espécie foi introduzida em 1955 em Pernambuco, com de sementes oriundas de Porto Rico. Devido ao clima tropical e ao solo, a aceroleira apresentou boa adaptação no Brasil, se espalhando para outras regiões do país, com limitações na região Sul, em função das baixas temperaturas no inverno (SOARES FILHO & OLIVEIRA, 2003; RITZINGER & RITZINGER, 2011).

A aceroleira é uma planta típica de regiões de clima tropical e subtropical, necessitando, para o seu desenvolvimento e produção, de temperaturas entre 15 °C e 32 °C, com médias anuais próximas a 27 °C. O período de melhor produção é de outubro a abril, ocorrendo uma retração na produção entre os meses de maio a agosto (KAWATI, 1995).

O Brasil é considerado o maior produtor e exportador mundial de acerola, com uma área de cultivo de aproximadamente 10.000 hectares. Os estados que apresentam destaque na produção são Bahia, Ceará, Paraíba e Pernambuco, que representam 60% da produção nacional (CEPLAC, 2017). Segundo Mendes et al (2012), foi estimada uma produtividade média de 150 mil toneladas de frutas/ano, sendo o mercado interno distribuído em 46% destinado para indústria de processamento e 54% destinado para o consumo da fruta fresca.

A exportação de acerola é destinada, principalmente, para países como Estados Unidos, Alemanha, França e Japão, representando cerca de 37 a 43% do volume produzido (MANICA et al., 2003).

A aceroleira é um arbusto frutífero que produz um pequeno fruto cujos tamanho, peso e forma variam. Os frutos podem ser ovais, subglobosos ou arredondados, pesando entre 2 a 10 g e, em geral, apresentam três sementes. A coloração passa de verde para amarelo-

avermelhada quando em desenvolvimento e, quando madura, para vermelho escuro. A polpa pode apresentar coloração amarelada, laranja ou vermelha, representando, em média, de 70 a 80% do peso do fruto (MARINO, 1986).

A acerola é uma fruta rica em substâncias antioxidantes, destacando-se a vitamina C, cuja concentração é superior à da grande maioria das frutas. Como o fruto apresenta teores de 695 a 4827 mg.100g⁻¹, o consumo de 2 a 4 unidades é o suficiente para atender as necessidades diárias recomendadas (MARINO, 1986; BLISKA & LEITE, 1995). Ela ainda apresenta quantidade significativas de carotenoides e antocianinas (MEZADRI et al., 2006). Os carotenoides estão presentes em níveis de 0,32 a 40,6 µg.100g⁻¹ (LIMA et al., 2005). No trabalho realizado por Mezadri, Pérez-Gálvez e Hornero-Méndez (2005), foram identificados β-caroteno, β-criptoxantina, luteína e violaxantina como os quatro principais carotenoides em acerola madura. O teor de retinol equivalente encontrado neste trabalho foi de 144.7 RE.100g⁻¹, sendo o β-caroteno o carotenoide com maior contribuição. Além destas substâncias, a acerola ainda contém vitaminas do grupo B como tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina e ácido pantotênico e os minerais ferro, cálcio, magnésio e fósforo (FREITAS et al., 2006).

O seu consumo pode ser *in natura* (Figura 3) ou na forma de polpa congelada, mesmo não sendo muito atrativa, uma vez que tem sabor ácido e adstringente. Embora apresente estas características sensoriais, a acerola pode ser utilizada em diferentes produtos como geleias, doces, sorvetes, xaropes, licores, sucos concentrados ou sucos mistos, como fonte de vitamina C (MATSUURA & ROLIM, 2002; CAETANO, DAIUTO & VIEITES, 2012; BEZERRA et al., 2013; SILVA et al., 2016). A acerola também é bastante utilizada na indústria farmacêutica para produção de cápsulas de vitamina C e compostos vitamínicos (SOUZA, CAMPOS & PACKER, 2013).



Figura 3. Acerola *in natura*.

3.3. Abacaxi

O abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) é um fruto cultivado principalmente em países de clima tropical e subtropical, sendo apreciado em todo o mundo em função de suas características sensoriais e nutricionais. O centro de origem do fruto é no continente americano, sendo encontrado desde a América Central até o norte da Argentina. Alguns autores reportam que o centro de origem do abacaxizeiro tenha sido no Brasil, onde se disseminou para as demais regiões (MEDINA, 1978; SIMÃO, 1998).

O principal produtor mundial de abacaxi é a Tailândia, seguido pelo Brasil, Filipinas, China, Índia e Costa Rica. A variedade mais produzida em solo brasileiro é a Pérola, originária do Nordeste, que, por ser nativa de Pernambuco, demanda temperaturas mais altas (THÉ et al., 2010; COSTA, 2014). Na última safra, a produção nacional alcançou a

quantidade de 1.612.377 toneladas em uma área de 66.284 hectares, mantendo o Brasil no ranking dos países com maior produção de abacaxi. Os principais estados produtores são Paraíba, Minas Gerais, Pará e Bahia, que participam com 55,1% da produção nacional (IBGE, 2017).

O abacaxizeiro, pertencente à família Bromeliaceae, é uma planta perene e seu fruto é uma infrutescência do tipo sorose, formado de 100 a 200 frutos (frutinho) simples do tipo baga, as quais se fundem pelo eixo central, em disposição espiralada. No ápice, há um tufo de folhas, conhecido como coroa (Figura 4). Sua forma é cilíndrica ou cônica, com peso variando entre 1 e 3 kg (MEDINA, 1987).

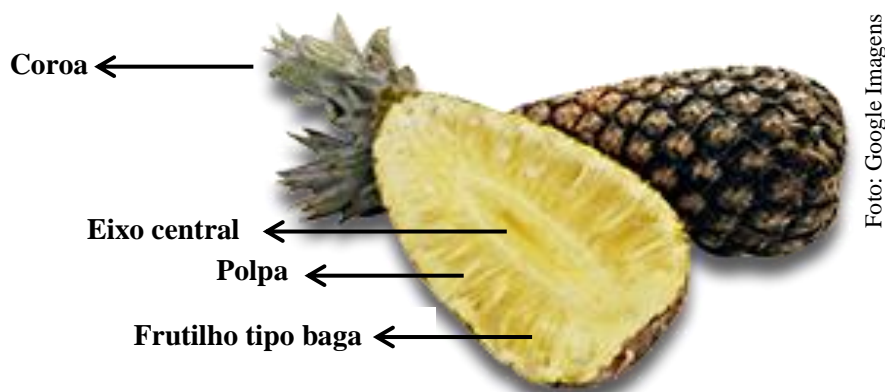


Figura 4. Morfologia do abacaxi.

As principais variedades cultivadas para produção comercial são Smooth Cayenne, Pérola, Queen, Singapore Spanish, Española Roja e Perolera. A variedade Pérola é destinada ao consumo *in natura*, por ser mais doce e menos ácida. Suas características químicas podem variar segundo o estágio de maturação, sendo o pH entre 3,16 a 4,15; o teor de sólidos solúveis entre 11,6 e 16,2 °Brix; a acidez total entre 0,35 e 0,81 g.100 g⁻¹ ácido cítrico; os açúcares totais variando entre 9,73 a 15,01% e o teor de açúcares redutores entre 2,82 e 5,06%. Dos açúcares presentes, 66% são de sacarose e 34% de açúcares redutores (glicose e frutose). A variedade Smooth Cayenne é a mais utilizada para o processamento (BLEINROTH, 1987).

O abacaxi é um fruto não climatérico e, por tal razão, para o consumo *in natura* ou processado, a colheita deve ser realizada no estágio ótimo de amadurecimento. A colheita de abacaxi é realizada ao longo do ano inteiro, porém a melhor safra ocorre no verão, de novembro a fevereiro, apresentando um fruto com maior teor de açúcares e menor teor de ácidos orgânicos (BLEINROTH, 1987).

O fruto apresenta grande aceitação pelo consumidor, decorrentes do sabor e aroma que lhe são atribuídos por diversos constituintes químicos, em que se destacam os açúcares e os ácidos, responsáveis pelo sabor, e os compostos voláteis, associados ao aroma (GONÇALVES, 2000). Estas características o tornam um fruto de interesse tecnológico no desenvolvimento de diversos produtos, principalmente bebidas mistas. O abacaxi é comercializado na forma *in natura*, polpa congelada, geleias, desidratado, enlatado, bebidas, doces e compotas (FAGUNDES et al., 2000). A composição nutricional tanto do fruto *in natura* quanto da polpa congelada estão apresentadas na Tabela 3, onde podem ser destacados os teores de carboidratos e de minerais.

Tabela 3. Composição nutricional da polpa *in natura* e congelada do abacaxi em 100g (TACO, 2011).

| | Polpa <i>in natura</i> | Polpa congelada |
|---------------------|------------------------|-----------------|
| Umidade (g) | 86,3 | 91,3 |
| Carboidratos (g) | 12,3 | 7,8 |
| Proteína (g) | 0,9 | 0,5 |
| Lipídeos (g) | 0,1 | 0,1 |
| Fibra alimentar (g) | 1,0 | 0,3 |
| Cálcio (mg) | 22,0 | 14,0 |
| Magnésio (mg) | 18,0 | 10,0 |
| Fósforo (mg) | 13,0 | 8,0 |
| Ferro (mg) | 0,3 | 0,4 |
| Potássio (mg) | 131,0 | 107,0 |
| Vitamina C (mg) | 34,6 | 1,2 |

Em um trabalho realizado por Jan e Masih (2012), foram desenvolvidos diferentes *blends* com suco de abacaxi, cenoura e laranja, sendo avaliada a aceitação dos mesmos por meio de escala hedônica de 9 pontos. O *blend* com maior proporção de abacaxi apresentou pontuação igual a 8,0, que representa uma ótima aceitação do produto pelos consumidores.

Castro e colaboradores (2014) produziram néctares com diferentes proporções de polpa de seriguela e abacaxi e avaliaram suas características físico-químicas. Foi observado que o produto apresentou as características exigidas pela legislação vigente, sendo uma boa opção de aproveitamento de produtos sazonais e ampliando as opções de consumo a partir de uma bebida mista.

3.4. Capacidade Antioxidante

Os radicais livres são espécies reativas de oxigênio (EROs) e nitrogênio (ERNs) com um elétron livre não pareado em seu orbital mais externo. Eles interagem com componentes celulares como proteínas, DNA ou lipídios (DRÖGE, 2002). O desequilíbrio entre as espécies reativas e a capacidade de defesa antioxidante do organismo é denominado estresse oxidativo. Estudos têm apontando que essas alterações no organismo têm desencadeado diversas patologias como envelhecimento, artrite, asma, doenças autoimunes, carcinogênese, disfunção cardiovascular, inflamações crônicas, doenças degenerativas relacionadas com o envelhecimento, diabetes mellitus e suas complicações, catarata, doença de Alzheimer, Parkinson, entre outras (SINDHI et al., 2013; PISOSCHI et al., 2014).

Os antioxidantes atuam na redução do estresse oxidativo, de mutações de DNA, assim como em danos celulares. Eles podem ser definidos como qualquer composto que, ainda que presente em concentrações baixas, podem retardar ou prevenir a oxidação de um substrato (GODIC et al., 2014).

Os antioxidantes podem ser encontrados no corpo humano (antioxidantes endógenos) ou fornecidos através dos alimentos (antioxidantes exógenos), sendo classificados como antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos, respectivamente (YEHYE et al., 2015). Exemplos de antioxidantes enzimáticos incluem o superóxido desmutase, catalase, glutathione peroxidase e glutathione reductase. Os antioxidantes não enzimáticos incluem principalmente as vitaminas C e E, carotenoides e flavonoides, sendo as frutas excelentes fontes destas substâncias (CARDOSO et al., 2011; ZHOU, SHAO, & SPITZ, 2014).

São aplicados diferentes metodologias para avaliá-los, como o método pelo radical $ABTS^+$, utilizado tanto para amostras hidrossolúveis quanto para lipossolúveis; e o método ORAC, cuja vantagem consiste na medição da fluorescência como indicador do dano oxidativo, a partir da sua reação com o radical peroxil, e, portanto, ocorrendo uma menor interferência dos compostos coloridos presentes nas amostras. Outra vantagem é o uso do radical peroxil, que confere maior importância devido a sua presença em sistemas biológicos em relação aos métodos que usam radical sem ação fisiológica (THAIPONG et al., 2006; SUCUPIRA, et al., 2012).

3.4.1. Vitamina C (ácido ascórbico)

O ácido ascórbico (AA) é um dos antioxidantes naturais mais importantes, sendo encontrado em frutas e hortaliças (MERCALI et al., 2012). Pertence ao grupo das vitaminas hidrossolúveis, sendo facilmente excretado pelo corpo humano. Além do potencial antioxidante, o ácido ascórbico apresenta diversas funções no organismo, atuando na síntese de proteínas (como o colágeno), no aumento da absorção do ferro não-heme, como cofator enzimático, na formação de anticorpos, entre outros. É utilizado também, pela indústria, como agente preservativo em alimentos (VANNUCCHI & ROCHA, 2012).

Ao contrário das plantas e da maioria dos animais, os seres humanos são incapazes de sintetizar a vitamina C a partir da glicose, devido à falta de enzima L-gulonolactona oxidase, e, portanto, a vitamina C deve ser fornecida através da dieta (PISOSCHI et al., 2014). A ingestão diária desta vitamina é vital para a saúde, pois o ácido ascórbico participa de inúmeras atividades fisiológicas. No Brasil, a Ingestão Diária Recomendada (IDR) é de 45 mg (BRASIL, 2005), podendo este nível ser atingido pelo consumo de frutas, hortaliças ou produtos à base desses alimentos. Nas etapas de processamento de frutas e hortaliças, o ácido ascórbico é o nutriente mais afetado e, por isso, sua preservação é usada frequentemente como indicativo da qualidade nutricional e até mesmo de conservação dos alimentos (ROSA et al., 2007).

A estrutura molecular do ácido ascórbico apresenta um anel lactona quase planar com dois centros quirais, sendo reversivelmente oxidado no organismo em ácido deidroascórbico (Figura 5). Este possui atividade vitamínica idêntica à do ácido ascórbico, pois no organismo é facilmente reduzido e novamente retido como ácido ascórbico nos tecidos intracelulares (ROSA et al., 2007).

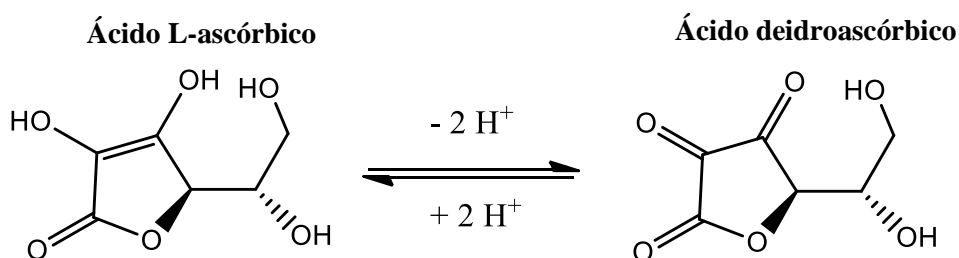


Figura 5. Reação de oxidação do ácido ascórbico a ácido deidroascórbico (ROSA, 2005).

A ação antioxidante desta vitamina ocorre no momento da doação de elétrons da ligação π entre os carbonos do anel lactona, reagindo diretamente com superóxidos, radicais hidroxilas e oxigênio singlete. Porém, essa vitamina sóvel em água é sensível a pH alcalino e, por isso, pode ser facilmente oxidada, principalmente por íons metálicos (em particular Fe^{3+} e Cu^{2+}) (PADAYATTY et al., 2003; ROSA et al., 2007).

A degradação da vitamina C ocorre tanto em condições aeróbias quanto anaeróbias. O primeiro caso é caracterizado pela oxidação reversível de AA a ácido L-deidroascórbico, que também exibe atividade biológica. Além disso, a oxidação irreversível do ácido L-deidroascórbico gera ácido dicicogulônico (DCG), que não possui função biológica. (FENNEMA, 1996).

Os principais fatores que podem afetar a degradação da vitamina C em sucos de fruta incluem o tipo de processamento, condições de estocagem, tipo de embalagem, pH, presença de oxigênio e luz (PISOSCHI et al., 2014).

3.4.2. Carotenoides

Os carotenoides são pigmentos naturais responsáveis pela cor amarela, laranja ou vermelha de muitos alimentos, uma propriedade de importância tecnológica uma vez que a cor é o atributo que mais influencia na aceitação dos alimentos (RODRIGUEZ-AMAYA, KIMURA, AMAYA-FARFAN, 2008). São sintetizados por plantas, bactérias fotossintéticas, fungos e algumas algas. Os animais são incapazes de sintetizar carotenoides e, por tal motivo, precisam obtê-los através dos alimentos (MORAN & JARVIK, 2010).

Diversos estudos têm observado que o consumo de dietas ricas em carotenoides está associado a uma menor incidência de câncer, doença cardiovascular, degeneração macular relacionada com a idade e formação de cataratas (MEYERS et al., 2014; SHARONI et al., 2012). Frutas coloridas e hortaliças de cor verde escura são, em geral, fontes naturais de carotenoides, assim como os sucos destes alimentos (AMORIM-CARRILHO et al., 2014).

Os carotenoides são derivados, na sua maioria, do tetraterpenoide (C_{40}), formado pela união cauda-cabeça de oito unidades de isoprenoides (C_5), exceto na posição central, onde a junção ocorre no sentido cauda-cauda possibilitando uma formação simétrica. As propriedades e funções especiais dos carotenoides ocorrem devido à presença de duplas ligações conjugadas, que também são responsáveis pela sua coloração. A cadeia central pode apresentar grupos terminais cíclicos que podem ser substituídos por grupos funcionais contendo oxigênio (RODRIGUEZ-AMAYA, KIMURA & AMAYA-FARFAN, 2008).

Mais de 600 carotenoides já foram identificados, sendo estes classificados em duas subclasses de acordo com seus grupos funcionais: as xantofilas (originalmente conhecidas como filoxantinas), que contêm funções oxigenadas como grupo funcional principal e incluem luteína, β -criptoxantina e zeaxantina; e os carotenos, que contêm apenas uma cadeia de hidrocarbonetos sem a presença de qualquer grupo funcional, como o α -caroteno, o β -caroteno e o licopeno (SAINI et al., 2015). Na Figura 6, são apresentadas as estruturas dos principais carotenoides encontrados nos alimentos.

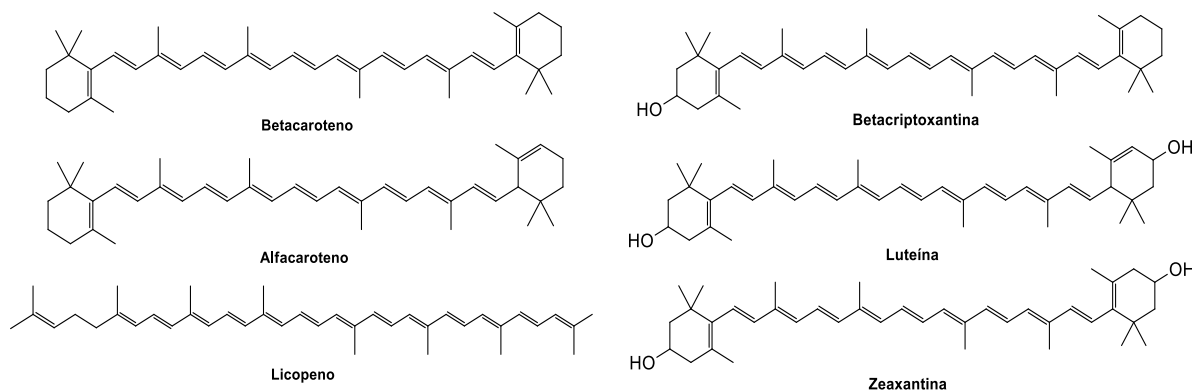


Figura 6. Estruturas dos principais carotenoides encontrados nos alimentos (RODRIGUEZ-AMAYA, KIMURA & AMAYA-FARFAN, 2008).

Alguns carotenoides apresentam atividade pró-vitáminica A, sendo determinada devido à presença do anel β -ionona não substituído, ligado a uma cadeia poliênica conjugada de no mínimo 11 carbonos. O β -caroteno apresenta duas dessas estruturas, enquanto os demais, como α -caroteno e o β -criptoxantina, só possuem um anel β -ionona não substituído, o que representa metade da atividade. Portanto, o β -caroteno é o carotenoide com maior rendimento na transformação em vitamina A, equivalendo a duas moléculas de retinol (Figura 7) (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; PACHECO, 2009).

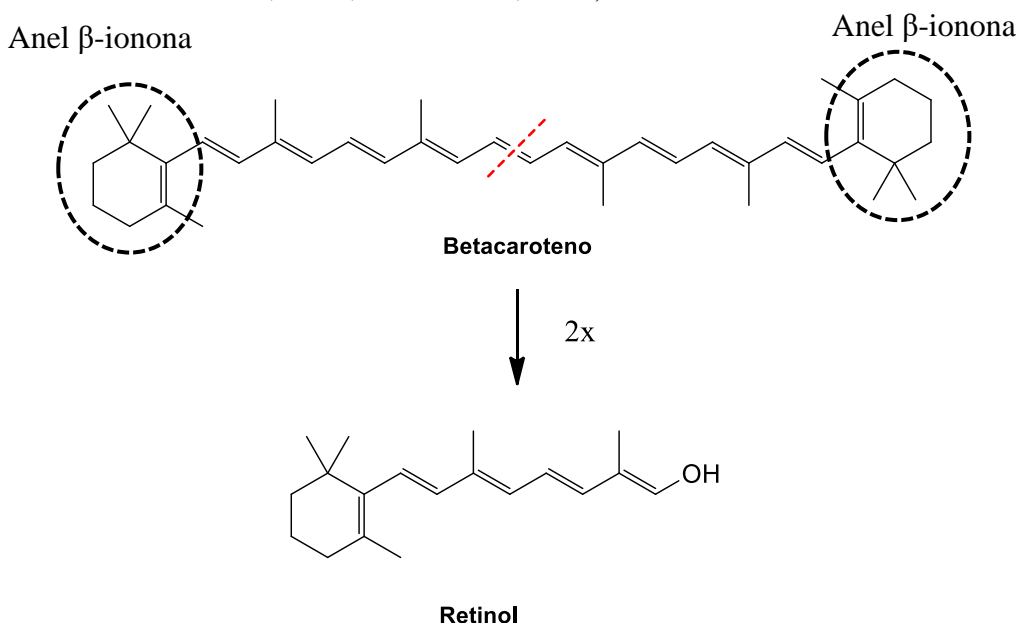


Figura 7. Estrutura química e clivagem do β -caroteno (PACHECO, 2009).

Em decorrência da presença das insaturações, os carotenoides são sensíveis à luz, calor e acidez, bem como a reações de oxidação e enzimas, como lipoxigenases, resultando na formação de isômeros *cis*, diminuição da cor, perda de atividade como pró-vitamina A e quebra da cadeia com formação de apocarotenoides (carotenoides com menos de 40 átomos de carbono). Como o isômero *cis* tem menor atividade pró-vitáminica A que a forma *trans*, é importante evitar a formação do mesmo durante o processamento dos alimentos (AMBRÓSIO et al., 2006 SAINI et al., 2015).

3.4.3. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos também têm sido associados a benefícios para a saúde, sendo uma das razões para se estimular um consumo elevado de frutas e hortaliças, que contêm, em geral, teores relevantes destes compostos. Assim, é importante avaliar a presença dos compostos fenólicos tanto nos alimentos *in natura* quanto nos processados. Na literatura é reportada a ação dos compostos fenólicos na redução de riscos de doenças inflamatórias como câncer, diabetes, neurodegeneração relacionada à idade e doenças cardiovasculares, ações estas atribuídas às suas propriedades antioxidantes (BALASUNDRAM et al., 2006; CUEVAS-RODRÍGUEZ et al., 2010).

Compostos fenólicos são metabólitos secundários presentes nas plantas, onde apresentam funções de proteção para as mesmas contra diferentes agentes agressores tais como raios ultravioleta, patógenos, dentre outros. Geralmente são hidrossolúveis e podem estar na forma livre ou ligada a açúcares (glicosídeos) e proteínas, sendo amplamente distribuídos no reino vegetal. São sintetizados a partir das rotas pentose-fosfato, ácido chiquímico e fenilpropanóide (BALASUNDRAM et al., 2006).

A estrutura química dos compostos fenólicos é constituída por um anel aromático, contendo um ou mais grupos hidroxila, podendo variar de fenólicos simples para polímeros altamente complexos. Estima-se que mais de 8000 compostos fenólicos tenham sido isolados e descritos em plantas, sendo classificados em ácidos fenólicos, flavonoides, taninos, cumarinas, ligninas e estilbenos (DAI & MUMPER, 2010).

Os ácidos fenólicos são os mais encontrados em vegetais, divididos em dois grupos: ácidos hidroxibenzóicos (C6-C1) e ácidos cinâmicos (C6-C3). São constituídos quimicamente por um anel aromático, um grupamento carboxílico e uma ou mais hidroxilas, podendo apresentar metoxilas (DEGÁSPARI & WASZCZYNSKYJ, 2004).

Os denominados de flavonoides são os que apresentam a estrutura química comum composta por dois anéis aromáticos ligados por três carbonos e um átomo de oxigênio formando um heterociclo oxigenado denominado núcleo flavano. O grau de oxidação e o padrão de substituição do anel carbono, heterociclo, definem as classes de flavonóides e, dentro destas, o padrão de substituição nos anéis A e B determinam os compostos específicos (RHODES, 1996). Alguns flavonoides são pigmentos coloridos que conferem cor a muitas frutas e hortaliças.

Esses compostos bioativos são componentes importantes em bebidas à base de frutas como sucos de maçã, acerola, uva, etc. Nas frutas, entre os principais tipos de compostos fenólicos encontrados estão o ácido ferúlico, ácido clorogênico, ácido gálico, rutina e quercetina (RINALDO et al., 2010). Os flavonoides são os principais encontrados na acerola, principalmente as antocianinas, com teores na faixa de 37,9–597,4 mg.kg⁻¹ e os flavonóis (70–185 mg.kg⁻¹) (MEZADRI et al., 2008). No abacaxi, os principais são os flavonóis quercetina e morina (LAKO et al., 2007).

Os teores e perfil das substâncias nas frutas podem variar em função da espécie, variedade, estresse ambiental ao qual a planta foi submetida e estádios de maturação (CRUZ, 2008).

3.5. Desenvolvimento de Bebidas

As propriedades dos compostos bioativos encontrados em frutas e hortaliças têm sido reportadas em pesquisas científicas (BARBA et al., 2017; HE et al., 2017; MAPELLI-

BRAHM et al., 2017) e disseminadas para a população como um todo. Isto tem levado os consumidores a se tornarem mais conscientes, relacionando o consumo destes alimentos à qualidade de vida e assim buscando produtos feitos à base de frutas, como sucos, néctares e *smoothies* (WEBER & LARSEN, 2017).

Em função da demanda por bebidas à base de frutas, a indústria tem desenvolvido novos tipos e sabores, que podem ser consumidos a qualquer momento, fora da safra e de forma imediata (*ready-to-drink*). O grande desafio ainda é a redução de açúcares adicionados, o que faz com que estejam sendo adotadas alternativas como a substituição do açúcar por edulcorantes ou por suco de maçã (DATAMARK, 2015).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, o consumo global de açúcar aumentou 155 milhões de toneladas em 2009 para 173 milhões de toneladas em 2015 (USDA, 2017). Segundo a OMS (2015), o consumo de açúcar não deve ultrapassar 5% das calorias ingeridas (em torno de 25 g de açúcar por dia). No Brasil, a obesidade passou de 11,8%, em 2006, para 18,9%, em 2016, com o diagnóstico de diabetes aumentando de 5,5% para 8,9% no mesmo período (BRASIL, 2017). Estes dados mostram a importância do desenvolvimento de bebidas com redução ou não adição de açúcares, a fim de contribuir para a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis como a diabetes mellitus tipo 2 e a obesidade (HYEYOUNG & LISA A, 2012; ANARIA et al., 2017).

Diversos estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de estudar o efeito da redução do açúcar de sucos e néctares, utilizando a ferramenta da avaliação sensorial.

Pineli et al. (2016) realizaram um estudo visando reduzir o teor de açúcar no néctar de laranja. As amostras com 8,5% e 7,2% de açúcar não diferiram significativamente, quanto à aceitação sensorial, do néctar de referência (10%), apresentando boa aceitação. Os resultados deste estudo sugeriram que é possível reduzir o açúcar adicionado em néctares de laranja entre 15 e 45%, sofrendo pouco impacto nas características sensoriais.

Freitas-Sá et al. (2017) aplicaram diferentes métodos de análise sensorial para avaliar a percepção dos consumidores e a aceitação de néctares de uva com açúcar reduzido e concluíram que a menor redução de açúcar perceptível foi de 0,2 g/100 mL em néctar de uva formulado com 40% de suco integral. A redução aceitável foi maior na avaliação das amostras com maiores teores de açúcar, sendo possível reduzir o açúcar adicionado de 16,6% até 27,5% sem diminuição significativa nas médias de aceitação.

Bebidas mistas de frutas apresentam uma quantidade significativa de vitaminas, minerais, compostos bioativos e fibras, além da sacarose, glicose e frutose presentes nas frutas, que contribui para o sabor doce da bebida. Estes produtos apresentam boa aceitação e interesse pelos consumidores, principalmente os produtos prontos para beber, como os *smoothies*, pois é uma forma prática de consumir frutas (BORGES et al., 2011; NOWICKA et al., 2016).

Alguns autores definem os *smoothies* como uma bebida composta de misturas de ingredientes, incluindo polpa e sumo concentrado de frutas, podendo adicionar gelo, leite e iogurte, os quais conferem à bebida textura cremosa semelhante à dos *milk-shakes* (MOREIRA, 2011; KEENAN et al., 2012; NUNES et al., 2016). De acordo com a legislação brasileira para sucos mistos, onde os *smoothies* se enquadram, suco misto é definido como uma bebida feita com mistura de frutas, combinação de fruta e vegetal, combinação das partes comestíveis de vegetais ou mistura de suco de fruta e vegetal (BRASIL, 2009).

O termo *smoothie* é usado desde os anos 70, principalmente nos Estados Unidos e Reino Unido, onde surgiram lojas de alimentos saudáveis, nas quais costumavam ser feitas e

vendidas bebidas de frutas misturadas. A partir desta época, os *smoothies* tornaram-se uma alternativa para consumo de frutas e hortaliças frescas (MULLER et al., 2010). Nos últimos anos, tanto na Europa quanto nos EUA, as bebidas tipo *smoothie* têm crescido no mercado, sendo o Reino Unido o país europeu com maior atividade de lançamento de produtos (INNOVA, 2011).

Os *smoothies* são uma das mais recentes apresentações no mercado para o consumo de frutas. Mercado este que tem apresentado uma demanda crescente por alimentos mais saudáveis, à base de frutas e hortaliças, e por produtos com alto teor nutritivo, que promovam bem-estar. O *smoothie* atende a esta demanda, devido à variedade de frutas que podem ser utilizadas na sua formulação e ao diferencial de conter apenas frutas (IBRAF, 2009).

Há estudos reportando o teor de substâncias fitoquímicas e a capacidade antioxidante de bebidas do tipo *smoothie*. Nowicka e colaboradores (2016) avaliaram um *smoothie* de ameixa, pêssego, damasco e cerejas ácidas. Foram caracterizados 22 tipos de compostos fenólicos, a capacidade antioxidante e o potencial *in vitro* para inibir enzimas relacionadas à absorção intestinal (α -amilase e α -glicosidase). A inibição dessas enzimas é uma das principais estratégias para neutralizar alterações metabólicas relacionadas à hiperglicemia e diabetes tipo 2.

Muller et al. (2010) analisaram a capacidade antioxidante de *smoothies* comercializados, purês, concentrados e sucos de frutas. Foi observado que, mesmo após o processamento, as bebidas mantiveram o potencial antioxidante das frutas, podendo ser uma alternativa para o consumo de frutas e/ou hortaliças. As bebidas apresentaram capacidade antioxidante alta devido às misturas com frutas ricas em antocianinas e vitamina C.

Andrés et al. (2016) avaliaram o comportamento dos compostos bioativos e a cor de *smoothies* pressurizado, fresco e pasteurizado, armazenados em refrigeração durante um período de 45 dias. As bebidas foram consideradas relativamente estáveis durante o armazenamento em comparação com o produto fresco, embora a degradação do ácido ascórbico tenha resultado na diminuição da capacidade antioxidante em todas as amostras.

3.6. Análise Sensorial

A partir da segunda metade do século XX, a utilização da análise sensorial apresentou um rápido crescimento, juntamente com a expansão de alimentos processados e indústrias de bens de consumo. O teste sensorial surgiu no Brasil em 1954, no Laboratório de Degustação da Seção de Tecnologia do Instituto Agrônomo de Campinas, onde o método foi utilizado para classificar a bebida de café (MONTEIRO, 1984).

Durante o processamento de novos produtos alimentícios é de suma importância esta análise, na qual são avaliadas as características sensoriais do produto e o comportamento do consumidor (LAWLESS & HEYMANN, 1999; MONTANUCI, GARCIA & PRUDENCIO, 2010). As metodologias de análise sensorial têm como objetivo evocar, medir, avaliar e interpretar as reações dos consumidores às características dos alimentos por meio dos sentidos de visão, cheiro, gosto, toque e audição (STONES & SIDEL, 1992).

As informações obtidas nestes testes são importantes para decisões como seleção de matéria-prima, padronização de métodos e otimização de formulações para o desenvolvimento de produto. Assim, a análise sensorial se tornou uma ferramenta básica com aplicação direta na indústria de alimentos, capaz de transformar dados subjetivos em informações objetivas, através da metodologia e de tratamentos estatísticos apropriados (MEHINAGIC et al., 2003).

São empregados diferentes métodos sensoriais para medir ou estimar a resposta humana aos estímulos sensoriais, como os discriminativos, descritivos e afetivos. Eles são recomendados de acordo com o produto, finalidade do estudo e utilização mais válida (LAWLESS & HEYMANN, 2010).

Os testes discriminativos são aqueles que verificam se existe diferença perceptível ou não entre duas ou mais amostras, por exemplo, os testes triangular, duo-trio e comparação pareada (STONE & SIDEL, 2004).

Quando se necessita avaliar a preferência e/ou aceitação do produto são aplicados os testes afetivos ou de aceitação, utilizando consumidores habituais ou potenciais do produto. Na grande maioria das pesquisas utiliza-se a escala hedônica que expressa o quão agradável ou desagradável é o produto (MEILGAARD et al., 1999). A palavra hedônica é de origem grega que significa “prazer” e os métodos que utilizam as escalas hedônicas são aplicados quando se deseja medir graus de satisfação. As escalas hedônicas expressam o grau de “gostar ou desgostar” através da descrição das apreciações (que depois são convertidas em notas), possuindo sempre um ponto central de indiferença (nem gostei e nem desgostei). A avaliação da escala hedônica é convertida em valores numéricos e estes são analisados estatisticamente para determinar a diferença entre amostras (TEIXEIRA, 2009). O número de consumidores recomendados para os testes varia entre alguns autores. A quantidade é fundamental no planejamento de um teste de aceitação. Stone e Sidel (2004) recomendam um total de 50 a 100 pessoas. Já para Hough et al. (2006), é sugerido o uso de, no mínimo, 112 consumidores.

Os testes descritivos se diferenciam dos outros métodos justamente porque permitem a definição do perfil sensorial de um produto, descrevendo todas as características presentes naquele produto e que são detectadas pelo consumidor. Novas técnicas descritivas têm surgido visando minimizar as exigências das técnicas descritivas clássicas, como o tempo gasto, treinamento de provadores e custos. O método *check-all-that-apply* (CATA) permite obter respostas mais diretas dos consumidores e ainda são utilizadas como dados suplementares para maximizar a aceitação dos produtos (ARES et al., 2010; ROCHA, 2014). O questionário CATA é composto por perguntas com respostas múltiplas e permite que os provadores escolham todos os atributos possíveis que descreva o produto a ser avaliado, o que contribui para a avaliação dos consumidores que tem dificuldade de expressar vocabulários pertinentes a um determinado atributo (DOOLEY, LEE & MEULLENET, 2010). Segundo Ares et al (2010), para a obtenção de uma caracterização sensorial utilizando o questionário CATA, são necessários entre 50 a 100 provadores.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Matéria-prima

O albúmen sólido (polpa do coco verde) da variedade anã foi cedido pela empresa de água de coco verde Rei do Coco, localizada no município de Barra do Piraí, no estado do Rio de Janeiro (RJ). Os cocos processados por esta indústria são provenientes do estado do Espírito Santo no estágio de maturação em torno do sexto/sétimo mês de maturação. A retirada do albúmen sólido foi feita posteriormente à extração da água de coco, de forma manual (Figura 8 A), e o mesmo foi acondicionado em embalagens flexíveis. A água de coco utilizada na formulação da bebida também foi cedida pela empresa. Todo este material foi transportado sob refrigeração até a Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro/RJ, onde foi feita a homogeneização do albúmen em ultraprocessador (Nutri Ninja™, modelo BL492BR30, China) (Figura 8 B). A polpa homogeneizada foi acondicionada em embalagem aluminizada e armazenada em câmara de congelamento a -18 °C.



Figura 8. Remoção manual (A) e homogeneização (B) do albúmen sólido do coco verde.

Para o estudo inicial das formulações, foram utilizadas polpas congeladas de acerola e de abacaxi (De Marchi, Jundiaí/SP), adquiridas na Central de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro (CEASA/RJ). Para a validação da formulação obtida por meio de teste sensorial de aceitação, foram utilizadas como matérias-primas abacaxi e acerola *in natura* provenientes do comércio local do município do Rio de Janeiro - RJ.

Os frutos de abacaxi, após a recepção, passaram por uma pré-lavagem em água corrente para remoção de sujidades. Em seguida, foi feita uma sanitização com imersão do fruto em solução contendo 200 ppm de cloro livre por 15 min. Os frutos foram manualmente descascados e fatiados para o despulpamento em despulpadeira horizontal Itametal, Bonina 0,25 df (Itabuna, Brasil) com peneira de 0,6 mm. O despulpamento da acerola também foi realizado após as etapas de lavagem e sanitização da fruta, que seguiu direto para a despulpadeira, já que não havia necessidade de descascamento e corte.

As polpas foram acondicionadas em embalagens plásticas e armazenadas a -18 °C até o momento da realização dos ensaios experimentais. Os experimentos e análises foram realizados nas plantas pilotos e laboratórios da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

4.2. Planejamento dos Experimentos

A Figura 9 mostra o planejamento das diferentes etapas experimentais e as análises realizadas em cada uma delas.

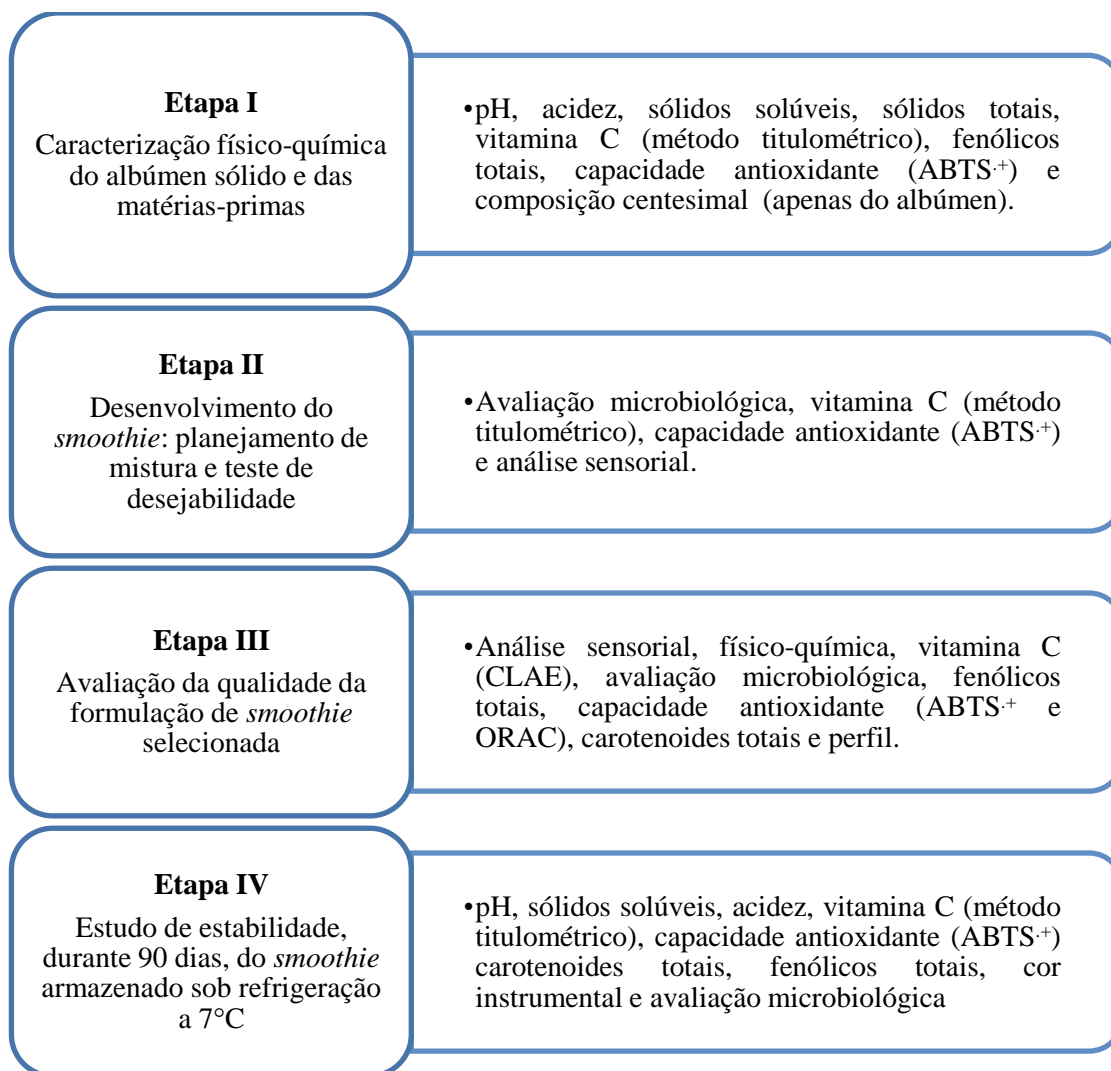


Figura 9. Ilustração das etapas do estudo.

4.2.1. Desenvolvimento do *smoothie* de frutas

Na Figura 10, é apresentado o diagrama do processamento do *smoothie* misto de coco verde, acerola, abacaxi e água de coco, cujas etapas do desenvolvimento estão descritas a seguir.

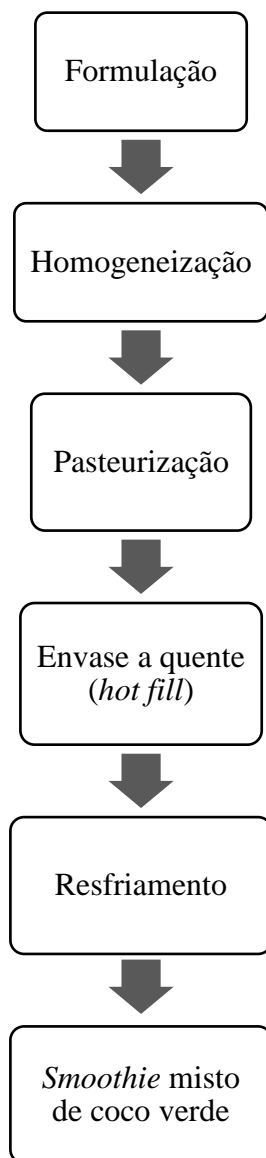


Figura 10. Diagrama do processo para obtenção do *smoothie* misto de coco verde.

Formulação

Com base em testes preliminares, fixou-se a concentração do albúmen sólido do coco verde em 20% (m/m), sendo os teores dos três outros componentes (polpas de acerola, abacaxi e água de coco) as variáveis independentes do planejamento de mistura (BRANCO & GASPARETTO, 2005), que totalizaram 80% (m/m) do produto. Os parâmetros de resposta avaliados foram o teor de vitamina C, a capacidade antioxidante e a aceitação sensorial global das dez formulações resultantes do planejamento.

A Tabela 4 apresenta o delineamento experimental de mistura empregado para o estudo das formulações do *smoothie* de coco verde, em que são apresentadas as variáveis reais (teores de acerola, abacaxi e água de coco) e as variáveis codificadas.

Tabela 4. Delineamento experimental de mistura para o desenvolvimento de *smoothie* de albúmen sólido de coco verde (20% m/m), adicionado de acerola, abacaxi e água de coco.

| Formulação | Variáveis codificadas | | | Variáveis reais | | |
|------------|-----------------------|-----|-----|-----------------|-------------|------------------|
| | X1 | X2 | X3 | Acerola (%) | Abacaxi (%) | Água de coco (%) |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 80 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 80 |
| 4 | 1/2 | 1/2 | 0 | 40 | 40 | 0 |
| 5 | 1/2 | 0 | 1/2 | 40 | 0 | 40 |
| 6 | 0 | 1/2 | 1/2 | 0 | 40 | 40 |
| 7 | 1/3 | 1/3 | 1/3 | 26,6 | 26,7 | 26,7 |
| 8 | 2/3 | 1/6 | 1/6 | 53,4 | 13,3 | 13,3 |
| 9 | 1/6 | 2/3 | 1/6 | 13,3 | 53,4 | 13,3 |
| 10 | 1/6 | 1/6 | 2/3 | 13,3 | 13,3 | 56,4 |

Homogeneização

Para a elaboração das formulações, as matérias-primas foram pesadas nas quantidades definidas no planejamento e homogeneizadas em ultraprocessador (Nutri Ninja™, modelo BL492BR30, China) (Figura 11).



Figura 11. Homogeneização das matérias-primas.

Pasteurização e envase

Todas as formulações foram submetidas à pasteurização em um trocador de calor de superfície raspada (FT25D, Armfield, Inglaterra) (Figura 12), empregado para produtos viscosos, utilizando o binômio temperatura/tempo de 84 °C/40s. Na primeira etapa do estudo,

a bebida foi envasada a quente em garrafas PET com tampas rosqueáveis, previamente sanitizadas e imediatamente resfriadas.



Foto: NÁTALI TEIXEIRA

Figura 12. Pasteurizador de superfície raspada (FT25D, Armfield, Inglaterra).

Para a seleção da melhor formulação, os resultados das determinações de vitamina C, capacidade antioxidante e da aceitação sensorial foram avaliados, utilizando-se a função desejabilidade. O processo foi repetido para obtenção da bebida com a formulação selecionada, sendo retiradas amostras para caracterização do produto final e para a avaliação da aceitação sensorial.

4.2.2. Estudo de estabilidade do *smoothie* misto

Para a obtenção do *smoothie* final, foram seguidas as mesmas etapas de processo utilizadas para as amostras do delineamento experimental, porém a etapa de resfriamento do *smoothie* foi realizada no próprio pasteurizador e o produto foi envasado a frio em garrafas de vidro de 300 mL com tampas rosqueáveis esterilizadas (Figura 13). As amostras foram armazenadas em uma estufa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) com temperatura controlada a 7 °C (refrigeração) durante 90 dias, e foram retiradas amostras nos tempos 0, 12, 33, 61 e 90 dias, para determinação das características físico-químicas, qualidade microbiológica, cor instrumental e compostos bioativos.



Foto: NÁTALI TEIXEIRA

Figura 13. Envase do *smoothie* pasteurizado.

4.3. Métodos Analíticos

Foi feita a caracterização físico-química das polpas, da água de coco e das diferentes formulações obtidas no processamento, de acordo com os métodos descritos a seguir, sendo os resultados expressos como valores médios \pm desvio padrão das determinações realizadas em triplicata.

4.3.1. pH

O pH foi determinado através de leitura direta em potenciômetro (Metrohm, modelo 785 DMP – Titrino), de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2005), utilizando as soluções tampão pH 4,0 e pH 7,0 para calibração do equipamento.

4.3.2. Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi realizado por refratometria com unidade de medida em °Brix, em refratômetro digital ATAGO, conforme AOAC (2005).

4.3.3. Acidez total titulável

A acidez total foi realizada por método titulométrico (AOAC, 2005), em titulador automático (Metrohm, modelo 785 DMP – Titrino), sendo os resultados expressos em mg de ácido cítrico por 100 g de amostra.

4.3.4. Sólidos totais

Os sólidos totais foram determinados por gravimetria, que consistiu na pesagem das amostras em pesa-filtros previamente tarados e aquecidos em estufa a vácuo a 65°C até a obtenção do peso constante, conforme a AOAC (2016). Os resultados foram expressos em g de sólidos totais por 100 g de amostra.

4.3.5. Teor de vitamina C

O teor de ácido ascórbico foi determinado por dois métodos:

Método titulométrico: Foi utilizado o método de Tillmans, modificado por Silva (1999) baseado na redução do indicador 2,6-diclorofenolindofenol (DCFI) pelo ácido ascórbico. A solução de DCFI foi padronizada com solução de ácido ascórbico (marca Sigma Aldrich®). Para a extração do ácido ascórbico, pesou-se, em triplicata, cerca de 1 g da amostra em balão volumétrico âmbar de 25 mL. Os balões foram avolumados com solução de ácido oxálico a 2% (m/v), seguindo-se de agitação magnética por 15 min. Alíquotas de 1 mL foram solubilizadas em 50 mL de ácido oxálico e tituladas com a solução de DCFI padronizado. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de amostra.

Método cromatográfico: A quantificação do teor de ácido ascórbico por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) foi realizada segundo Rosa et al. (2007). Foram pesados em torno de 2,5 g de amostra em balão de 25 mL, seguidos de adição de 10 mL de solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,1 N. A extração foi realizada em ultrassom por 10 minutos, sendo avolumada com a mesma solução de ácido sulfúrico. A solução foi filtrada diretamente para o vial do injetor automático. As condições cromatográficas foram: coluna de troca iônica (modelo HPX 87 H BIO RAD, 7,8 cm x 300 mm) à temperatura ambiente (28°C), modo de eluição isocrático com solução aquosa de H₂SO₄ a 0,05 M, sob fluxo de 0,70 mL.min⁻¹, volume de injeção de 20 µL e tempo de corrida de 10 min. O equipamento utilizado foi o cromatógrafo líquido de alta eficiência Waters® modelo Alliance 2690/5 e detector de arranjo de fotodiodos Waters® modelo 2996, com quantificação em comprimento de onda 242,6 nm. Este método foi utilizado apenas para o produto final.

4.3.6. Determinação da capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante foi determinada por dois métodos ABTS⁺ e ORAC. Para todos os ensaios foi utilizado o mesmo extrato, obtido de acordo com o procedimento descrito na Figura 14.

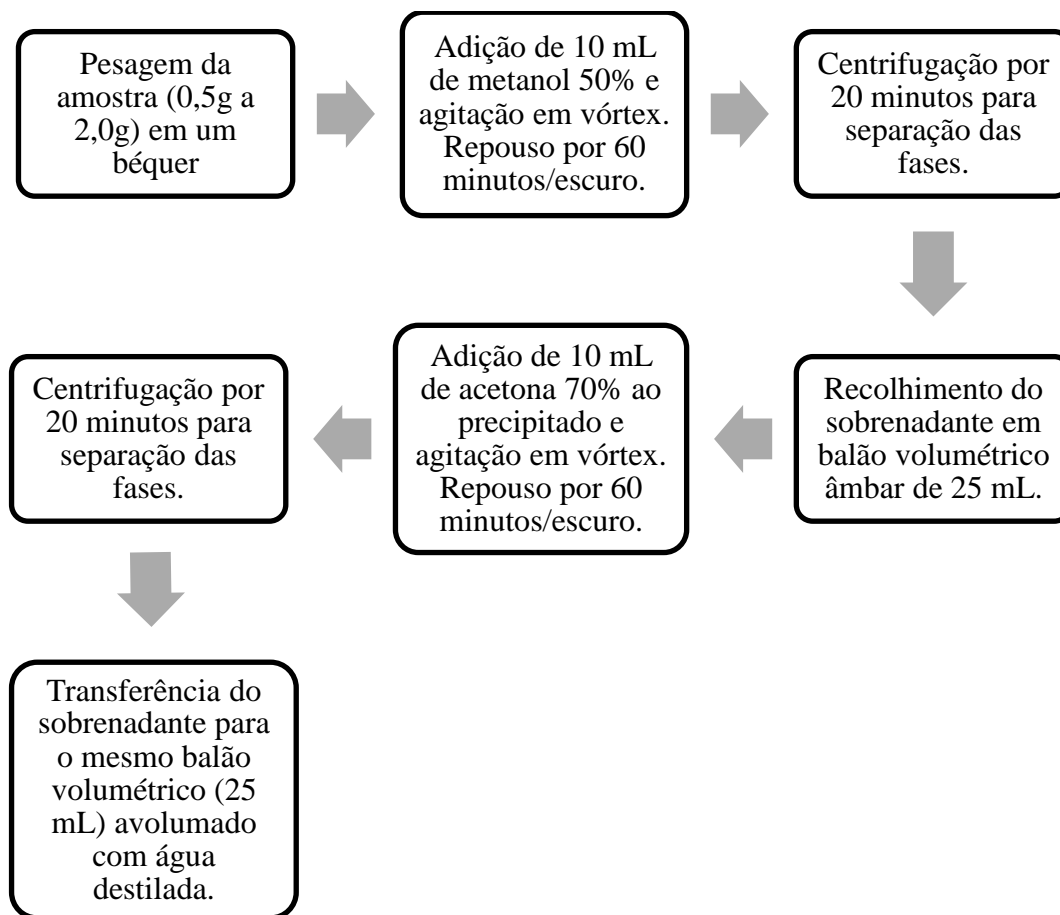


Figura 14. Etapas para obtenção do extrato segundo o método de Re et al. (2009) para determinação da capacidade antioxidante (CRUZ, 2008).

4.3.6.1. Determinação da capacidade antioxidante pelo método ABTS^{•+}

O método do radical ABTS^{•+} foi realizado de acordo com Re et al. (1999). O radical ABTS^{•+} foi preparado a partir da reação de 5 mL da solução de ABTS (7 mM) com 88 mL de solução de persulfato de potássio (140 mM) e mantido no escuro por 16h para garantir a formação do radical. No dia da análise, o radical foi diluído com álcool etílico a 95% (v/v) em quantidade necessária para se obter uma absorbância de $0,70 \pm 0,02$ em comprimento de onda de 734 nm.

A determinação da capacidade antioxidante foi feita em espectrofotômetro modelo UV-1800 (Shimadzu, Japão), em que 30 μ L do extrato foram misturados a 3 mL da solução diluída do radical ABTS^{•+}. A diminuição da absorbância foi observada após 6 min de reação entre o radical ABTS^{•+} e os extratos. O espectrofotômetro foi calibrado inicialmente com álcool etílico a 95% (v/v), sendo o branco realizado com o radical ABTS^{•+} e álcool etílico (95%).

Para estimar a capacidade antioxidante, foram construídas curvas analíticas com o padrão de Trolox com soluções nas concentrações de 100, 500, 1000, 1500 e 2000 μ M em etanol a 95% (v/v). Os resultados foram expressos em μ mol Trolox por g de amostra.

4.3.6.2. Determinação da capacidade antioxidante pelo método ORAC

A determinação da capacidade antioxidante pelo método ORAC, descrito por Zuleta et al. (2009), consistiu no preparo de 50 mL da solução de fluoresceína sódica a 78 nM, de 10 mL de solução contendo radical dicloridrato de 2,2,azobis-2-metilpropionamida (AAPH) a 221 mM e do padrão Trolox a 500 µM. Para diluição destas soluções, utilizou-se solução-tampão fosfato a 75 mM (pH 7,4), as quais foram preparadas no dia da análise. A curva analítica de Trolox foi construída a partir das concentrações de 10, 20, 40, 60, 80, 100 e 120 µM.

Em uma microplaca preta de 96 poços (Greiner 96 Flat Bottom Black Polystyrol), pipetou-se 80 µL das soluções de Trolox, da amostra diluída 25 vezes e do branco (solução-tampão fosfato a 75 mM e pH 7,4). Foi colocada no leitor de microplaca Tecan modelo Infinite 200 – TWT (Grödig, Austria) com comprimento de onda de excitação e de emissão, de, respectivamente, 484 nm e 535 nm. Em seguida, iniciou-se a injeção do sistema, dispensando 80 µL da solução de fluoresceína a 78 nM nas posições contendo as amostras e 200 µL nas posições de referência da fluorescência. A placa foi agitada e permaneceu no equipamento a 37 °C, com a leitura da fluorescência das posições de referência realizada por 10 minutos. Após a leitura da fluorescência inicial, foram dispensados, com o segundo sistema de injeção do equipamento, 40 µL da solução de AAPH em todas as posições (exceto nas posições de referência) e a leitura da fluorescência medida imediatamente e a cada minuto, em modo cinético, até que se atingisse uma leitura inferior a 5% da fluorescência inicial.

A área abaixo da curva (AUC – *area under curve*) das soluções padrão de Trolox, das amostras e do branco foi calculada com o auxílio do programa computacional Prisma (GraphPad Software, Califórnia, EUA), através do qual as leituras de fluorescência ao longo do tempo de reação foram plotadas. As diferenças entre os valores de AUC das diferentes concentrações de Trolox e AUC do branco foram utilizadas para a construção da curva analítica. Os resultados foram expressos em µmol Trolox por g de amostra.

4.3.7. Compostos fenólicos totais

A determinação dos compostos fenólicos totais foi feita de acordo com o método de Singleton e Rossi (1965) modificado por Georgé et al. (2005) utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu (Sigma Aldrich®, Alemanha). A extração das amostras foi feita utilizando uma solução de acetona P.A. 70% (v/v) para avolumar o balão âmbar de 25 mL, onde as amostras foram pesadas e extraídas sob agitação magnética por 30 minutos. O extrato foi filtrado utilizando papel de filtração rápida e diluído 1:10 em água.

O extrato bruto foi submetido a uma etapa de extração em fase sólida com cartucho de Oasis® HLB (Waters Corporation, EUA). Este cartucho é preenchido por uma fase estacionária de média polaridade (copolímero de poli-[divinilbenzenoN-vinilpirrolidona]), ideal para eluição dos compostos de alta solubilidade em água, como os açúcares redutores e vitamina C, e retenção dos compostos fenólicos no cartucho. Uma alíquota de 2,0 mL do extrato acetônico foi percolada pelo cartucho, seguido da adição de mais duas alíquotas de 2,0 mL de água destilada ao mesmo. Os filtrados foram recolhidos em uma proveta e homogeneizados.

O extrato, antes e após a eluição em cartucho, foi submetido à reação de Folin-Ciocalteu, que se iniciou com a transferência de 0,5 mL do extrato para um tubo de ensaio com adição de 2,5 mL de solução de Folin Ciocalteu previamente diluído em água (1:10;

(v/v), sendo homogeneizado em vórtex. Após 2 minutos, adicionou-se 2,0 mL da solução de carbonato de sódio a 7,5% (m/v) e homogeneizou-se novamente em vórtex. Procedeu-se o aquecimento em banho a 50 °C por 15 minutos e, em seguida, o resfriamento em banho de gelo até temperatura ambiente. O branco foi feito utilizando acetona ao invés do extrato. A leitura de absorvância foi realizada em espectrofotômetro a 760 nm, zerado anteriormente com água destilada. O teor de compostos fenólicos totais foi a diferença entre os valores obtidos para o extrato antes e após a eluição em cartucho. Para quantificação, foi realizada uma curva padrão com ácido gálico (Sigma-Aldrich[®], Brasil) e os resultados foram expressos em mg ácido gálico equivalente por 100 g de amostra.

4.3.8. Carotenoides totais e perfil

Os carotenoides totais foram extraídos utilizando a metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999), a partir de maceração com acetona e celite. Em seguida, realizou-se uma filtração a vácuo em funil com placa porosa sinterizada conectado a kitassato. O sólido retido no funil foi retornado ao graal e procedida nova extração até que o sólido apresentasse ausência de coloração característica de carotenoide. Os pigmentos dissolvidos na acetona foram transferidos para um funil de separação contendo éter de petróleo. Em seguida, o extrato foi lavado sucessivamente com água destilada até que houvesse a eliminação da fase cetônica. Depois da lavagem, transferiu-se o extrato para um balão de 25 mL e avolumou-se com éter de petróleo. A absorvância deste extrato foi medida em espectrofotômetro em comprimento de onda de 453 nm.

Para a determinação do perfil de carotenoides, foi conduzida a análise cromatográfica segundo Pacheco et al. (2014). A partir do teor de carotenoides totais foi retirada uma alíquota de tal modo que a resposta cromatográfica estivesse dentro da faixa linear da curva analítica. O solvente foi removido sob fluxo de nitrogênio até a secura. Ao resíduo, foram adicionados 100 µL de acetona e o *vial* foi agitado em vórtex durante 10 segundos. Com auxílio de pipetador automático, a solução obtida foi transferida para *vial* com redutor de volume e realizou-se a análise cromatográfica.

Foi utilizado um cromatógrafo líquido de alta eficiência Waters[®] W600 e detector de arranjo de fotodiodos Waters[®] modelo 996, com varredura de 300 a 500 nm e quantificação em 450 nm. Os compostos foram identificados por comparação do tempo de retenção e dos espectros de UV dos padrões. O método baseia-se na separação cromatográfica em coluna de fase reversa (C30, YMC Carotenoid S-3; 4,6 x 250 mm) a 33°C em modo de eluição gradiente de metanol (Fase A) e éter metil-*terc*-butílico (Fase B) com fluxo de 0,8 mL.min⁻¹, volume de injeção de 15 µL e tempo de corrida de 28 min.

4.3.9. Composição centesimal

A composição centesimal foi realizada de acordo com a AOAC (2010). A determinação de umidade foi realizada pelo método gravimétrico (AOAC 925.09) e o resíduo mineral fixo ou cinzas foi determinado através da incineração da amostra em muflas a 550°C, de acordo com o método 923.03 para obtenção do teor total das substâncias inorgânicas presentes na amostra.

Para a determinação da proteína presente nas amostras, foi utilizado o método AOAC 2001.11. O teor proteico foi obtido pela determinação de nitrogênio pelo método de Kjeldahl, que se baseia na digestão da amostra com ácido sulfúrico concentrado até que o carbono e o hidrogênio sejam oxidados. O nitrogênio da proteína é reduzido e transformado em sulfato de amônia. Adiciona-se hidróxido de sódio e aquece-se para a liberação da amônia dentro de um

volume conhecido de solução de ácido bórico. O borato de amônia formado é dosado com ácido sulfúrico 0,05 M. O teor de nitrogênio obtido é multiplicado por um fator específico (F = 6,38) para se obter o teor de proteínas.

Os lipídeos foram quantificados por extração em Soxhlet, com solvente orgânico éter de petróleo. A remoção do solvente foi feita por evaporação e a análise realizada de acordo com o método AOCS 5-04. A determinação de fibra alimentar total foi realizada por método enzimático-gravimétrico (AOAC 991.43). O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença, excluindo-se do total os teores dos demais componentes (proteína, umidade, fibra alimentar, cinzas e lipídeos).

O valor energético foi calculado utilizando os teores, em gramas (g), de carboidratos, lipídeos e proteínas das amostras e considerando-se como fatores de conversão para carboidratos e proteínas 4 kcal/g e para os lipídeos 9 kcal/g (BRASIL, 2003), por meio da equação abaixo:

$$VE = 4.C + 4.P + 9.L$$

Onde:

VE = valor energético (kcal)

C = carboidratos (g)

P = proteínas (g)

L = lipídeos (g)

4.3.10. Minerais

Os minerais foram determinados segundo método 999.10 da AOAC (2010), e quantificados pelo método 990.08 AOAC (2010).

4.3.11. Análise instrumental de cor

A análise instrumental de cor foi realizada em colorímetro Color Quest XE, Hunterlab. Os resultados foram expressos de acordo com as coordenadas do sistema CIELab/CIELCH (Figura 15), que inclui as variáveis L*, a*, b*, e ângulo Hue (h) (FERREIRA, 1981).

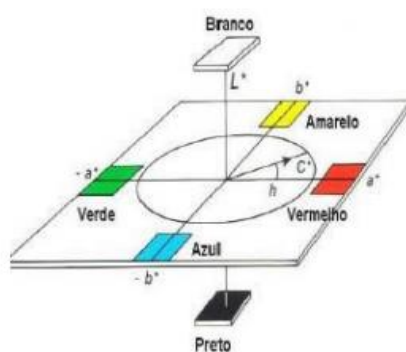


Figura 15. Coordenados do sistema CIELab de cor (HUNTERLAB, 1978).

4.3.12. Análises microbiológicas

Foram realizadas detecção de *Salmonella sp.*, e coliformes a 45 °C, conforme a exigência na legislação brasileira para bebidas à base de frutas (BRASIL, 2001). Foi também feito a contagem de bolores e leveduras e contagem de bactérias lácticas, pois são microrganismos comuns deteriorantes deste tipo de produto. As análises foram feitas de

acordo com a metodologia recomendada pelo APHA (2001). As determinações foram feitas após o tratamento térmico e durante a avaliação da estabilidade do produto.

4.3.13. Análise sensorial

A avaliação sensorial foi realizada em duas etapas do desenvolvimento do produto. Na primeira, a aceitação global foi uma das respostas do planejamento de mistura, tendo sido avaliadas as dez formulações desenvolvidas. O teste foi realizado com 84 consumidores, de ambos os sexos e idade variando de 18 a > 65 anos, utilizando uma escala hedônica de 9 pontos, variando de 1 – desgostei extremamente a 9 – gostei extremamente, segundo método descrito por Meilgaard et al. (1991). As amostras foram apresentadas de forma monádica, balanceada e aleatória, em copos plásticos brancos de 50 mL, codificadas com números de três dígitos e servidas à temperatura de refrigeração (7 °C) (Figura 16). A água mineral foi oferecida aos consumidores para limpeza do palato entre as amostras.

Os consumidores também responderam a um questionário *check-all-that-apply* – CATA (RICHTER, 2006). O questionário apresentou uma lista contendo 16 atributos apropriados para descrever as bebidas, os quais foram: muito doce, sabor estranho, pouco doce, cor atrativa, muito ácido, cor feia, fibroso, ralo, ácido, arenoso, viscoso, sabor de coco, sabor de abacaxi, sabor de coco, sem sabor e gorduroso. Os termos foram selecionados com base em outros estudos e nas matérias-primas utilizadas na formulação da bebida. Os consumidores foram orientados a assinalar a quantidade desejada de atributos presentes na lista que fossem apropriados para descrever as amostras analisadas.

O teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos, no Rio de Janeiro.



Foto: NATALI TEIXEIRA

Figura 16. Amostras analisadas na primeira etapa do estudo.

Na segunda parte, a amostra correspondente à formulação selecionada foi avaliada quanto à aceitação por potenciais consumidores da bebida utilizando uma escala hedônica de 9 pontos, variando de 1 – super ruim a 9 – super bom (Meilgaard et al., 1991).

A análise foi realizada numa unidade da rede Hortifruti, situada no Recreio dos Bandeirantes no município do Rio de Janeiro, por 113 consumidores de ambos os sexos e idade variando de 18 a > 65 anos. A amostra foi servida em copo plástico branco de 50 mL, codificada com números de três dígitos e servida à temperatura de refrigeração (7 °C). Os consumidores também responderam sobre os dados sócio demográficos, questões sobre hábitos de consumo de sucos e néctares de frutas e intenção de consumo. Um pôster com

informações sobre a matéria-prima, preparação e conteúdo nutricional da bebida foi afixado no local do teste (Anexo A).

4.3.14. Análise dos dados

Os dados foram tratados estatisticamente utilizando análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de significância, para verificação de diferença estatística entre as médias, utilizando o *software Statistica 7.0* (Statsoft Inc., Tulsa, OK, EUA). Foram analisados os coeficientes e a interação entre os parâmetros de resposta, gerando o gráfico de Pareto e mapa de contorno.

A função desejabilidade foi avaliada com o objetivo de determinar as proporções ideais de cada fruta, para que fosse possível otimizar simultaneamente as diferentes variáveis de resposta e obter a melhor formulação possível. A metodologia de otimização simultânea foi proposta por Derringer e Suich (1980), com o objetivo de determinar uma função de desejabilidade para cada resposta, com valores restritos ao intervalo (0-1), em que 0 representa um valor inaceitável e 1 o valor mais desejável.

Na avaliação da análise sensorial, os consumidores foram classificados em diferentes grupos com preferências semelhantes através da análise de Cluster utilizando-se a distância Euclideana e o método de agregação de Ward (BONANY et al., 2014).

A frequência de menção para cada termo foi determinada pela contagem do número de consumidores que utilizaram este termo para descrever cada amostra. Para identificar se houve diferenças significativas entre as amostras para cada termo utilizado no questionário CATA utilizou-se o teste Q de Cochran. A tabela de frequência foi analisada usando análise de correspondência (AC) considerando o qui-quadrado. Estes dados da análise sensorial foram analisados no programa R linguagem.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Formulação de *Smoothie* Misto com Polpa de Coco Verde

5.1.1. Caracterização das matérias-primas

A Tabela 5 apresenta a caracterização físico-química, teores de vitamina C, fenólicos totais e capacidade antioxidante das polpas de acerola e abacaxi, da água de coco e da polpa de coco verde.

Tabela 5. Caracterização físico-química vitamina C, fenólicos totais e capacidade antioxidante das matérias-primas.

| Parâmetro | Polpa acerola | Polpa abacaxi | Água de coco | Polpa de coco verde |
|--|----------------|---------------|--------------|---------------------|
| pH | 3,46 ± 0,01 | 3,54 ± 0,01 | 5,16 ± 0,01 | 6,53 ± 0,00 |
| Acidez titulável (g ácido cítrico.100 g ⁻¹) | 1,92 ± 0,00 | 0,66 ± 0,00 | 0,08 ± 0,00 | 0,06 ± 0,00 |
| Sólidos solúveis (°Brix) | 5,80 ± 0,06 | 12,00 ± 0,06 | 5,90 ± 0,00 | 7,50 ± 0,12 |
| Sólidos totais (g.100 g ⁻¹) | 6,59 ± 0,18 | 13,12 ± 0,01 | 7,53 ± 0,04 | 10,06 ± 0,07 |
| Vitamina C (mg.100 g ⁻¹) | 773,76 ± 25,48 | 20,56 ± 0,20 | ND | ND |
| Fenólicos totais (mg ácido gálico. 100 g ⁻¹) | 467,81 ± 5,04 | 38,18 ± 0,22 | ND | 18,82 ± 0,82 |
| Capacidade antioxidante (µmol Trolox.g ⁻¹) | 51,22 ± 0,74 | 1,06 ± 0,07 | ND | 0,75 ± 0,05 |

*Dados referentes à média da triplicata ± desvio padrão. ND – não detectado, resultado abaixo do limite de detecção.

Os valores de pH, acidez titulável, sólidos solúveis e sólidos totais determinados para as polpas de acerola e abacaxi estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2000). Estes parâmetros são importantes para a padronização, garantia da autenticidade e também para a conservação das polpas (CASTRO et al., 2015).

Como esperado, a polpa de coco verde apresentou um teor de sólidos solúveis, que indica a quantidade de sólidos dissolvidos, maior do que o da água de coco. No caso destas duas partes do coco, os valores encontrados estão relacionados com o provável estágio de maturação do fruto, próximo ao sétimo mês, pois a tendência é que esses valores aumentem com o avanço da maturação. Esta relação faz com que o teor de sólidos solúveis seja um parâmetro importante para o sabor do fruto (MATTHEWS, 1994). Tanto a água quanto a polpa de coco possuem baixa acidez, sendo o pH mais alto. Nesta faixa de pH, a água de coco e a polpa podem ser susceptíveis à proliferação de bactérias patogênicas (CERESER et al., 2008). Assim, a adição de frutas ácidas em formulações com o coco verde tem o papel de reduzir o pH, garantindo, juntamente com um processo de conservação, a segurança microbiológica da bebida. Além disto, a mistura de polpas fornece açúcares e ácidos orgânicos para o produto, o que possibilita o desenvolvimento de uma bebida de frutas sem a adição de açúcares e de conservantes.

As características das polpas de acerola e abacaxi, assim como da polpa de coco verde, corroboram a justificativa do uso destas matérias-primas na formulação do *smoothie*, pois possuem compostos fenólicos e vitamina C. Estes componentes contribuem para a capacidade

antioxidante dos frutos, como se pode observar, na acerola, por exemplo, que contém altos teores desses compostos e, conseqüentemente, uma capacidade antioxidante superior às das demais matérias-primas (51,22 $\mu\text{mol Trolox. g}^{-1}$).

A Tabela 6 apresenta os resultados referentes à composição centesimal da polpa de coco verde.

Tabela 6. Composição centesimal da polpa (albúmen sólido) de coco verde.

| Parâmetro | Polpa coco verde |
|--|------------------|
| Umidade (g.100g^{-1}) | 89,74 \pm 0,01 |
| Proteínas (g.100g^{-1}) | 1,32 \pm 0,00 |
| Lipídeos (g.100g^{-1}) | 2,46 \pm 0,01 |
| Cinzas (g.100g^{-1}) | 0,85 \pm 0,00 |
| Fibra alimentar (g.100g^{-1}) | ND** |
| Carboidrato (g.100g^{-1})* | 5,63 \pm 0,00 |
| Valor calórico (kcal.100g^{-1}) | 49,94 |

*Calculado por diferença **Resultado abaixo do limite de detecção. Dados referentes à média da triplicata \pm desvio padrão.

Além do elevado teor de umidade, os dados de composição centesimal mostram que a polpa do coco verde é composta principalmente de carboidratos, lipídeos e proteínas. Estes teores aumentam com a maturação do coco, chegando a níveis consideravelmente mais altos, como observado para a polpa de coco maduro que contém em torno de 42 g/100 g de lipídeos, 3,7 g/100 g de proteínas e 10,4 g/100 g de carboidratos (TACO, 2011). Outros fatores que também contribuem para essa variação são o local de plantio e a variedade. Há muitos estudos sobre o coco maduro (12 meses), porém ainda são incipientes os trabalhos sobre a polpa do coco verde (SANTANA, 2012). Em um estudo feito por Santana (2012), no qual foi avaliada a composição nutricional e as propriedades funcionais da polpa do coco verde, foram reportados 0,83 g de proteína, 1,51 g de lipídeos e 4,15 g de carboidratos em 100 g de amostra, valores um pouco inferiores aos encontrados no presente estudo, o que pode estar relacionada à maturação do fruto.

5.1.2. Planejamento de mistura

Caracterização do smoothie de coco verde

Na Tabela 7, são apresentadas as características físico-químicas de todas as formulações do *smoothie* pasteurizado.

A acidez dos *smoothies* pasteurizados variou entre 0,25 a 0,61 g.100 g^{-1} (expressa em equivalente de ácido cítrico). As amostras que apresentaram maiores valores de acidez foram referentes às formulações F1, F2, F4, F8 e F9, que apresentaram, conseqüentemente, os menores valores de pH. Estes resultados confirmam que a adição das polpas de acerola e de abacaxi possibilitam um aumento na acidez e uma diminuição do pH das formulações, visto que estas polpas apresentam maiores concentrações de ácidos orgânicos como observado na caracterização das matérias-primas. A acidez das frutas influencia no sabor, aroma, cor, estabilidade e na manutenção de qualidade, podendo afetar a sua aceitação sensorial (SANTOS et al., 2013). Em um estudo realizado por Matsuura & Rolin (2002), *blends* de abacaxi e acerola apresentaram valores de pH entre 3,42 e 3,81 e acidez entre 0,71 a 0,87 $\text{g ácido cítrico.100 g}^{-1}$, próximos aos determinados no presente trabalho, considerando que a

adição da polpa e da água de coco verde contribuem para o aumento do pH e diminuição da acidez das formulações.

Tabela 7. Características físico-químicas das diferentes formulações do *smoothie* de coco verde (20%) pasteurizado.

| Amostra/ Parâmetro | Acerola (%) | Abacaxi (%) | Água de coco (%) | pH | Sólidos solúveis (°Brix) | Acidez (g ácido cítrico. 100 g⁻¹) |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------|---|---|
| F1 | 80 | 0 | 0 | 3,78 ± 0,02 | 6,3 ± 0,15 | 0,60 ± 0,01 |
| F2 | 0 | 80 | 0 | 3,83 ± 0,00 | 12,0 ± 0,21 | 0,61 ± 0,00 |
| F3 | 0 | 0 | 80 | 5,61 ± 0,00 | 6,0 ± 0,00 | 0,06 ± 0,00 |
| F4 | 40 | 40 | 0 | 3,86 ± 0,01 | 9,3 ± 0,20 | 0,60 ± 0,01 |
| F5 | 40 | 0 | 40 | 3,93 ± 0,02 | 6,4 ± 0,12 | 0,34 ± 0,00 |
| F6 | 0 | 40 | 40 | 4,01 ± 0,01 | 8,6 ± 0,06 | 0,35 ± 0,01 |
| F7 | 26,6 | 26,7 | 26,7 | 3,86 ± 0,00 | 8,0 ± 0,10 | 0,44 ± 0,01 |
| F8 | 53,4 | 13,3 | 13,3 | 3,76 ± 0,00 | 7,3 ± 0,06 | 0,51 ± 0,00 |
| F9 | 13,3 | 53,4 | 13,3 | 3,73 ± 0,01 | 10,2 ± 0,06 | 0,51 ± 0,01 |
| F10 | 13,3 | 13,3 | 56,4 | 4,19 ± 0,01 | 7,2 ± 0,06 | 0,25 ± 0,00 |

*Dados referentes à média da triplicata ± desvio padrão.

Quanto aos teores de sólidos solúveis, foi observada uma variação entre 6,3 a 12,0 °Brix nas formulações analisadas. As bebidas com maiores teores de sólidos solúveis foram aquelas que apresentavam maior concentração de polpa de abacaxi em função da composição do fruto, como já mencionado.

A Tabela 8 apresenta os resultados das variáveis dependentes (vitamina C e capacidade antioxidante) do planejamento de mistura das dez formulações de *smoothie* pasteurizado.

Como esperado, é possível observar uma relação entre as proporções de polpa de acerola e o aumento dos valores de vitamina C e da capacidade antioxidante. Isto ocorre em função do alto teor de vitamina C nesta fruta, o que contribui para enriquecer a bebida a partir de uma matéria-prima natural. É importante ressaltar que, mesmo após o tratamento térmico dos *smoothies*, foram observados altos teores de vitamina C.

Os gráficos apresentados na Figura 17 mostram a correlação entre a capacidade antioxidante (A) e teor de vitamina C (B) com as variáveis independentes, isto é, as concentrações de polpa de acerola, polpa de abacaxi e água de coco. Pode-se observar como as maiores concentrações de acerola interferiram nos valores da capacidade antioxidante e nos teores de vitamina C, cujos valores máximos foram 52,55 µmol Trolox g⁻¹ e 572,37 mg 100 g⁻¹, respectivamente.

O coeficiente de correlação (R²) entre os teores de vitamina C e a capacidade antioxidante das formulações foi 0,9963 (p < 0,05), o que comprova a forte correlação positiva e a contribuição da vitamina C para a capacidade antioxidante das bebidas formuladas. Pode-se afirmar que à medida que aumenta o teor de vitamina C, aumenta também a capacidade antioxidante. Pereira et al. (2009) também observaram correlação

significativa positiva entre o teor de vitamina C e a capacidade antioxidante ($r = 0,99$), ao nível de 5% de probabilidade em um néctar misto contendo água de coco, e abacaxi e acerola.

Tabela 8. Teor de vitamina C e capacidade antioxidante das diferentes formulações do *smoothie* de coco verde (20%) pasteurizado.

| Amostra | Acerola (%) | Abacaxi (%) | Água de coco (%) | Vitamina C (mg.100 g ⁻¹) | Capacidade Antioxidante ABTS (μmol Trolox.g ⁻¹) |
|---------|-------------|-------------|------------------|--------------------------------------|---|
| F1 | 80 | 0 | 0 | 572,37 ± 3,27 | 52,35 ± 1,82 |
| F2 | 0 | 80 | 0 | 20,29 ± 0,12 | 1,41 ± 0,04 |
| F3 | 0 | 0 | 80 | 15,30 ± 0,07 | 0,67 ± 0,03 |
| F4 | 40 | 40 | 0 | 290,20 ± 2,42 | 27,74 ± 0,49 |
| F5 | 40 | 0 | 40 | 316,27 ± 9,14 | 29,08 ± 0,77 |
| F6 | 0 | 40 | 40 | 19,93 ± 0,17 | 1,18 ± 0,04 |
| F7 | 26,6 | 26,7 | 26,7 | 252,31 ± 10,0 | 19,12 ± 0,28 |
| F8 | 53,4 | 13,3 | 13,3 | 395,56 ± 9,15 | 34,91 ± 0,51 |
| F9 | 13,3 | 53,4 | 13,3 | 132,83 ± 12,94 | 11,34 ± 0,49 |
| F10 | 13,3 | 13,3 | 56,4 | 130,12 ± 4,47 | 9,02 ± 0,57 |

*Dados referentes à média da triplicata ± desvio padrão.

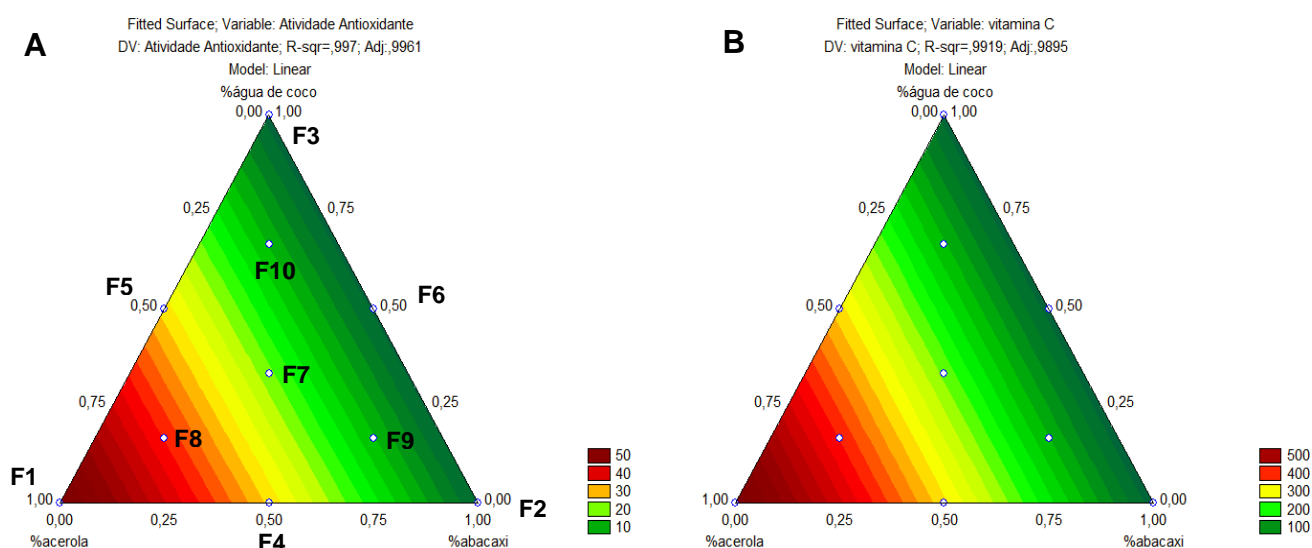


Figura 17. Gráfico de contorno das variáveis dependentes: capacidade antioxidante (A) e vitamina C (B).

Avaliação microbiológica do smoothie de coco verde

Quanto à qualidade microbiológica, verificou-se, nas dez formulações do *smoothie* pasteurizado, contagem de coliformes a 45 °C menor que 10 UFC/100 g (estimado), atendendo ao limite máximo preconizado pela legislação para polpa de frutas (BRASIL, 2001). Além disso, também não foi detectada a presença de *Salmonella*, cujo padrão da legislação é a ausência em 25 g de amostra. Este resultado demonstra que não houve contaminação de origem fecal e que o local e os manipuladores seguiram as recomendações de boas práticas de fabricação. As formulações do *smoothie* pasteurizado estavam aptas para consumo humano e puderam ser então, submetidas à análise sensorial.

Análise sensorial do smoothie de coco verde

As médias da aceitação global dos *smoothies* encontram-se na Tabela 9, variando de 3,1 a 6,1, onde se pode observar que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras.

Tabela 9. Médias* do atributo aceitação global do *smoothie* de coco verde (20%) pasteurizado.

| Amostras | Acerola (%) | Abacaxi (%) | Água de coco (%) | Aceitação Global (n = 84)* | % Notas na zona de aceitação (≥5) | % Notas na zona de rejeição (<5) |
|----------|-------------|-------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| F1 | 80 | 0 | 0 | 3,1 ^e | 20,2 | 79,8 |
| F2 | 0 | 80 | 0 | 6,1 ^a | 79,8 | 20,2 |
| F3 | 0 | 0 | 80 | 4,7 ^{bc} | 56,0 | 44,0 |
| F4 | 40 | 40 | 0 | 4,5 ^{bc} | 50,0 | 50,0 |
| F5 | 40 | 0 | 40 | 3,5 ^{de} | 28,6 | 71,4 |
| F6 | 0 | 40 | 40 | 5,9 ^a | 79,8 | 20,2 |
| F7 | 26,6 | 26,7 | 26,7 | 4,8 ^b | 54,8 | 45,2 |
| F8 | 53,4 | 13,3 | 13,3 | 4,0 ^{cd} | 41,7 | 58,3 |
| F9 | 13,3 | 53,4 | 13,3 | 5,8 ^a | 75,0 | 25,0 |
| F10 | 13,3 | 13,3 | 56,4 | 4,2 ^{bc} | 47,6 | 52,4 |

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

Vê-se que a formulação F2 contendo apenas abacaxi e a polpa de coco apresentou a maior média de aceitação, porém, não diferindo estatisticamente das formulações F6 (40% abacaxi, 40% água de coco e sem acerola) e F9 (13,3% acerola, 53,4% abacaxi, 13,3% água de coco). As formulações encontram-se dentro da faixa de aceitação na escala hedônica de 9 pontos (BRAZIL et al., 2015).

Estas formulações mais aceitas foram as que apresentavam maiores proporções de polpa de abacaxi. Este resultado sugere que a polpa de abacaxi, com maior teor de sólidos solúveis em relação aos demais constituintes das formulações, contribuiu para a aceitação destas amostras, uma vez que o atributo doçura tende a influenciar na aprovação pelos consumidores. Resultado similar pôde ser observado por Nowicka et al. (2016), que

verificaram uma relação entre o grau de doçura e a aceitação de *smoothies*, sendo aqueles com maiores proporções de sucos de maçã e de marmelo os mais aceitos, com média das notas, respectivamente, de 8,2 e 7,5. Os demais *smoothies*, com acidez elevada, tiveram menores notas de aceitação.

Este tipo de comportamento também foi reportado por Souza et al. (2013) em um estudo no qual foram desenvolvidas dez formulações de néctares mistos de caju, manga e acerola. A formulação constituída de 12,25% de caju, 21% de manga e 1,75% de acerola (formulação com menor teor de acerola) obteve a maior nota (7,7) mostrando uma boa aceitação do produto contendo menos acerola, ou seja, o produto com menor acidez.

Faraoni et al. (2012) desenvolveram um suco misto de manga, goiaba e acerola, no qual as dez formulações testadas obtiveram médias das notas variando de 6,6 a 7,6. Similar a este trabalho, as formulações com maior proporção de acerola e, conseqüentemente, maior acidez, apresentou menor aceitação sensorial.

Os dados mostram que formulações com proporção considerável de polpa de acerola podem ter maior aceitação sensorial quando combinadas com frutas mais doces, o que pôde ser observado nas formulações com iguais quantidades de polpa de acerola e maior teor de polpa de abacaxi, que apresentaram diferença significativa entre as elas (F4 - 40% acerola, 40% abacaxi, 0% água de coco) e (F5 - 40% acerola, 0% abacaxi, 40% água de coco), cujas notas foram, respectivamente, 4,5 e 3,5.

Analisando a porcentagem de notas na zona de aceitação, foi observado que as formulações F2 e F6 obtiveram o maior percentual de aprovação, ambas com 79,8%, seguidas da formulação F9, com 75%, confirmando o resultado da análise estatística. Já a amostra F1, com 80% de polpa de acerola, obteve um percentual de rejeição de 79,8%, sendo a mais rejeitada pelos consumidores.

Para identificar e melhor interpretar a preferência individual dos consumidores, foi utilizada a análise de *cluster*, na qual foram identificados grupos de consumidores em função da similaridade de suas respostas quanto à preferência das amostras.

A análise de *cluster* revelou dois grupos de consumidores (segmentos), os quais são visualizados no dendrograma da Figura 18, sendo o segmento 1 formado por 62 consumidores e o segmento 2 contendo 22 consumidores. As médias de aceitação de cada segmento podem ser observadas na Tabela 10.

Observando os dados do segmento 1, pode-se verificar que um elevado número de pessoas atribuiu notas maiores para as formulações F2 (0% acerola, 80% abacaxi, 0% água de coco), F6 (0% acerola, 40% abacaxi, 40% água de coco) e F9 (13,3% acerola, 53,4% abacaxi, 13,3% água de coco), confirmando-as como as mais aceitas entre as dez formulações. As demais amostras mantiveram-se com notas abaixo da escala de aceitação. Em contrapartida, as amostras não diferiram estaticamente entre si quando avaliadas no segmento 2. Neste segmento, observou-se uma redução na nota de aceitação para as formulações F2, F6 e F9, resultando com que não diferissem das demais amostras.

A frequência em que cada um dos termos do questionário CATA foi usada para descrever cada uma das dez formulações está apresentada na Tabela 11.

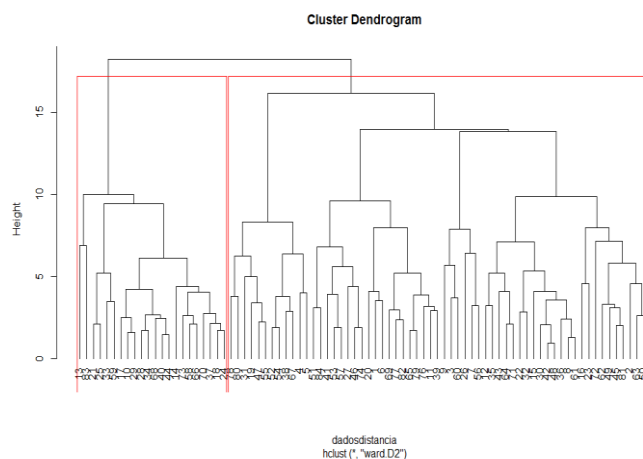


Figura 18. Dendrograma para análise hierárquica de agrupamento pelo método de Ward.

Tabela 10. Médias da aceitação global das formulações do *smoothie* de coco verde (20%) pasteurizado de acordo com os segmentos identificados.

| Amostras | Acerola (%) | Abacaxi (%) | Água de coco (%) | Segmento 1 (n = 62)* | Segmento 2 (n=22)* |
|------------|-------------|-------------|------------------|----------------------|--------------------|
| F1 | 80 | 0 | 0 | 2,9 ⁱ | 3,6 ^a |
| F2 | 0 | 80 | 0 | 6,7 ^a | 4,5 ^a |
| F3 | 0 | 0 | 80 | 5,1 ^{bc} | 3,6 ^a |
| F4 | 40 | 40 | 0 | 4,5 ^{cd} | 4,4 ^a |
| F5 | 40 | 0 | 40 | 3,2 ^{ef} | 4,3 ^a |
| F6 | 0 | 40 | 40 | 6,2 ^a | 5,2 ^a |
| F7 | 26,6 | 26,7 | 26,7 | 4,8 ^{cd} | 5,0 ^a |
| F8 | 53,4 | 13,3 | 13,3 | 3,9 ^{def} | 4,7 ^a |
| F9 | 13,3 | 53,4 | 13,3 | 6,0 ^{ab} | 5,2 ^a |
| F10 | 13,3 | 13,3 | 56,4 | 4,2 ^{cde} | 4,4 ^a |

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

Diferenças significativas entre as amostras, de acordo com o teste Q de Cochran, foram encontradas para a frequência com que os consumidores usaram todos os termos incluídos no questionário (Tabela 11) sugerindo que esta técnica foi capaz de detectar diferenças na percepção das dez amostras e também de identificar os atributos sensoriais que podem ter influenciado na aceitação das amostras pelos consumidores. Os termos mais utilizados pelos consumidores foram “viscoso”, “ácido” e “pouco doce”. Portanto, estes podem ser considerados apropriados para a descrição das amostras, e, de alguma forma, explicam as notas mais baixas de aceitação, uma vez que estas características são pouco apreciadas pelos consumidores. Os termos menos utilizados para as formulações foram “ralo”, “sem sabor”, “gorduroso” e “muito doce”.

Os resultados de frequência do questionário CATA permitem concluir que os consumidores foram capazes de discriminar as amostras com relação aos sabores predominantes em cada formulação. A formulação F7, que continha a mistura das três matérias-primas nas mesmas proporções, teve a mesma frequência de marcações para o “sabor de abacaxi” e para “sabor de acerola”, enquanto que o “sabor de coco” foi pouco marcado para descrever essa amostra e, portanto, pouco perceptível pelos consumidores.

Tabela 11. Frequência de menção de cada termo do questionário CATA para cada uma das formulações de *smoothie* de coco verde (20%) pasteurizado analisadas.

| Termos | Amostras | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 | F9 | F10 |
| Muito doce | 1 ^{ab} | 6 ^a | 1 ^{ab} | 1 ^{ab} | 0 ^b | 3 ^{ab} | 2 ^{ab} | 1 ^{ab} | 2 ^{ab} | 1 ^{ab} |
| Sabor estranho | 26 ^b | 8 ^d | 27 ^{ab} | 22 ^{bc} | 39 ^a | 10 ^d | 23 ^{bc} | 25 ^b | 13 ^{cd} | 26 ^b |
| Pouco doce | 51 ^{ab} | 28 ^e | 46 ^{bc} | 44 ^{bcd} | 59 ^a | 32 ^{de} | 42 ^{bcd} | 59 ^a | 34 ^{cde} | 47 ^{ab} |
| Cor atrativa | 16 ^{cd} | 35 ^a | 19 ^{bcd} | 19 ^{bcd} | 13 ^d | 30 ^{ab} | 20 ^{bcd} | 22 ^{bcd} | 26 ^{abc} | 13 ^d |
| Muito ácido | 41 ^a | 11 ^c | 1 ^e | 26 ^b | 14 ^c | 1 ^e | 8 ^{cd} | 32 ^{ab} | 7 ^{cd} | 2 ^{de} |
| Cor feia | 30 ^{ab} | 13 ^{cd} | 22 ^{bc} | 22 ^{bc} | 38 ^a | 10 ^d | 23 ^{bc} | 22 ^{bc} | 18 ^{cd} | 38 ^a |
| Fibroso | 16 ^{bcd} | 23 ^{abc} | 9 ^e | 8 ^e | 21 ^{bcd} | 26 ^{ab} | 12 ^{de} | 9 ^e | 33 ^a | 13 ^{cde} |
| Sabor de abacaxi | 9 ^{fg} | 78 ^a | 3 ^g | 27 ^{de} | 11 ^f | 64 ^b | 40 ^c | 18 ^{ef} | 59 ^b | 30 ^{cd} |
| Ralo | 0 ^c | 1 ^{bc} | 17 ^a | 0 ^c | 2 ^{bc} | 4 ^b | 1 ^{bc} | 1 ^{bc} | 0 ^c | 12 ^a |
| Viscoso | 67 ^a | 61 ^a | 40 ^c | 65 ^a | 59 ^{ab} | 48 ^{bc} | 61 ^a | 67 ^a | 61 ^a | 37 ^c |
| Ácido | 35 ^{ab} | 43 ^{ab} | 3 ^f | 46 ^a | 31 ^{bc} | 22 ^c | 37 ^{ab} | 33 ^{bc} | 35 ^{ab} | 13 ^d |
| Arenoso | 9 ^{bc} | 10 ^{abc} | 7 ^{bc} | 9 ^{bc} | 15 ^{ab} | 14 ^{ab} | 5 ^c | 8 ^{bc} | 19 ^a | 8 ^{bc} |
| Sabor de acerola | 60 ^a | 2 ^{ef} | 1 ^f | 54 ^{ab} | 42 ^{bc} | 5 ^{ef} | 40 ^c | 51 ^{abc} | 20 ^d | 8 ^e |
| Sabor de coco | 7 ^e | 28 ^c | 71 ^a | 13 ^e | 15 ^{de} | 48 ^b | 25 ^{cd} | 13 ^e | 45 ^b | 51 ^b |
| Gorduroso | 7 ^b | 9 ^b | 25 ^a | 7 ^b | 9 ^b | 11 ^b | 8 ^b | 11 ^b | 11 ^b | 15 ^{ab} |
| Sem sabor | 5 ^{cd} | 2 ^{ab} | 14 ^{ab} | 2 ^{cd} | 15 ^{ab} | 5 ^{cd} | 5 ^{cd} | 8 ^{bc} | 1 ^d | 20 ^a |

*Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). F1 – 80% acerola, 0% abacaxi, 0% água de coco; F2 – 0% acerola, 80% abacaxi, 0% água de coco; F3 – 0% acerola, 0% abacaxi, 80% água de coco; F4 – 40% acerola, 40% abacaxi, 0% água de coco; F5 – 40% acerola, 0% abacaxi, 40% água de coco; F6 – 0% acerola, 40% abacaxi, 40% água de coco; F7 – 26,6% acerola, 26,7% abacaxi, 26,7% água de coco; F8 – 53,4% acerola, 13,3% abacaxi, 13,3% água de coco; F9 – 13,3% acerola, 53,4% abacaxi, 13,3% água de coco; F10 – 13,3% acerola, 13,3% abacaxi, 56,4% água de coco.

As formulações F2, F6 e F9 foram descritas principalmente com os termos “sabor de abacaxi” e “cor atrativa”, o que era esperado uma vez que estas amostras continham maior concentração de polpa de abacaxi. Estas características contribuíram, possivelmente, para a aceitação destas amostras.

A primeira e segunda dimensão da análise de correspondência (AC) representaram 88,17% da variância dos dados experimentais, representando, respectivamente, 51,97% e 36,20% da variância. A Figura 19 mostra a representação das dez formulações nas duas primeiras dimensões da AC. Pode-se observar que as formulações ficaram divididas em quatro grupos distintos, em que foi possível identificar as características de cada amostra analisada. Os *smoothies* formulados com maior concentração de polpa de acerola (F1, F4, F5 e F8), foram descritos como “sabor estranho”, “cor feia”, “sem sabor”, “viscoso”, “sabor de acerola” e “muito ácido”. As amostras formuladas com maior concentração de polpa de abacaxi (F2, F6 e F9), que obtiveram maiores médias de aceitação, foram associadas como “sabor de abacaxi”, “fibroso” e “arenoso”. Nesta análise, a “cor atrativa” foi utilizada para

descrever a formulação F7. As formulações F3 e F10, com maior concentração de água de coco, foram descritas como “pouco doce”, “gorduroso”, “sabor de coco” e “ralo”.

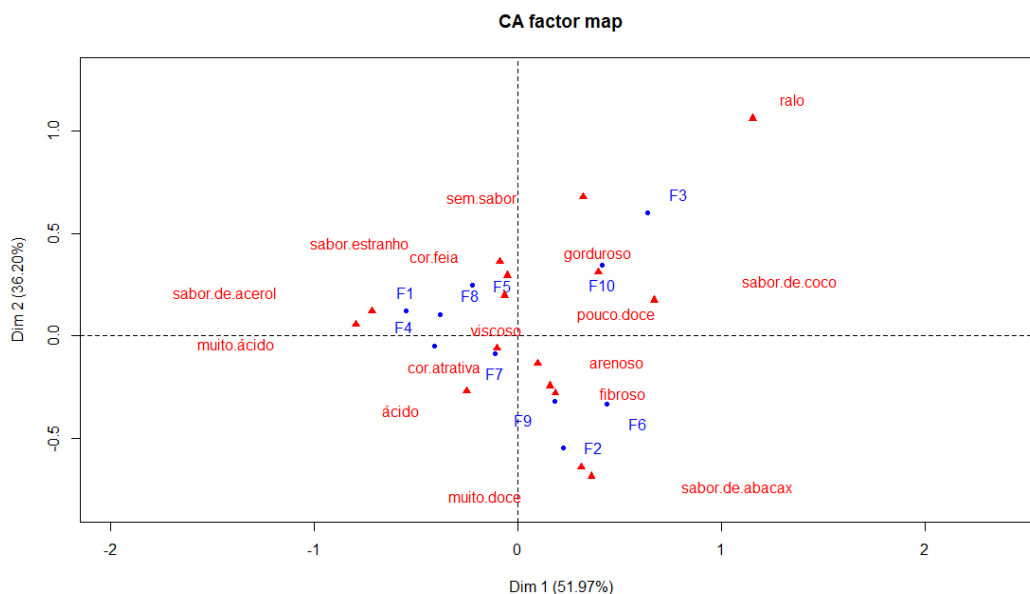


Figura 19. Análise de correspondência (AC) dos dados do CATA do *smoothie* de coco verde pasteurizado.

Pelo diagrama de Pareto (Figura 20), foi possível observar que as três variáveis independentes tiveram efeito significativo sobre a aceitação global, sendo a proporção de abacaxi a variável que possui maior influência, seguida da água de coco e, por último, a acerola. Novamente, este dado estatístico confirma que as formulações com maior concentração de polpa de abacaxi apresentaram a maior aceitação entre os provadores.

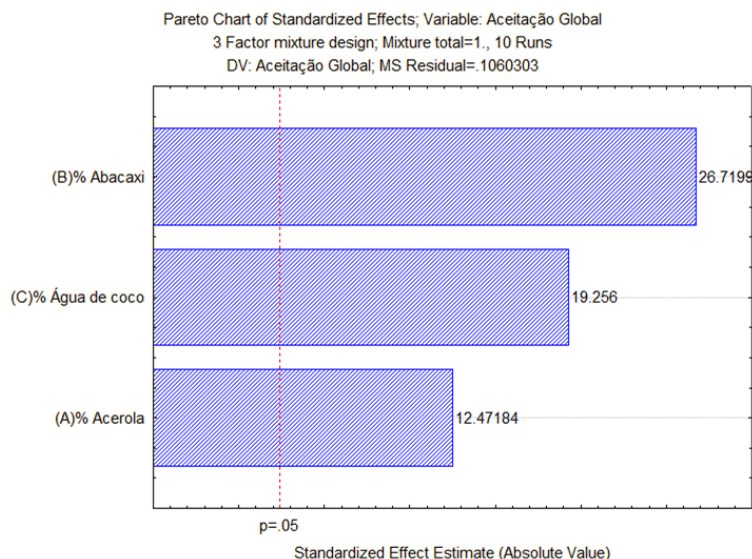


Figura 20. Diagrama de Pareto para o efeito das variáveis independentes (teores de abacaxi, acerola e água de coco) sobre a aceitação global do *smoothie*.

Teste de desejabilidade

Em função dos resultados analisados das variáveis independentes, foi utilizado outro método estatístico para avaliação dos dados, a função desejabilidade, proposta por Derringer & Suich (1980). A Figura 21 mostra o resultado da análise da função desejabilidade apresentando as proporções que levaram a uma nova formulação. Esta análise mostra que a função desejabilidade máxima é atingida quando essas novas proporções são aplicadas na formulação da bebida, que são acerola (34%) e abacaxi (66%), e sem a água de coco, com valores estimados de aceitação sensorial de 5,2, capacidade antioxidante de 19,29 $\mu\text{mol Trolox.g}^{-1}$ e vitamina C de 219 mg.100 g^{-1} . Assim, a formulação final selecionada consistiu de 52,8% abacaxi, 27,2% acerola e 20% de albúmen sólido de coco verde.

A acerola, apesar de não contribuir positivamente para a aceitação sensorial do produto, destaca-se por ser fonte de vitamina C, e por conferir capacidade antioxidante ao produto, contribuindo para o valor nutricional e potencial valor funcional do mesmo, mesmo que em menor quantidade na formulação.

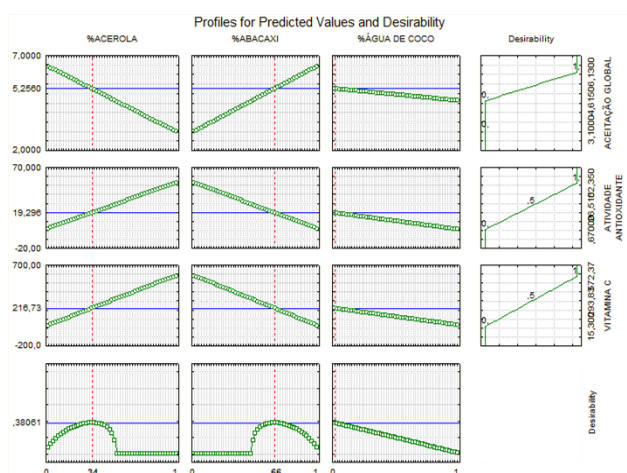


Figura 21. Valores estimados propostos pela função desejabilidade para as respostas aceitação sensorial, vitamina C e capacidade antioxidante do *smoothie* de coco verde pasteurizado.

5.2. Desenvolvimento do Produto Final

5.2.1. Caracterização das polpas frescas

No desenvolvimento do *smoothie* final, as polpas utilizadas foram obtidas por meio de processamento na Planta Piloto a partir das frutas frescas e a caracterização das mesmas encontra-se na Tabela 12.

Da mesma forma que as polpas congeladas utilizadas na primeira etapa do estudo, as polpas frescas, recém extraídas, também estavam de acordo com o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas (BRASIL, 2000). Pode-se observar que a polpa de acerola fresca apresentou maior teor de sólidos solúveis e menor acidez que a polpa congelada (8,2 °Brix e 1,25 g.100 g^{-1} e 5,8 °Brix e 1,92 g.100 g^{-1} , respectivamente). A polpa de abacaxi, por sua vez, apresentou teores próximos para ambas as polpas. Estas variações nos constituintes das polpas podem se dar em função do manuseio (transporte, acondicionamento, processamento e armazenamento) ou mesmo pela procedência do fruto, que depende de fatores como solo, época da colheita, sistema de produção, estágio de maturação, entre outros.

Tabela 12. Características físico-químicas das polpas frescas de acerola e abacaxi.

| Parâmetros* | Polpa de acerola fresca | Polpa de abacaxi fresca |
|---|-------------------------|-------------------------|
| pH | 3,42 ± 0,01 | 3,53 ± 0,01 |
| Acidez titulável (g ácido cítrico/100 g ⁻¹) | 1,25 ± 0,00 | 0,77 ± 0,01 |
| Sólidos solúveis (°Brix) | 8,2 ± 0,06 | 11,5 ± 0,06 |
| Sólidos totais (g.100 g ⁻¹) | 9,26 ± 0,05 | 11,61 ± 0,03 |
| Vitamina C (mg.100 g ⁻¹) | 1448,91 ± 9,36 | 52,21 ± 2,56 |
| Fenólicos totais (mg ácido gálico/100 g ⁻¹) | 1472,87 ± 1,49 | 75,23 ± 0,58 |
| Capacidade antioxidante (µmol Trolox. g ⁻¹) | 148,31 ± 2,10 | 3,77 ± 0,25 |

*Dados referentes à média da triplicata ± desvio padrão.

Os teor de vitamina C das polpas de acerola e abacaxi foram de 1448,91 mg.100 g⁻¹ a 52,21 mg.100 g⁻¹, respectivamente. O abacaxi é um fruto que, como a maioria dos frutos, possui baixo teor de vitamina C quando comparado à acerola, já que esta é considerada a segunda fruta com maiores concentrações de vitamina C depois do camu-camu, que tem em média 2,7 g em 100g de polpa (SMIDERLE & SOUSA, 2008).

Com relação aos compostos fenólicos totais, a polpa de acerola recém extraída apresentou um valor alto (15.907 mg.100g⁻¹, base seca), porém ainda bastante inferior ao reportado por Silva et al. (2014), de 29.093 mg ácido gálico.100 g⁻¹. Essa polpa é uma boa fonte desses compostos, que apresentam propriedades funcionais e que refletem também na capacidade antioxidante, como observado na Tabela 12.

Os teores de vitamina C, compostos fenólicos totais e, conseqüentemente, a capacidade antioxidante, foram superiores aos das polpas congeladas, como esperado, devido a fatores já mencionados, que podem influenciar nos níveis destes compostos em frutas como tipo e local de cultivo, clima, variedade, época do ano, mas também por fatores relacionados às formas de processamento e estocagem.

5.2.2. Caracterização físico-química e avaliação microbiológica do produto final

As características do *smoothie* de coco verde com a formulação selecionada (53% abacaxi, 27% acerola, 20% albúmen sólido de coco verde) estão apresentadas na Tabela 13.

Quanto ao produto, é importante destacar que o teor de sólidos solúveis do *smoothie* é proveniente apenas das polpas de frutas utilizadas, pois não houve a adição de açúcar durante o processo de obtenção da bebida, o que o caracteriza como um produto mais natural, saudável e passível de ser consumido, com moderação, por pessoas com restrição dietética à ingestão de açúcar.

O *smoothie* pode ser caracterizado como um alimento ácido (pH inferior a 4,5), o que se deve à presença dos ácidos orgânicos da acerola e do abacaxi. Esta condição reduz o risco de crescimento de microrganismos patogênicos, contribuindo para uma melhor conservação do produto. Porém, ainda assim, há a possibilidade do desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, como bolores, leveduras e bactérias ácido-tolerantes como as bactérias lácticas, sendo necessário o controle higiênico-sanitário do processamento no envase e do armazenamento (MAIA et al., 2007).

Tabela 13. Características físico-químicas e parâmetros microbiológicos da formulação final do *smoothie* misto de coco verde.

| Parâmetros* | Resultados |
|---|---------------------------------|
| pH | 3,75 ± 0,00 |
| Acidez titulável (g ácido cítrico.100 g ⁻¹) | 0,80 ± 0,01 |
| Sólidos solúveis (°Brix) | 11,3 ± 0,53 |
| <i>Salmonella sp</i> (ausência em 25 g) | Ausência |
| Coliformes a 45 °C (NMP/g) | <3 |
| Contagem de bactérias lácticas (UFC/g) | <1,0 x 10 ¹ estimado |
| Contagem de bolores e leveduras (UFC/g) | <1,0 x 10 ¹ estimado |

*Dados referentes à média de triplicata ± desvio padrão.

No *smoothie* final, não foi detectada a presença de *Salmonella spp.* e a contagem de coliformes a 45°C manteve-se dentro do limite estabelecido pela legislação (BRASIL, 2001), indicando que não houve contaminação durante a manipulação do produto e que o processo de pasteurização foi suficiente para a sua conservação. As contagens de bactérias lácticas e de bolores e leveduras foram menores que 10, após a pasteurização, sugerindo que o produto estava praticamente isento da presença de tais micro-organismos.

A Tabela 14 apresenta os resultados referentes à composição centesimal do *smoothie* final (52,8% abacaxi, 27,2% acerola, 20% albúmen sólido de coco verde).

Tabela 14. Composição centesimal da formulação final do *smoothie* misto de coco verde.

| Parâmetros | Valores (g.100 g ⁻¹) |
|---------------|----------------------------------|
| Umidade | 89,12 ± 0,08 |
| Cinzas | 0,43 ± 0,02 |
| Proteínas | 0,69 ± 0,00 |
| Lipídeos | 0,34 ± 0,07 |
| Carboidratos* | 8,64 ± 0,00 |
| Fibras | 0,78 ± 0,00 |

*Calculado por diferença. Resultados apresentados como média de triplicata ± desvio padrão.

Os valores encontrados estão dentro da faixa esperada para produtos à base de frutas, sendo composto principalmente por carboidratos. Apesar da polpa de coco verde conter um teor relevante de lipídeos (2,46 g.100 g⁻¹), o percentual de polpa usado na formulação contribuiu para o baixo teor de lipídeos na bebida e, conseqüente, melhor palatabilidade do produto.

Uma porção (copo de 200 mL) fornece em torno de 81 kcal, valor energético que corresponde a 4% do valor diário para uma dieta de 2.000 kcal (BRASIL, 2003). Este tipo de produto tem sido demandado pelos consumidores que buscam alimentos menos calóricos, mais nutritivos e que auxiliem na redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis.

A Tabela 15 apresenta a composição em minerais do *smoothie* misto final, assim como as contribuições percentuais do *smoothie* em relação à Ingestão Diária Recomendada (IDR), considerando os valores preconizados de ingestão para um adulto (BRASIL, 2005).

Tabela 15. Composição em minerais da formulação final do *smoothie* misto de coco verde final e ingestão diária recomendada.

| Parâmetros | Valores (mg.100 g ⁻¹) | % IDR* |
|------------|-----------------------------------|--------|
| Sódio | 4,47 ± 1,24 | 0,4** |
| Potássio | 223,70 ± 20,06 | 13** |
| Magnésio | 13,93 ± 3,59 | 10 |
| Cálcio | 7,53 ± 5,12 | 1,5 |
| Fósforo | 11,16 ± 1,47 | 3,2 |
| Ferro | 0,72 ± 0,01 | 10 |
| Zinco | 0,06 ± 0,02 | 1,7 |
| Manganês | 0,59 ± 0,06 | 51 |
| Cobre | 0,08 ± 0,06 | 17 |

Resultados apresentados como média de triplicata ± desvio padrão. *Considerando a ingestão de um copo da bebida (cerca de 200 mL). ** Cálculo referente à recomendação da WHO (2012).

O potássio foi o elemento presente em maior concentração, como é comum para a maioria dos produtos de frutas, seguido do magnésio e fósforo, enquanto que os menores teores foram de cobre e zinco. O aporte nutricional destes elementos é de suma importância para as funções metabólicas, como na formação de ossos e dentes, na manutenção do pH dos fluidos corporais, condução de impulsos nervosos e controle da contração muscular, e alguns deles exercem funções fisiológicas específicas, como o zinco que atua como sítio ativo de enzimas (REILLY, 2002).

A partir dos valores encontrados nesta bebida, considerando a ingestão de um copo com cerca de 200 mL, foi possível calcular as contribuições percentuais em relação à ingestão diária recomendada (IDR) para um adulto. De acordo com RDC nº 269 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005), que estabelece a ingestão diária recomendada de vitaminas, minerais e proteínas, tem-se que os minerais que fornecem maior aporte nutricional de 200 mL do *smoothie* são o manganês e o cobre, com, respectivamente, 51% e 17% da IDR. Segundo a RDC nº 54 (BRASIL, 2012), para informar que o produto é fonte de algum mineral, este deve apresentar o conteúdo mínimo de 15% da IDR, sendo assim, o *smoothie* misto com polpa do coco verde pode ser indicado como uma bebida fonte de manganês e cobre. Estes nutrientes pertencem ao grupo dos microminerais (necessidade <15mg/dia), essenciais em diversas funções no organismo humano.

A ingestão de alimentos e bebidas fonte destes microminerais auxiliam no aporte diário recomendado. Dentre os benefícios do cobre, está a atuação no sistema cardiovascular e neurológico, reforço dos tecidos conjuntivos, promoção do desenvolvimento ósseo e também possui papel importante na mobilização do ferro para a síntese de hemoglobina. Além disso, é um elemento necessário para as enzimas que participam do processo metabólico. O manganês também é um componente de muitas enzimas, inclusive glutamina sintetase, piruvato carboxilase e superóxido dismutase mitocondrial, estando associado à formação de tecidos conectivo e esquelético, crescimento e reprodução e metabolismo de carboidratos e lipídeos. (MAHAM & ESCOTT-STUMP, 2010).

5.2.3. Compostos bioativos e capacidade antioxidante do *smoothie* final

Na Tabela 16 estão apresentados os teores dos compostos bioativos, vitamina C e capacidade antioxidante do *smoothie* final.

Tabela 16. Vitamina C, compostos fenólicos totais, perfil de carotenoides e capacidade antioxidante do *smoothie* misto de coco verde.

| Parâmetros | Resultados |
|--|-----------------|
| Vitamina C (mg.100 g ⁻¹) | 432,72 ± 8,79 |
| Fenólicos totais (mg ácido gálico.100 g ⁻¹) | 519,46 ± 5,56 |
| Carotenoides Totais (µg.100 g ⁻¹) | 1690,67 ± 22,03 |
| Luteína (µg.100 g ⁻¹) | 13,00 ± 0,00 |
| β-caroteno (µg.100 g ⁻¹) | 1418,67 ± 13,32 |
| 13- <i>cis</i> -β-caroteno (µg.100 g ⁻¹) | 66,00 ± 3,61 |
| 9- <i>cis</i> -β-caroteno (µg.100 g ⁻¹) | 10,00 ± 2,00 |
| Pró – vitamina A (µg RE. 100 g ⁻¹) | 121,38** |
| Capacidade antioxidante - ABTS ^{·+} (µmol Trolox. g ⁻¹) | 27,37 |
| Capacidade antioxidante ORAC (µmol Trolox. g ⁻¹) | 27,93 |

*Resultados apresentados como média da triplicata ± desvio padrão. **Cálculo estimado.

O teor de vitamina C encontrado no *smoothie* (432,72 mg.100 g⁻¹) foi superior ao previsto no teste de desejabilidade para a formulação selecionada. Este fato pode ser resultante do elevado teor de vitamina C da polpa de acerola fresca, o que contribuiu positivamente para o aporte nutricional da bebida. Diante disso, observa-se que 100 g do *smoothie* misto de coco verde provê quase dez vezes mais a quantidade de vitamina C necessária diariamente para um indivíduo adulto, que é de 45 mg (BRASIL, 2005). Segundo a RDC nº54/2012, a qual dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar, este produto pode ser caracterizado como alimento fonte deste nutriente, pois fornece mais de 15% da IDR de referência (BRASIL, 2012).

Como já foi observado nos valores dos compostos fenólicos das matérias-primas, a polpa de acerola fresca foi a que apresentou maior teor destes compostos, sendo, portanto, a contribuinte principal para a alta concentração dos fenólicos totais do *smoothie* misto. Os compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças contribuem com diversos benefícios para a saúde, em função do potencial antioxidante dos mesmos. Bebidas como sucos de frutas ou *smoothies* são fontes importantes de fenólicos na dieta humana e estes podem variar dependendo de fatores relacionados a genética, gênero, espécie, cultivar, condição ambiental, estresse ao qual as frutas são submetidas, manuseio e armazenamento, além do processamento (BALASUNDRAM et al., 2006).

O teor de compostos fenólicos do *smoothie* misto foi superior a de outros produtos encontrados na literatura, como o *smoothie* misto de laranja, pêra, mamão e cenoura, com 45,40 mg ácido gálico.100 g⁻¹ (ANDRÉS et al., 2016), e o *smoothie* à base de maçã, desenvolvido por Markowshi et al. (2017), com 150 mg ácido gálico.100 g⁻¹.

Com relação ao teor de carotenoides do *smoothie* (1690,67 µg.100 g⁻¹), diferentes bebidas de frutas apresentam teores nesta faixa, como néctares de frutas contendo acerola e goiaba estudado por Fonseca (2014), com 1948,78 µg.100 g⁻¹; e néctar de abacaxi e goiaba, reportado por Rodriguez-Amaya, Kimura & Amaya-Farfan (2008), com 1081,62 µg.100 g⁻¹, o que é de se esperar pois depende, diretamente, da combinação de frutas utilizadas

De acordo com Rodríguez-Amaya (2001), os carotenoides são substâncias susceptíveis a reações de isomerização e de oxidação durante o processamento e estocagem, devido à

exposição ao calor, luz, ação enzimática, entre outros. Foi identificada no *smoothie*, em pequenas quantidades, a formação de isômeros 13-*cis*- β -caroteno e 9-*cis*- β -caroteno, decorrente da degradação do β -caroteno, possivelmente durante o tratamento térmico empregado.

Como pode ser observado na Tabela 16, o β -caroteno é o carotenoide majoritário do *smoothie* misto, correspondendo a 84% do teor total. A ingestão do β -caroteno tem sido relacionada à prevenção de doenças ocasionadas pela deficiência da vitamina A (SOUZA & BOAS, 2002) já que ele pode ser convertido, no organismo humano, em duas moléculas dessa vitamina. O valor estimado de retinol equivalente foi feito a partir da atividade de cada carotenoide precursor, utilizando-se a relação de 1 μg RE (retinol-equivalente), que corresponde a 12 μg de β -caroteno e, para os isômeros, a 24 μg de 13-*cis*- β -caroteno e 9-*cis*- β -caroteno, resultando no valor de 121,38 μg RE.100 g⁻¹ de amostra. De acordo com as necessidades diárias de vitaminas recomendadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2005), um copo de *smoothie* contendo 200 mL poderia suprir cerca de 40% das necessidades diárias de vitamina A. Assim, esta bebida pode ser caracterizada como um alimento com alto conteúdo pró-vitâmico A, pois contribui com mais de 30% da IDR por porção (BRASIL, 2012). O consumo de alimentos contendo carotenoides pode contribuir tanto para a redução do risco de desenvolvimento dessas doenças quanto para o combate ao estresse oxidativo ocasionado pelos radicais livres. Em função das ligações duplas conjugadas presentes na sua molécula, que reagem com os radicais livres, os carotenoides exercem funções antioxidantes em fases lipídicas (SHAMI & MOREIRA, 2004; RODRIGUEZ-AMAYA, 2010).

A capacidade antioxidante do *smoothie* final medida pelos métodos ABTS⁺ e ORAC foram, respectivamente, de $27,37 \pm 1,39$ μmol Trolox.g⁻¹ e $27,93 \pm 2,06$ μmol Trolox.g⁻¹. Os valores próximos indicam que o *smoothie* apresentou atividade similar nos diferentes mecanismos de reação. O resultado final pode estar relacionado tanto com os compostos de caráter hidrofílico (compostos fenólicos e vitamina C) como os de caráter lipofílico (carotenoides).

As polpas de acerola, tanto congelada quanto fresca, contribuíram significativamente para a capacidade antioxidante do *smoothie* misto de polpa de coco verde, devido ao seu alto teor de compostos bioativos, quando comparado com a polpa de abacaxi e do coco verde, cujas concentrações destes compostos são inferiores.

5.2.4. Aceitação global do *smoothie* final

A caracterização dos consumidores que participaram da avaliação sensorial do *smoothie* final selecionado está apresentada na Tabela 17. É possível observar que 69% eram do sexo feminino, com idades que variaram de 19 até maiores de 65 anos. Em relação à escolaridade, a maior parte dos consumidores encontrava-se com ensino superior e pós-graduação completa.

Tabela 17. Perfil sócio econômico dos consumidores participantes ($n = 113$) da avaliação sensorial da formulação final do *smoothie* misto de coco verde.

| Características | % |
|---|----|
| Gênero | |
| Feminino | 69 |
| Masculino | 31 |
| Faixa etária | |
| 19-25 | 12 |
| 26-35 | 16 |
| 36-45 | 20 |
| 46-55 | 19 |
| 56-65 | 19 |
| >65 | 14 |
| Grau de escolaridade | |
| Fundamental incompleto | 3 |
| Fundamental completo | 3 |
| Médio incompleto | 3 |
| Médio completo | 15 |
| Universitário incompleto | 19 |
| Universitário completo | 27 |
| Pós-graduação incompleta | 9 |
| Pós-graduação completa | 23 |
| Renda familiar (SM: Salário mínimo = R\$ 937,00) | |
| 1 a 5 SM | 24 |
| >5 a 10 SM | 36 |
| >10 a 20 SM | 28 |
| >20 A 30 SM | 9 |
| >30 SM | 3 |

Na Figura 22 são apresentados os dados sobre a frequência de consumo, pelos consumidores que provaram o *smoothie* final, de bebidas de frutas (néctar ou suco), mostrando que 42% dos provadores consomem “de vez em quando” e 30% consomem “sempre”, configurando-os como um potencial público-alvo da bebida formulada neste trabalho, pois, provavelmente, incluem em suas refeições bebidas à base de frutas.

Com que frequência você consome néctar ou suco de frutas?

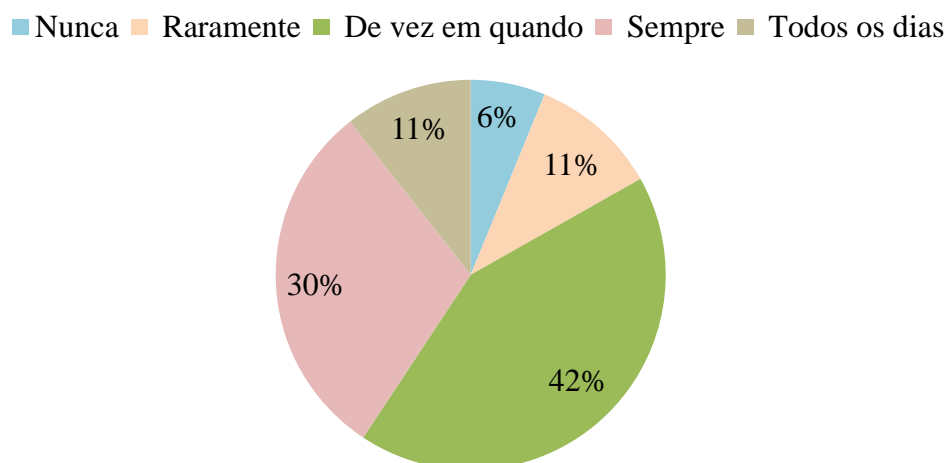


Figura 22. Frequência do consumo de bebidas de frutas.

A Figura 23 apresenta os principais sabores de suco de frutas consumidos pelos provadores, destacando-se o sabor laranja, seguido por uva, manga, abacaxi e maracujá.

Quais os sabores que você mais consome?

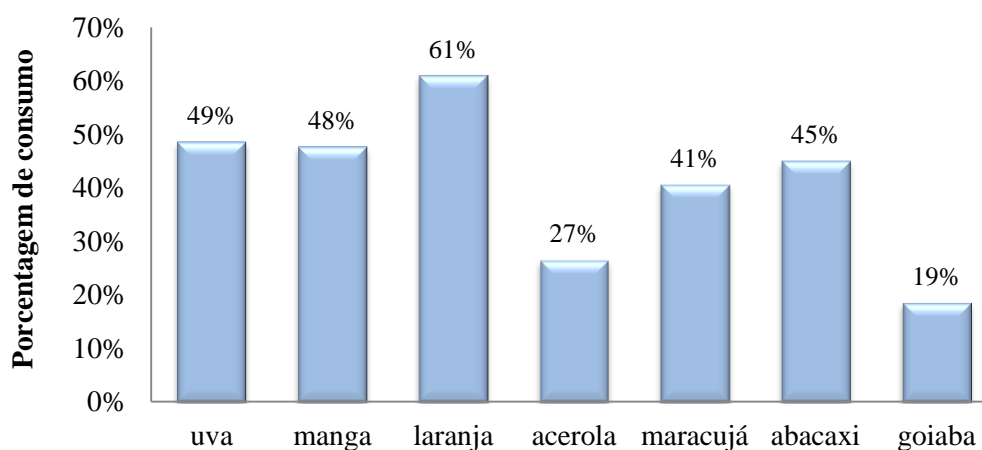


Figura 23. Preferência dos consumidores ($n = 113$) em relação ao sabor de suco consumido.

Dos 113 consumidores que participaram do teste sensorial, 73% disseram ter lido o pôster informativo sobre as etapas de obtenção e a composição do *smoothie*, tais como teores de vitamina C, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante.

O resultado obtido na aceitação sensorial da formulação final do *smoothie* misto, cuja nota foi 7,0, correspondendo a “Bom”, foi maior que a nota prevista pelo teste de desejabilidade (5,2), o que indica a validação da formulação selecionada e mostrando que ela ficou ainda mais atraente para o consumidor.

Em um estudo desenvolvido por Jayachandran et al. (2015), foi aplicado o teste de desejabilidade, sendo gerada uma formulação otimizada (72% suco de lichia/27% água de coco/1% suco de limão) a partir dos parâmetros de resposta. A nova formulação obteve nota igual a 7,4, apresentando também nota superior à esperada.

É comum que as notas atribuídas pelos provadores em avaliações sensoriais de sucos e néctares de frutas variem entre 6,0 e 9,0, quando se utiliza a escala hedônica de 9 pontos, em razão da boa aceitação e frequência de consumo dessas bebidas..

No questionário sobre as possíveis propriedades benéficas do *smoothie*, a maioria dos consumidores considerou a bebida saudável (98%) e disseram que ela poderia ajudar na redução do risco de doenças, pois contém vitaminas, minerais e compostos bioativos (92%). Os dados obtidos são importantes no desenvolvimento desta bebida, pois mostram tanto sua aceitabilidade quanto o conhecimento dos consumidores sobre suas propriedades nutricionais, sendo estes os principais pontos para o consumo deste tipo de produto hoje em dia (LÄHTEENMÄKI, 2013).

Na Figura 24, pode-se observar que mais de 50% dos consumidores consumiriam esta bebida tanto por terem gostado quanto pelas suas propriedades potencialmente benéficas à saúde. Os dados sugerem que estes seriam potenciais consumidores desta bebida, além de caracterizar o *smoothie* como um produto saudável, que poderia ser inserido no consumo diário.

Você consumiria esta bebida?

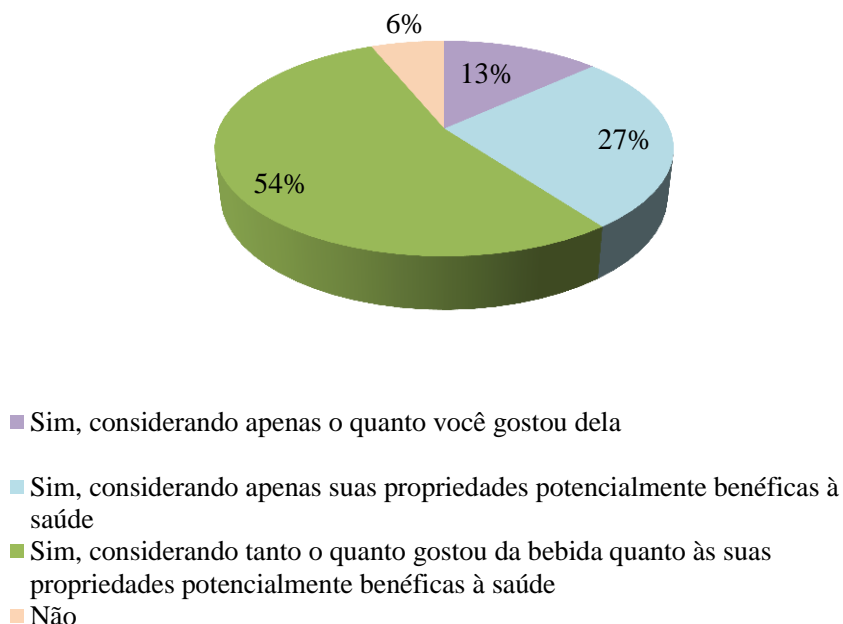


Figura 24. Intenção de consumo, pelos consumidores, do *smoothie* misto de coco verde.

5.3. Estudo da Estabilidade do *Smoothie* Final

Na Tabela 18, podem ser observados os valores médios de pH, acidez e sólidos solúveis do *smoothie* armazenado durante 90 dias em temperatura de refrigeração (7 °C).

Tabela 18. Características físico-químicas do *smoothie* misto de coco verde durante 90 dias de armazenamento a 7°C.

| <i>Smoothie</i> misto de coco verde | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Tempo de armazenamento (dias) | | | | |
| | 0 | 12 | 33 | 61 | 90 |
| Sólidos solúveis (°Brix) | 11,3 ± 0,53 ^a | 11,1 ± 0,00 ^{ab} | 10,4 ± 0,17 ^{bc} | 10,0 ± 0,30 ^c | 10,0 ± 0,12 ^c |
| Acidez titulável* | 0,80 ± 0,01 ^{ab} | 0,80 ± 0,01 ^{ab} | 0,80 ± 0,01 ^{ab} | 0,81 ± 0,01 ^a | 0,79 ± 0,01 ^b |
| pH | 3,75 ± 0,00 ^a | 3,73 ± 0,01 ^b | 3,70 ± 0,01 ^c | 3,70 ± 0,01 ^c | 3,67 ± 0,01 ^d |

Letras iguais na mesma linha, não diferem entre si significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Média ± desvio padrão. *Acidez titulável expressa em g ácido cítrico.100g⁻¹.

Os parâmetros físico-químicos apresentaram pequenas variações durante o período avaliado, com diferenças a nível de 95% de significância. Os teores de sólidos solúveis apresentaram um declínio após um mês de armazenamento, mantendo-se estável até o final do estudo.

A acidez do *smoothie* manteve-se constante, apresentando uma variação significativa apenas no último período avaliado. Observa-se que, independentemente da estabilidade da acidez, o pH apresentou pequenas variações durante o armazenamento, sendo observada diferença significativa ($p < 0,05$) já no segundo tempo estudado. É importante ressaltar que a significância das diferenças observadas se deve, principalmente, ao erro muito baixo dos métodos analíticos e que não são diferenças relevantes do ponto de vista prático. A acidez e o pH são parâmetros importantes na avaliação do estado de conservação de um alimento, já que durante a sua vida de prateleira pode ocorrer reações de hidrólise, oxidação ou fermentação a partir dos constituintes do alimento, alterando a concentração dos íons hidrogênio e, por consequência, a sua acidez (LAVINAS et al., 2006).

Os teores de vitamina C do *smoothie* final (Figura 25) durante o período de armazenamento mostram que não houve alteração significativa ($p < 0,05$) até o dia 60, ocorrendo uma pequena redução nos 30 dias subsequentes.

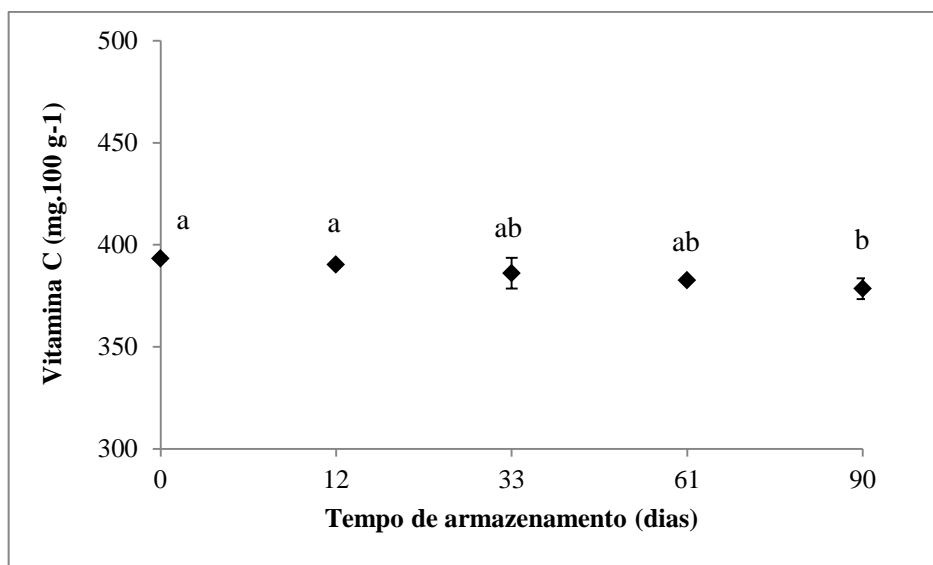


Figura 25. Teor de vitamina C do *smoothie* misto de coco verde armazenado a 7° C durante 90 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo.

Durante o período de armazenamento sob refrigeração (90 dias), o teor de ácido ascórbico apresentou uma leve redução de 4%, variando de 393,29 mg.100 g⁻¹ para 378,43 mg.100 g⁻¹. Considerando o alto teor de vitamina C, esta redução verificada não afetou a qualidade do produto, que continua sendo uma importante fonte de vitamina C, mesmo após 90 dias de armazenamento refrigerado.

Diversos autores já estudaram o efeito do tempo de armazenamento na degradação do ácido ascórbico em frutas e seus produtos, sendo observado, como esperado, que a temperatura de refrigeração preserva por mais tempo este composto (MATTA; CABRAL & SILVA, 2004; LAVINAS et al., 2006; CUNHA et al., 2014). O trabalho de Porto e colaboradores (2017) reportou que, ao avaliarem a estabilidade de sucos mistos de laranja e beterraba, verificaram uma redução de 25% no teor de vitamina C após 30 dias de estocagem a 4°C.

Quanto à estabilidade dos carotenoides, é possível observar na Figura 26 que não houve perda significativa ($p < 0,05$) no teor de carotenoides totais durante os 90 dias de armazenamento, o que é bastante relevante, considerando a contribuição destes compostos para a qualidade do produto, tanto com relação à cor, quanto ao valor nutricional e propriedades funcionais.

A retenção dos carotenoides durante o armazenamento pode ter sido favorecida pela baixa temperatura, proteção da luz e pela presença dos compostos antioxidantes, naturalmente presentes no produto (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997). Outra possível explicação para a não degradação dos carotenoides é a isomerização de *trans*- β -caroteno para *cis*- β -caroteno. Como não foi feita a quantificação de todos os carotenoides presentes durante o armazenamento, não é possível afirmar essa hipótese.

Nas Figura 27 e Figura 28 são apresentados os teores de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante do *smoothie* durante o armazenamento.

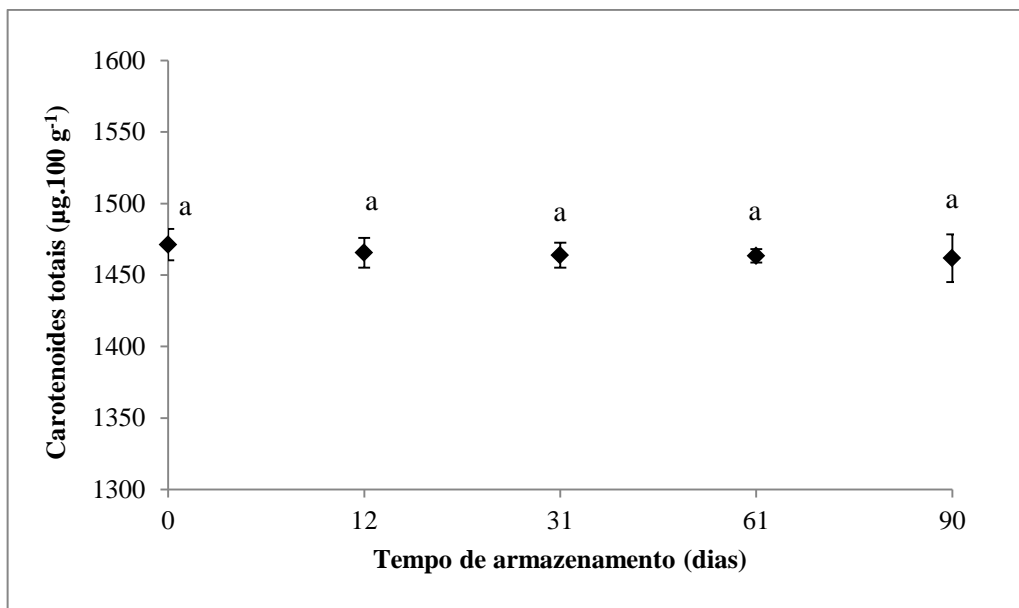


Figura 26. Teor de carotenoides totais do *smoothie* misto de coco verde armazenado a 7° C durante 90 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo.

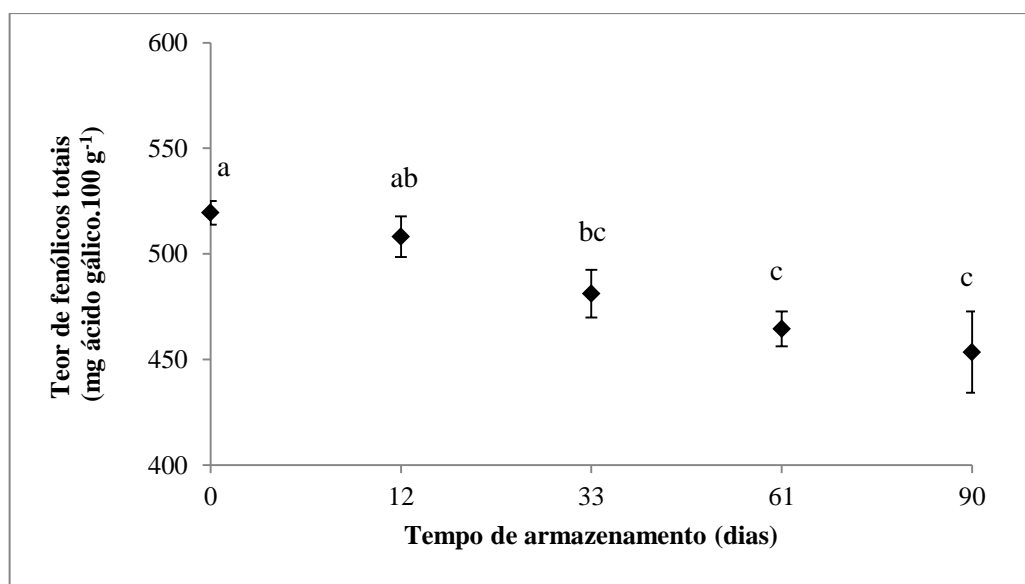


Figura 27. Teor de fenólicos totais do *smoothie* misto de coco verde armazenado a 7 °C durante 90 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo.

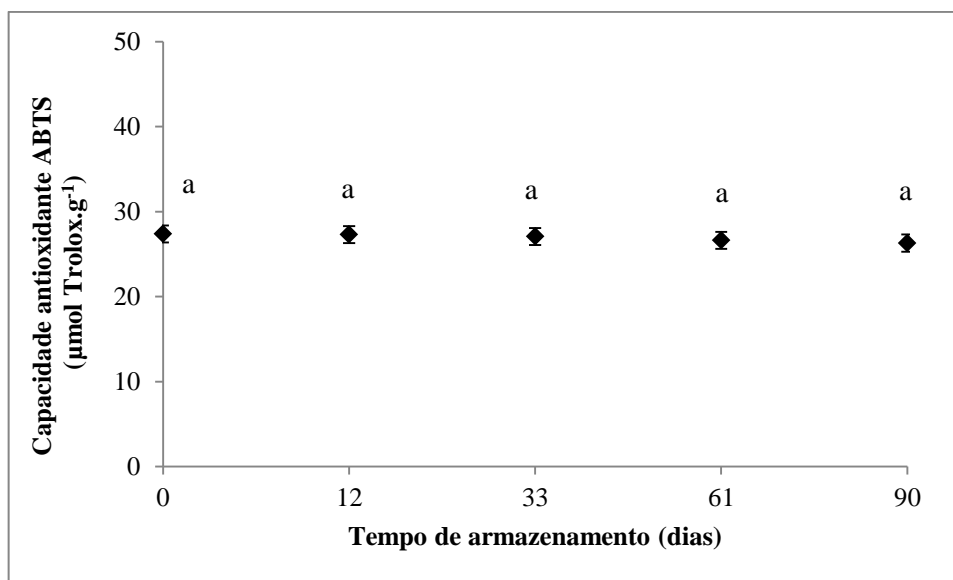


Figura 28. Capacidade antioxidante, medida pelo método ABTS⁺, do *smoothie* misto de coco verde armazenado a 7 °C durante 90 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo.

Os fenólicos totais apresentaram uma redução mais acentuada do que os demais compostos, com um decréscimo significativo após os 33 dias de armazenamento. No tempo inicial (dia 0), a bebida apresentou 519,46 mg ácido gálico.100 g⁻¹ e no 90º dia, um teor de 453,51 mg ácido gálico.100 g⁻¹, o que corresponde a uma redução de 13%. Esta diminuição pode ser devido à oxidação de compostos fenólicos e polimerização de fenólicos entre si e com proteínas durante o armazenamento (CAO, et al., 2011).

Em um estudo reportado por Nunes e colaboradores (2016), também foi observada a diminuição do conteúdo dos compostos fenólicos de 16 tipos de *smoothies* comercializados na cidade do Porto (Portugal), armazenados por 21 dias. Neste estudo, foi recomendado que o consumo desses produtos fosse dentro do período de validade, pois os mesmos poderiam não proporcionar os mesmos benefícios para a saúde do que quando consumidos perto da data de validade.

A capacidade antioxidante do *smoothie* durante o estudo de estabilidade (determinada pelo método ABTS⁺) manteve-se estável durante os 90 dias de armazenamento, com valores variando de 27,37 µmol Trolox.g⁻¹ a 26,30 µmol Trolox.g⁻¹. Como já reportado, a bebida contém vários constituintes que podem agir sinergicamente e contribuir para a capacidade antioxidante, o que justifica a preservação deste parâmetro. Os resultados indicam que a vitamina C foi a maior contribuinte para manter a estabilidade da capacidade antioxidante do *smoothie*.

Os parâmetros de cor são também importantes para a qualidade do produto. É um parâmetro que determina a primeira impressão, e, assim, molda o desejo de compra dos consumidores (MENA et al., 2011). O comportamento da luminosidade instrumental (L*: 0 = preto e 100 = branco) e dos parâmetros a* (zero a +100 = vermelho) e b* (zero a +70 = amarelo) durante o armazenamento são apresentados na Figura 29. Todos os parâmetros apresentaram diferença pequena, apesar de significativa estatisticamente, no decorrer do armazenamento.

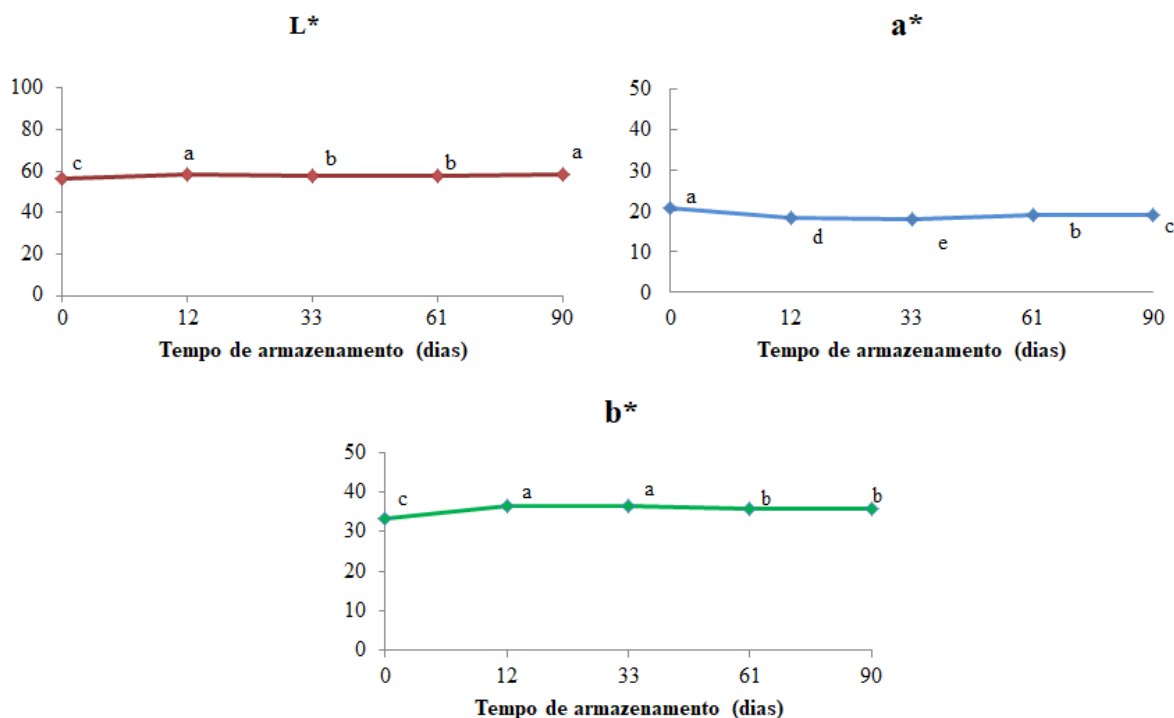


Figura 29. Parâmetros de cor do *smoothie* misto de coco verde armazenado a 7 °C durante 90 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo.

A luminosidade do *smoothie* no tempo inicial foi de $56,71 \pm 0,17$ e de $58,46 \pm 0,06$ ao final do armazenamento. A pequena variação aponta que a bebida não sofreu escurecimento, o que demonstra a eficiência da pasteurização na inativação das enzimas. Os valores dos parâmetros a^* e b^* , no tempo inicial, foram de $20,61 \pm 0,01$ e $33,32 \pm 0,014$, respectivamente, o que caracteriza a tonalidade do *smoothie* como vermelho/amarelo, devido à presença dos carotenoides.

Segundo Sant'Anna et al. (2013), os resultados dos parâmetros CIELab apresentam uma boa correlação com a presença de compostos bioativos em diversos tipos de alimentos. Analisando os gráficos, é possível observar que com o aumento da luminosidade, a amostra apresentou redução da intensidade de cor vermelha (a^*). Já o b^* aumentou durante o primeiro mês, mantendo-se estável a partir do segundo mês. Este resultado confirma a estabilidade dos carotenoides verificada anteriormente. Choi et al. (2002) observaram que os parâmetros de cor L^* , b^* e a^* de suco de laranja pasteurizado e armazenado a 4,5 °C diminuíram durante o período de sete semanas de estocagem.

Os valores do parâmetro Hue do produto durante os 90 dias são apresentados na Figura 30. O parâmetro H° mostra a localização da cor em um diagrama, onde o ângulo 0° representa vermelho puro; 90° , o amarelo puro; 180° , o verde puro e o 270° , o azul puro (MCGUIRE, 1992). O *smoothie* apresentou um ângulo inicial de 58° passando para 62° (tonalidade amarelada) ao final do armazenamento. Os resultados deste parâmetro expressam com maior fidelidade a cor do produto, ou seja, o que o consumidor realmente enxerga (RIBEIRO, 2014).

Na Tabela 19 estão apresentados os resultados da avaliação microbiológica do *smoothie* armazenado sob refrigeração a 7°C.

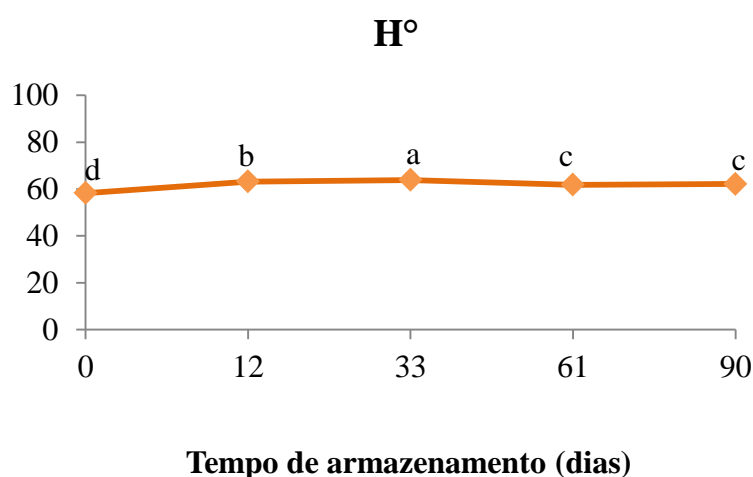


Figura 30. Parâmetro H° do *smoothie* misto de coco verde armazenado a 7° C durante 90 dias. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo.

Tabela 19. Avaliação microbiológica do *smoothie* misto de coco verde durante o armazenamento a 7 °C durante 90 dias.

| <i>Smoothie</i> misto de polpa de coco verde | | | | | | |
|---|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Tempo de armazenamento (dias) | | | | | |
| | Controle | 0 | 12 | 33 | 61 | 90 |
| Coliformes a 45 °C (NMP/g) | <3 | <3 | Nr | Nr | Nr | <3 |
| <i>Salmonella spp.</i> (ausência em 25g) | Ausência | Ausência | Nr | Nr | Nr | Ausência |
| Contagem de bolores e leveduras (UFC/g) | $3,7 \times 10^5$ | $<1,0 \times 10^{1*}$ | $<1,0 \times 10^{1*}$ | $<1,0 \times 10^{1*}$ | $<1,0 \times 10^{1*}$ | $>1,5 \times 10^{6*}$ |
| Contagem de Bactérias Lácticas (UFC/g) | $2,5 \times 10^4$ | $<1,0 \times 10^{1*}$ | $5,5 \times 10^3$ | $<1,0 \times 10^{1*}$ | $<1,0 \times 10^{1*}$ | $1,6 \times 10^4$ |

*Estimado; Nr - não realizado.

Pode-se observar a ausência de *Salmonella spp.* e de Coliformes a 45°C durante todo o período de armazenamento, o que mostra a eficiência no controle higiênico sanitário do processamento, deixando o produto apto para o consumo, de acordo com os padrões exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2001).

Foi observado também que após o tratamento térmico o *smoothie* teve redução na contagem dos bolores e leveduras e das bactérias lácticas. As amostras do dia 90 apresentaram um aumento nas contagens de bolores e leveduras e de bactérias lácticas, o que faz com que, mesmo com a estabilidade físico-química do produto e apesar de não serem análises exigidas pela legislação, o consumo do *smoothie* misto de coco verde, nas condições em que foram obtidas, só deve ser recomendado até os 60 dias do armazenamento sob refrigeração.

6 CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos, pode-se concluir que o aproveitamento do albúmen sólido do coco verde no desenvolvimento de um *smoothie* misto é tecnicamente viável, permitindo a obtenção de um produto saboroso e nutritivo, cuja possível adoção pela indústria de bebidas contribuirá para agregar valor à cadeia do coco verde.

A caracterização do albúmen sólido do coco verde mostrou que ele possui teores consideráveis de lipídeos, proteínas, carboidratos e minerais. Possui ainda compostos fenólicos, porém em baixa concentração, o que faz com que a sua capacidade antioxidante também seja pequena.

A partir do planejamento experimental, foi possível encontrar a melhor formulação para o *smoothie* de coco verde. Com a função desejabilidade, foi obtida uma formulação sem a água de coco, com 53% de abacaxi, 27% de acerola e 20% de albúmen sólido do coco verde, tendo em vista o equilíbrio entre os parâmetros de resposta avaliados.

Do ponto de vista nutricional, a bebida mostrou que pode contribuir para o aporte de vitaminas e minerais, sendo fonte de vitamina C, pró-vitamina A, manganês e cobre, além de apresentar potencial atividade antioxidante.

A formulação final do *smoothie* de coco verde teve boa aceitação sensorial, com nota igual a 7 (“Bom”).

Durante o armazenamento, o *smoothie* apresentou estabilidade dos compostos bioativos, da capacidade antioxidante e dos parâmetros de cor. O produto manteve-se seguro para o consumo e em concordância com a legislação vigente até 60 dias.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Estudar as características físicas do albúmen sólido do coco verde;
- Fazer o balanço de massa do aproveitamento do albúmen sólido;
- Avaliar a estabilidade sensorial do *smoothie*;
- Avaliar a bioacessibilidade dos compostos bioativos presentes no *smoothie*.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. de A. C. e S.; FARO, Z, P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.

ALMEIDA, A. C. O.; LOIOLA, C. M.; ARAGÃO, W. M.; FREIRE, A. C. Caracterização carpológica de frutos de cultivares de coqueiro anão amarelo de diferentes locais de Sergipe. **Embrapa Comunicado Técnico 60**, Aracaju, dez. 2006.

ALVES, R. E.; MENEZES, J. B. Botânica da aceroleira. In: SÃO JOSÉ, A. R. & ALVES, R. E. ed. **Acerola no Brasil: Produção e Mercado**. Vitória da Conquista – BA, UESB, p.7-14, 1995.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4rd edition. Editora APHA. Press. Washington, D.C., p. 676, 2001.

ANDRÉS, V.; VILLANUEVA, M. J.; TENORIO, M. D. The effect of high-pressure processing on colour, bioactive compounds, and antioxidant activity in smoothies during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 192, p. 328–335, 2016.

AOAC.**Official Methods of Analysis**. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemist, 2005.

AOAC.**Official Methods of Analysis**. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemist, 2010.

AOAC.**Official Methods of Analysis**. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemist, 2016.

ARAGÃO, W. M.; RESENDE, J. M.; CRUZ, E. M. O. **Coco: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia, p. 63, 2002.

ARAGÃO, W. M. **Coco: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 76 p.

ARES, G.; BARREIRO, C.; DELIZA, R.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Application of a check-all-that-apply question to the development of chocolate Milk desserts. **Journal of Sensory Studies**. [S. I.], v. 25, p. 67-86, 2010.

ARES, G.; VARELA, P.; RADO, G.; GIMÉNEZ, A. Are consumer profiling techniques equivalent for some product categories? The case of orangeflavoured powdered drinks. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, p. 1600–1608, 2011.

AROCHA, E. M. M.; SOUSA, M. S.; SOARES, K. M. P.; FILHO, J. C. A. ; PAIVA, C. A. Análise físico-química e sensorial de água-de-coco em função de estágio de maturação das cultivares de coco anão verde e vermelho. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 1, p. 33 - 38, 2014.

ASSIS, J. S.; RESENDE, J. M.; SILVA, F. O.; SANTOS, C. R. dos; NUNES, F. **Técnicas para colheita e Pós-colheita do coco verde**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p. 1-6, 2000.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191–203, 2006.

BARBA, F. J.; MARIUTTI, L. R.B.; BRAGAGNOLO, N.; MERCADANTE, A. Z.; BARBOSA-CÁNOVAS.; ORLIEN, V. Bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables after thermal and nonthermal processing. **Trends in Food Science & Technology**, v. 67, p.195-206, 2017.

BENASSI, A. C. RUGGIERO, C.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, J. A. A. da. Caracterização biométrica de frutos de coqueiro, *cocos nucifera* L. variedade anã-verde, em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 302-307, 2007.

BEZERRA, C. V.; SILVA, L. H. M.; COSTA, R. D. S.; MATTIETTO, R. A.; RODRIGUES, A. M. C. Comportamento reológico de suco misto elaborado com frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 2, p. 155-162, 2013.

BLEINROTH, E. W. Matéria-Prima. In: ITAL. **Abacaxi**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas: ITAL, p.133-164, 1987. (Série Frutas Tropicais, 2).

BLISKA, F. M. M.; LEITE, R. S. S. F. Aspectos econômicos e de mercado. In: Simpósio Brasileiro sobre Acerola no Brasil, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, p. 107-123, 1995.

BONANY, J., BRUGGER, C., BUEHLER, A., CARBO, J., CODARIN, S., DONATI, F., ECHEVERRIA, G.; EGGER, S.; GUERRA, W.; HILAIRE, C., HOLLER, I., IGLESIAS, I., JESIONKOWSKA, K., KONOPACKA, D., KRUCZYNSKA, D., MARTINELLI, A., PETIOTJ, C., SANSAVINI, S., STEHR, R., SCHOORL, F. Preference mapping of apple varieties in Europe. **Food Quality and Preference**, v. 32, p. 317-329, 2014.

BORGES, P. R. S.; CARVALHO, E. E. N.; BOAS, E. V. de B. V.; LIMA, J. P. de; RODRIGUES, L. F. ESTUDO DA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE SUCO DE ABACAXI 'PÉROLA'. **Ciência Agrotécnica**, v. 35, n. 4, p. 742-750, 2011.

BRANCO, I. G; GASPARETTO, C. A. Comportamento reológico de misturas de polpa de manga e sucos de laranja e cenoura utilizando modelo de Casson. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.2, p. 183-189, 2005.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28, p.25-30. 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. Dispõe do Padrão de Identidade e Qualidade de polpas de frutas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001. Dispõe sobre os princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de dez. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 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] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRASIL. Decreto nº 6.871 de 04 de junho de 2009. 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), 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Aprova o "Regulamento técnico sobre a informação nutricional complementar". **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 nov. 2012.

BRAZIL, J. M.; LIMA, E. R.; SANTOS, R. A.; JUNIOR, G. L. V.; MILAGRES, M. P.; Nova metodologia de avaliação de resultados em estudos não sensoriais com consumidores no processo de inovação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção, Ceará, 2015.

BRUZZONE, F.; VIDAL, L.; ANTÚNEZ, L.; GIMÉNEZ, A.; DELIZA, R.; ARES, G. Comparison of intensity scales and CATA questions in new product development: Sensory characterisation and directions for product reformulation of milk desserts. **Food Quality and Preference**. v. 44, p. 183–193, 2015.

CAETANO, P. K.; DAIUTO, É, R.; VIEITES, R, L. Característica físico-química e sensorial de geleia elaborada com polpa e suco de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 3, p. 191-197, 2012.

CARDOSO, P. C.; TOMAZINI, A. P. B.; STRINGHETA, P. C.; RIBEIRO, S. M. R.; PINHEIRO- SANT'ANA, H. M. Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil. **Food Chemistry**, v. 126, p. 411-416, 2011.

CAO, X. M.; XU, W. W.; LIAO, X. J.; HU, X. S.; ZHANG, Y. Effect of high pressure processing steps on antioxidants and antioxidant activity in strawberry juice drinks. **Food and Nutrition in China**, v. 17, p. 30–35, 2011.

CARVALHO, J. M.; MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M. de.; JR, G. A. M. Água-de-coco: Propriedades nutricionais, funcionais e processamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 3, p. 437-452, 2006.

CASTRO, D. S. de.; NUNES, J. S.; SILVA, F. B. d.; OLIVEIRA, T. K. B. de.; SILVA, L. M. de M. Desenvolvimento e avaliação físico-química de néctar misto de abacaxi (*Ananas comosus*) e Seriguela (*Spondias purpurea*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 1, p. 06- 09, 2014.

CASTRO, T. M. N.; ZAMBONI, P. V.; DOVADONI, S.; CUNHA NETO, A.; RODRIGUES, L. J. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.74, p.426-36, 2015.

CAVALCANTE, L. V. Os circuitos espaciais da produção de coco no litoral oeste do Ceará. **Caminhos de Geografia Uberlândia**, v. 17, n. 57, p. 41-58, 2016.

CAVALCANTI, G. Água de coco inunda mercado americano e já alcança a Europa. **O globo**, Rio de Janeiro, 11 maio 2014. Caderno de Economia, p. 39.

CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira). Acerola. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/acerola.htm>>. Acesso em: 15 de novembro de 2017.

CERESER, N. D.; COSTA, F. M. R.; JUNIOR, O. D. R.; SILVA, D. A. R.; SPEROTTO, V. R. Botulismo de origem alimentar. **Ciência Rural**, v.38, p.280-287, 2008.

CHAN, E.; ELEVITCH, C. R. *Cocos nucifera* (Coconut). In: ELEVITCH, C. R. (ed.). **Species profiles for Pacific Island agroforestry**. Permanent Agriculture Resources (PAR), Hōlualoa, 2006, 27p. Disponível em: <<http://www.traditionaltree.org>>. Acesso em: 15 setembro de 2016.

CHOI, M.H.; KIM, H.S.; LEE, H.S. Effects of ascorbic acid retention on juice color and pigment stability in blood orange (*Citrus sinensis*) juice during refrigerated storage. **Food Res. Int.**, v.35, p.753-759, 2002.

CRUZ, A. P. G. **Avaliação do efeito de extração e da microfiltração do açaí sobre sua composição e atividade antioxidante**. 2008. 104 p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Bioquímica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CRUZ, A. G.; CADENA, R. S.; CASTRO, W. F.; ESMERINO, E. A.; RODRIGUES, J. B.; GAZE,; FARIA, J. A. F.; FREITAS, M. Q.; DELIZA, R.; BOLINI, H. M. A. Consumer perception of probiotic yogurt: Performance of check all that apply (CATA), projective mapping, sorting and intensity scale. **Food Research International**, v. 54, n.1, p. 601–610, 2013.

CUEVAS-RODRÍGUEZ, E. O.; DIA, V. P.; YOUSEF, G. G.; GARCÍA-SAUCEDO, P. A.; LÓPEZ-MEDINA, J.; PAREDES-LÓPEZ, O.; De MEJIA, E. G.; LILA, M. A.; Inhibition of pro-inflammatory responses and antioxidant capacity of Mexican blackberry (*Rubus* spp.) extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 17, p. 9542–9548, 2010.

DAI, J.; MUMPER, R. J. Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. **Molecules**, v. 15, n. 10, p. 7313–7352, 2010.

DATAMARK. Água de coco e chá pronto para beber ganham espaço. 2016. Disponível em: <<http://www.datamark.com.br/noticias/2016/4/agua-de-coco-e-cha-pronto-para-beber-ganham-espaco>>. Acesso em: 11 janeiro de 2017.

DEBMANDAL, M.; MANDAL, S. Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae): In health promotion and disease prevention. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 4, n. 3, p. 241–247, 2011.

DEGÁSPARI C.H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, v.5, n.1, p.33-40, 2004.

DOOLEY, L., LEE, Y. S., & MEULLENET, J. F. The application of check-all-that apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 394–401, 2010.

DRÖGE, W. Free radicals in the physiological control of cell function, *Rev. Physiol*, v. 82, p. 47–95, 2002.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K.; BORGIO, L. A.; MANICA, I. Características físicas e químicas do abacaxi ‘Pérola’ comercializado em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, p. 22-25, 2000.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of The United Nations Statistics Division. 2014. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/*E>. Acesso em: 14 setembro de 2016.

FARAONI, A. S. ; RAMOS, A. M. ; GUEDES, D. B. ; OLIVEIRA, A. N. ; LIMA, T. H. S. F. ; SOUZA, P. H. M. Desenvolvimento de um suco misto de manga, goiaba e acerola utilizando delineamento de misturas. **Ciência Rural**, v.42, n.5, p.911-917, 2012.

FENNEMA, O.R. **Química dos alimentos de Fennema**. Editora Artmed, 4. ed., Porto Alegre-Brasil, 2010.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; EVANGELISTA, R. M.; NARDIN, I. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, 2010.

FERREIRA, V. L. P. **Princípios e Aplicações da Colorimetria em Alimentos**. Campinas. ITAL. 86 p, 1981.

FOALE, M.; HARRIES, H. Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Coconut (*Cocos nucifera*). In: ELEVITCH, C. R. (Ed.). **Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry**, Holualoa, Hawai‘i: Permanent Agriculture Resources (PAR), 2009. Disponível em: <<http://agroforestry.net/scps>>. Acesso em: 18 setembro de 2016.

FONSECA, A. V. V. **Perfil Sensorial, Aceitação e Caracterização em Compostos Bioativos de Néctares Mistos de Frutas Tropicais**. 2014. 156 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FONTES, H.; FERREIRA, J. M. (Ed.) *A cultura de coco*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, 102 p. (Coleção Plantar, 48).

FREITAS-SÁ, D. G. C.; TORREZAN, R.; GONÇALVES, A. S.; MATTA, V.M. Redução perceptível e redução aceitável de açúcar em néctar de uva: análise sensorial como ferramenta para reformulação. In: ENCONTRO NACIONAL, 20.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, 6., 2017. Belém. Segurança e qualidade de alimentos. Belém, PA: LACEN: UFPA, 2017. p. 1-5.

GEORGE, S.; BRAT, P.; ALTER, P.; AMITOT, M. J. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 5, p. 1370-1373, 2005.

GODIC, A.; POLJSAK, B.; ADAMIC, M.; DAHMANE, R. The Role of Antioxidants in Skin Cancer Prevention and Treatment. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2014, p. 6, 2014.

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

HE, M.; ZENG, J.; ZHAI, L.; LIU, Y.; WU, H.; ZHANG R.; LI, Z.; XIA, E. Effect of in vitro simulated gastrointestinal digestion on polyphenol and polysaccharide content and their biological activities among 22 fruit juices. **Food Research International**, v. 102, p. 156–162, 2017.

HUNTERLAB. **Color measurement of translucent materials**. Hunter Associates Laboratory, Incorporated 9529. Lee Highway, Fairfax VA 22030, USA. 1978.

IBRAF (Instituto Brasileiro de Frutas). **Frutas e derivados**. Ano 4, ed. 12, março, 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola- Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil, 2017. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201701.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201701.pdf). Acesso em: 11 de setembro de 2017.

IGUTTI, A. M. PEREIRA, A. C. I.; FABIANO, L.; SILVA, R. A. F.; RIBEIRO, E. P. Substitution of ingredients by green coconut (*Cocos nucifera*L.) pulp in ice cream formulation. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 1610-1617, 2011.

INNOVA. Database, Food and beverage. Disponível em: <http://www.innovadatabase.com>. Acesso em: 13 de novembro de 2017.

JAN, A.; MASIH, E. Development and quality evaluation of pineapple juice blend with carrot and Orange juice. **Internacional Journal of Scientific and Research Publications**, v. 2, n. 8, p. 1-8, 2012.

JAYACHANDRAN, L. E.; CHAKRABORTY, S.; RAO, P. S. Effect of high pressure processing on physicochemical properties and bioactive compounds in litchi based mixed fruit beverage. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 28, p. 1-9, 2015.

KAWATI, R. Pesquisa e extensão sobre a cultura da acerola no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ACEROLA NO BRASIL, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, p. 149-154, 1995.

KEENAN, D. F.; BRUNTON, N. P.; MITCHELL, M.; GORMLEY, R.; BUTLER, F. Flavour profiling of fresh and processed fruit smoothies by instrumental and sensory analysis. **Food Research International**, v. 45, p.17–25, 2012.

KIM, H.; HOUSE, L. A. Impact of Added Sugar Information of Front-of-Pack Labels on Consumers' Beverage Health Perception Changes. **Agricultural & Applied Economics Association's**, p. 12-14, 2012.

KWIATKOWSKI, A. **Características pós-colheita de cocos verdes, em diferentes estádios de desenvolvimento e estações climáticas**. 2011. 105 p. Tese (Doutorado em Agronomia), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Paraná.

LÄHTEENMÄKI, L. Claiming health in food products. **Food Quality and Preference**, v. 27, p. 196–201, 2013.

LAKO, J.; TRENERRY, V. C.; WAHLQVIST, M.; WATTANAPENPAIBOON, N.; SOTHEESWARAN, S.; PREMIER, R. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. **Food Chemistry**, v. 101, p. 1727–1741, 2007.

LAVINAS, F. C.; ALMEIDA, N. C. de; MIGUEL, M. A. L.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L. Estudo da estabilidade química e microbiológica do suco de caju *in natura* armazenado em diferentes condições de estocagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n.4, p. 875-883, 2006.

LAVOYER, F. C. G.; GABAS, A. L.; OLIVEIRA, W. P. O.; TELIS-ROMERO, J. Estudo das isotermas de adsorção da polpa de coco verde. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, p. 68-74, 2013.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: Principles and practices**. Gaithersburg: Aspen, 1999.

LAWLESS, H. T., SINOPOLI, D., e CHAPMAN, K. W. A comparison of the labeled affective magnitude scale and the 9-point hedonic scale and examination of categorical behavior. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, 54–66. 2010.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; PRAZERES, F. G.; MUSSER, R.S.; LIMA, D. E. S. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. **Food Chemistry**, v. 90, p. 565-568, 2005.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S. **Processamento de Sucos de Frutas Tropicais**. Fortaleza: Edições UFC, 2007. 320p.

MAHAM, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia. 12ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 1227, 2010.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; FIORAVANÇO, J. C; PAIVA JR.; M. C.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Acerola: Tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados**. Cinco Continentes, Porto alegre, p. 397, 2003.

MAPELLI-BRAHM, P.; CORTE-REAL, J.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; BOHN, T. Bioaccessibility of phytoene and phytofluene is superior to other carotenoids from selected fruit and vegetable juices. **Food Chemistry**, v. 229, p. 304-311, 2017.

MARINO NETTO, L. **Acerola: a cereja tropical**. São Paulo: Nobel, p. 94, 1986.

MARKOWSKI, J.; CELEJEWSKA, K.; ROSLONEK, A.; KOSMALA, M. Impact of different thermal preservation technologies on the quality of apple-based smoothies. **LWT - Food Science and Technology**, v. 85, p. 470-473, 2017.

MARTINS, C. R.; JESUS JUNIOR, L. A. **Produção e Comercialização de Coco no Brasil Frente ao Comércio Internacional: Panorama 2014**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. 51 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 184).

- MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C.; SILVA, L. F. M. Suco de acerola microfiltrado: avaliação da vida-de-prateleira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n.2, p. 293-297, 2004.
- 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.
- MATTHEWS, R. F. Frozen Concentrated Orange Juice From Florida Oranges. University of Florida, Florida Cooperative Extension Service, Fact Sheet, 1994.
- MCGUIRE, R. G. Reporting of objective colour measurements. **Horticultural Science**, v. 27, p. 1254-1255, 1992.
- MEDINA, J.C. A cultura do abacaxi. In: MEDINA, J.C. et al. **Frutas tropicais 2**. São Paulo: Canton, p. 68, 1978.
- MEHINAGIC, E.; ROYERA, G.E; BERTRAND, D.; SYMONEAUX, R.; LAURENS, F.; JOURJON, F. Relationship between sensory analysis, penetrometry and visible NR spectroscopy of apples belonging to different cultivars. **Food Quality and Preference**, v. 14, n. 15, p. 473-484, 2003.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory evaluation techniques. **Boca Raton: CRC Press**, v.2, p. 354, 1991.
- MENA, P.; GARCIA-VIGUERA, C.; NAVARRO-RICO, J.; MORENO, D. A.; BARTUAL, J.; SAURA, D. Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica ranatum* L.) cultivars grown in Spain. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, p. 1893-1906, 2011.
- MENDES, A. M. S.; OLIVEIRA, A. R.; TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTOS, D. C.; BATISTA, D. da C.; ANGELOTTI, F.; LEAL, I. V.; OLIVEIRA, J. R. P.; ANJOS, J. B. A cultura da acerola. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica (Coleção Plantar, 68).
- MERCALI, G. D.; JAESCHKE, D. P.; TESSARO, I. C.; MARCZAK, L. D. F. Study of Vitamin C Degradation in Acerola Pulp During Ohmic and Conventional Heat Treatment. **LWT - Food Science and Technology**, v. 47, n. 1, p. 91-95, 2012.
- MEYERS, K. J.; MARES, J. A.; IGO, R. P.; TRUITT, B.; LIU, Z.; MILLEN, A. E.; et al. Genetic evidence for role of carotenoids in age-related macular degeneration in the carotenoids in age-related eye disease study (CAREDS). **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, v. 55, n.1, p.587–599, 2014.
- MEZADRI, T.; PÉREZ-GALVEZ, A.; HORNERO-MÉNDEZ, D. Carotenoid pigments in acerola fruits (*Malpighia emarginata* DC) and derived products. **European Food Research and Technology**, v. 220, p.63-69, 2005.
- MEZADRI, T.; VILLANO, D.; FERNÁNDEZ-PACHÓN, M. S., GARCÍA-PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. Antioxidant compounds and antioxidant activity in acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruits and derivatives. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 4, p. 282-290, 2008.

MONTANUCI, F. D.; GARCIA, S.; PRUDENCIO, S. H. Caracterização sensorial e aceitação de Kefir adoçado integral e desnatado com inulina. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19-21, p. 79-90, 2010.

MONTEIRO, C. L. B. Análise sensorial - seleção e treinamento de equipes de degustadores. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**. Curitiba, v. 2, n. 1, p.19-26, 1984.

MORAN, N. A. & JARVIK, T. Lateral transfer of genes from fungi underlies carotenoid production in aphids. **Science**, v. 328, p. 624–627, 2010.

MOREIRA, A.F.A. **Desenvolvimento e caracterização de um *smoothie* probiótico**. 2011. 107 p. Dissertação (Mestrado), Departamento de Química, Universidade de Aveiro, Aveiro.

MOURA, L. M. **Compostos Bioativos em Frutas Cítricas: Quantificação, Avaliação da Atividade Antioxidante, Parâmetros de Cor e Efeito da Pasteurização**. 2010, 153 p. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

MULLER, L.; GNOYKE, S.; POPKEN, A.M.; BÖHM, V.; Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. **LWT e Food Science and Technology**, v. 43, p. 992-999, 2010.

NOWICKA, P.; WOJDYLO, A.; TELESZKO, M.; SAMOTICHA, J. Sensory attributes and changes of physicochemical properties during storage of smoothies prepared from selected fruit. **LWT - Food Science and Technology**, v. 71, p. 102-109, 2016.

NUNES, A. M.; COSTA, A. S. G.; BARREIRA, J. C. M.; VINHA, A. F.; ALVES, R. C.; ROCHA, A. How functional foods endure throughout the shelf storage? Effects of packing materials and formulation on the quality parameters and bioactivity of *smoothies*. **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, p. 70-78, 2016.

OMS (Organização Mundial de Saúde). Information note about intake of sugars recommended in the WHO guideline for adults and children, 2015. Disponível em: http://www.asbran.org.br/arquivos/sugar_intake_information_note_en.pdf. Acesso em: 15 de novembro de 2017.

PACHECO, S. **Preparo de padrões analíticos, estudo de estabilidade e parâmetros de validação para ensaio de carotenóides por cromatografia líquida** 2009. 117 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PACHECO, S.; PEIXOTO, F.M.; BORUINI, R.G.; NASCIMENTO, L.S.M; BOBEDA, C.R.R.; SANTIAGO, M.C.P.A.; GODOY, R.L.O. Microscale extraction method for HPLC carotenoid analysis in vegetable matrices. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 416-419, 2014.

PADAYATTY, S. J.; KATZ, A.; WANG, Y.; ECK, P.; KWON, O.; LEE, J.; CHEN, S. CORPE, C.; DUTTA, A.; LEVINE, F. M. Vitamin C as na antioxidante: Evaluation os its role in disease prevention. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 22, n. 1, p.18–35, 2003.

PARK, Y. S.; HAM, K.; PARK, Y.; LEONTOWICZ, H.; LEONTOWICZ, M.; NAMIESNIK, J.; KATRICH, E.; GORINSTEIN, S. The effects of treatment on quality

parameters of *smoothie*-type 'Hayward' kiwi fruit beverages. **Food Control**, v. 70, p. 221-228, 2016.

PEREIRA, A. C. da S.; SIQUEIRA, A. M. de A.; FARIAS, J. M. de; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W. de; SOUSA, P. H. M. de. Desenvolvimento de bebida mista à base de água de coco, polpa de abacaxi e acerola. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 59, p. 1-5, 2009.

PERYAM, D. R.; PILGRIM, F. J. Hedonic scale method of measuring food preferences. **Food Technology**, v. 11, p. 9-14, 1957.

PIETRO, W.H.; IGUTTI, A. M.; NITZ, M. Drying evaluation of green coconut pulp for obtaining a snack-like product. **Procedia Food Science**, v. 1, p 1618-1627, 2011.

PINELI, L. de L. de O.; AGUIAR, L. A. de A.; FIUSA, A.; BOTELHO, R. B. de A.; ZONDONADI, R. P.; MELO, L. Sensory impact of lowering sugar content in orange nectars to design healthier, low-sugar industrialized beverages. **Appetite**, v. 96, p. 239-244, 2016.

PISOSCHI, A. M.; POP, A.; SERBAN, A. I.; FAFANEATA, C. Electrochemical methods for ascorbic acid determination. **Electrochimica Acta**, v.121, p. 443– 460, 2014.

PORTAL BRASIL. Obesidade cresce 60% em dez anos no Brasil. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/saude/2017/04/obesidade-cresce-60-em-dez-anos-no-brasil>. Acesso em: 12 de novembro de 2017.

PORTO, M. R. A.; OKINA, V. S.; PIMENTEL, T. C.; PRUDENCIO, S. H. Physicochemical Stability, Antioxidant Activity, and Acceptance of Beet and Orange Mixed Juice during Refrigerated Storage. **Beverages**, v. 3, n. 36, p. 1-12 2017.

PRADO, F. C.; LINDNER, J. D. D.; INABA, J.; THOMAZ-SOCCOL, V.; BRAR, S. K.; SOCCOL, C. R. Development and evaluation of a fermented coconut water beverage with potential health benefits. **Journal of functional foods**, v. 12, p. 489–497, 2015.

PRIOR, R. L. Oxygen radical absorbance capacity (ORAC): New horizons in relating dietary antioxidants/bioactives and health benefits. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 797–810, 2015.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICEEVANS, C. A. Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biological and Medicine**, v. 26, n.9-10, p. 1231-1237, 1999.

REILLY, C. Minerals. In: HENRY, C. J. K.;CHAPMAN, C. (Org.). **The nutrition handbook for food processors**. Boca Raton: CRC Press, p.97-116, 2002.

REIS, L. C. R.; BERNARDI, J. R.; SILVA, A. C. P.; FACCO, E. M. P. Análise da composição nutricional e estabilidade de compostos fenólicos e antocianinas totais do guabijú (*Myrcianthes punges*). **Brazilian Journal of Food Research**, v. 7, n. 1, p. 89-104, 2016.

REIS, F.; ALCAIRE, F.; DELIZA, R.; ARES, G. The role of information on consumer sensory, hedonic and wellbeing perception of sugar-reduced products: Case study with orange/pomegranate juice. **Food Quality and Preference**. v. 62, p. 227-236, 2017.

RIBEIRO, L. de O. **Avaliação de processos para conservação de suco de umbu e de seus compostos bioativos**. 2014, 111 p. Dissertação (Mestrado), Escola de Química, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

RICHTER, V. B. **Desenvolvimento de uma técnica sensorial descritiva por ordenação**. 2006. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná. 2006.

RINALDO, D.; MBÉGUIÉ-A-MBÉGUIÉ, D.; FILS-LYCAON, B. Advances on polyphenols and their metabolism in sub-tropical and tropical fruits. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, p. 599-606, 2010.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Cultivo tropical de fruteiras. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 264, p. 17-25, 2011.

ROCHA, C. F. **Ferramentas de avaliação sensorial para o desenvolvimento de novos produtos alimentares**. 2014. 215f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Consumo Alimentar) - Universidade Aberta. Porto, 2014.

RODHES, M. J. C. Physiologically-active compounds in plant foods: an overview **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 55, n. 1B, p. 371-397, 1996.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoids and Food Preparation: The Retention of Provitamin Carotenoids in Prepared, Processed, and Stored foods**. Washington DC: Usaid-Omni, 1997. 88 p.

RODRIGUEZ - AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, ILSI Press, p. 64, 1999.

RODRÍGUEZ-AMAYA, D. B. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods**, 2001. 64p.

RODRÍGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes Brasileiras de Carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. 2008. 100p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Quantitative analysis, in vitro assessment of bioavailability and antioxidante activity of food carotenoids—A review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23, p.726–740, 2010.

ROSA, J. S. da. **Desenvolvimento de um método rápido para análise vitamina C por cromatografia líquida de alta eficiência utilizando coluna de troca iônica**. 2005. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ROSA, J.R.; GODOY, R.L.O.; OIANO-NETO, J.; CAMPOS, R.S.; MATTA, V.S.; FREIRE, C.A.; SILVA, A.S.; SOUZA, R.S. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência e exclusão iônica. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da**

Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS+. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 4 p.

RUIZ, B. G.; ROUX, S.; COURTOIS, F.; BONAZZI, C. Spectrophotometric method for fast quantification of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in simple matrix for kinetics measurements. **Food Chemistry**, v. 211, p. 583-589, 2016.

SAINI, R. K.; NILE, S. H.; PARK, S. Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. **Food Research International**, v. 76, p. 735–750, 2015.

SANTANA, I. A.; RIBEIRO, E. P.; IGUTTI, A. M. Evaluation of green coconut (*Cocos nucifera* L.) pulp for use as milk, fat and emulsifier replacer in ice cream. **Procedia Food Science**, v. 1, p.1447-1453, 2011.

SANT'ANNA, V.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. Kinetic modeling of anthocyanin extraction from grape marc. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, p. 3473-3480, 2013.

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

SHAMSUDIN, R.; ADZAHAN, N. M.; YEE, Y. P.; M, A. Effect of repetitive ultraviolet irradiation on the physico-chemical properties and microbial stability of pineapple juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 23, p. 114–120, 2014.

SHARONI, Y.; LINNEWIEL-HERMONI, K.; KHANIN, M.; SALMAN, H.; VEPRIK, A.; DANILENKO, M.; LEVY, J. Carotenoids and apocarotenoids in cellular signaling related to cancer: A review. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 56, n. 2, p. 259–269, 2012.

SILVA, M. F. V. **Efeito de diferentes tratamentos e embalagens na suco de acerola e caracterização dos teores de ácido ascórbico e das antocianinas durante o tempo de armazenamento.** Tese de Doutorado – UNICAMP, Campinas, SP, 1999.

SILVA, L. M. R.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA, P. H. M.; GONZAGA, M. L. C.; FIGUEIREDO, E. A. T. Estudo do comportamento reológico de polpas de caju (*Anacardium occidentale*, L.), acerola (*Malpighia emarginata*, D.C.) e manga (*Mangifera indica*, L.). **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 33, p. 237-248, 2012.

SILVA, L. M. R. da.; FIGUEIREDO, E. A. T. de.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W. de.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398–404, 2014.

SILVA, M. J. S. da; ROCHA, A. P. T.; SANTOS, D. da C.; ARAÚJO, A. dos S.; OLIVEIRAS, M. N. de. Caracterização físico-química de *blend* de abacaxi com acerola obtido pelo método de liofilização. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 5, p. 110-113, 2016.

SIMÃO, S. O abacaxizeiro. In: SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura.** Piracicaba: FEALQ, p. 249-288, 1998.

SINDHI, V.; GUPTA, V.; SHARMA, K.; BHATNAGAR, S.; KUMARI, R.; DHAKA, K. Potential applications of antioxidants - A review. **Journal of Pharmacy Research**, v. 7, p. 828-835, 2013.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

SIQUEIRA, L. A.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. **A introdução do coqueiro no Brasil: importância histórica e agrônômica**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 24, 2002. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 47).

SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. de C. P. de. Teor de vitamina C e características físicas do camu-camu em dois estádios de maturação. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 2, p. 61-63, 2008.

SOARES FILHO, W. S.; OLIVEIRA, J. R. P. Colheita. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas: EMBRAPA, p. 145-149, 2003.

SOUZA, W. A. de; BOAS, O. M. G. da C. V. A deficiência de vitamina A no Brasil: um panorama. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 12, n. 3, p. 173-179, 2002.

SOUZA, F. P.; CAMPOS, G. R.; PACKER, J. F. Determinação da atividade fotoprotetora e antioxidante em emulsões contendo extrato de *Malpighia glabra* L. – Acerola. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 34, n. 1, p. 69-77, 2013.

SOUSA, P. H. M.; RAMOS, A. M.; MAIA, G. A.; BRITO, E. S.; GARRUTI, D. S.; FIGUEIREDO, R. W. Comparação da aceitabilidade de néctares mistos de frutas tropicais por teste de médias e análise estatística multivariada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2307-2316, 2013.

STONE, H.S.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. San Diego, CA: Academic Press; 1992.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**, 3.ed. London: Academic Press. 2004, p. 408.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**. v. 14, p. 263-269, 2012.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4 ed. revisada e ampliada. Campinas, SP: UNICAMP, 2011. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada>. Acesso em: 22 de outubro de 2016.

TEIXEIRA, A. A. **O segredo para manter a qualidade do café**. 2009. Disponível em: <http://www.unilly.com.br/apresentacoes/Resumo_Palestra%20Dr%20Aldir.pdf;jsessionid=A4E377C0B7FF00B99D7CEFBFF2E962F9>. Acesso em: 15 de janeiro de 2018.

THAIPONGA, K.; BOONPRAKOKA, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOSC, L.; BYRNEC, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts.

THÉ, P. M. P.; NUNES, R. de P.; DA SILVA, L. I. M. M.; ARAÚJO, B. M. de. Características físicas, físico-químicas, químicas e atividade enzimática de abacaxi cv. *Smooth cayenne* recém-colhido. **Revista Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 21, n. 2, p. 273-281, 2010.

USDA (National Nutrient Database for Standard). Sugar: World Markets and Trade Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/sugar-world-markets-and-trade>>. Acesso em 05 de novembro de 2017.

VANNUCCHI, H.; ROCHA, M. M. Funções plenamente reconhecidas de nutrientes – ácido ascórbico (vitamina C). **ILSI Brasil - International Life Sciences Institute do Brasil**. [Internet]. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://ilsi.org/brasil/wp-content/uploads/sites/9/2016/05/21-Vitamina-C.pdf>>. Acesso em: 11 de dezembro de 2015.

WEBER, F.; LARSEN, L. R. Influence of fruit juice processing on anthocyanin stability. **Food Research International**, v. 100, p. 354-365, 2017.

WIBOWO, S.; VERVOORT, L.; TOMIC, J.; SANTIAGO, J.S.; LEMMENS, L.; PANOZZO, A.; GRAUWET, T.; HENDRICKX, M.; LOEY, A.V. Colour and carotenoid changes of pasteurised orange juice during storage. **Food Chemistry**, v. 171, p. 330–340, 2015.

WHO. Guideline: Potassium intake for adults and children. Geneva, World Health Organization (WHO), 2012.

YEHYE, W. A.; RAHMAN, N. A.; ARIFFIN, A.; HAMID, S. B. A.; ALHADI, A. A.; KADIR, F. A.; YAEGHOBI, M. Understanding the chemistry behind the antioxidant activities of butylated hydroxytoluene (BHT): A review. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 101, p. 295-312, 2015.

ZHOU, D. SHAO, L. SPITZ, D. R. Reactive oxygen species in normal and tumor stem cells. **Advances in Cancer Research**, v. 122, p.1-67, 2014.

ZULUETA, A.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. **Food Chemistry**, v. 114, n. 1, p. 310-316, 2009.

ANEXOS

ANEXO A - Pôster informativo utilizado durante a análise sensorial no Hortifruti.

SMOOTHIE DE POLPA DE COCO VERDE E FRUTAS

Como é feito?



Polpa de coco verde
Contém minerais, fibras, proteínas



Polpa de acerola
Rica em vitamina C, contém pró-vitamina A, alta capacidade antioxidante



Polpa de abacaxi
Contém minerais, açúcares, compostos fenólicos

Um smoothie é uma bebida espessa feita de frutas e/ou vegetais, que podem ser misturados também com outros ingredientes naturais, como iogurte, gelo ou mel.

HOMOGENEIZAÇÃO

PASTEURIZAÇÃO

ENVASE

O que ele tem de bom?



Smoothie de polpa de coco verde, acerola e abacaxi

Apenas frutas e o açúcar natural das mesmas, sem água adicionada

Potencial de utilização como *substituto do leite* para pessoas com intolerância à lactose ou alergia às proteínas do leite

Bom para o meio ambiente, pois promove o *aproveitamento do coproduto* do processamento da água de coco

Vitamina C - 432 mg/100g
Compostos fenólicos totais - 519 mg/100g
Capacidade antioxidante - 27 μ mol Trolox/g