



UNIVERSIDADE FERERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE QUÍMICA



PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

LARISSA DE FARIAS DIAS

**CONSERVAÇÃO DO ALBÚMEN SÓLIDO DO COCO VERDE (*COCOS NUCIFERA*
L.) POR TRATAMENTO TÉRMICO**

Rio de Janeiro,

Setembro, 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

ESCOLA DE QUÍMICA

PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

Larissa de Farias Dias

Conservação do albúmen sólido do coco verde (*Cocos Nucifera L.*) por tratamento térmico

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre.

Orientadoras:

Dr^a Suely Pereira Freitas

Dr^a Virgínia Martins da Matta

Rio de Janeiro,

Setembro, 2019

LARISSA DE FARIAS DIAS

**CONSERVAÇÃO DO ALBÚMEN SÓLIDO DO COCO VERDE (*COCOS NUCIFERA L.*)
POR TRATAMENTO TÉRMICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 25 de setembro de 2019.

Suely Pereira Freitas, D. Sc., EQ/UFRJ (Orientadora e Presidente da banca)

Virgínia Martins da Matta, D. Sc., Embrapa Agroindústria de Alimentos (Orientadora)

Eveline Lopes Almeida, D. Sc., EQ/UFRJ

Isabelle Santana, D. Sc., DNBE/UERJ

DEDICATÓRIA

Em primeiro lugar, agradeço à Deus. Em seguida, à minha família particularmente aos meus pais Nizio Nunes Dias e Maria Roseane de Farias Dias, e ao meu irmão Diogo de Farias Dias que mesmo distantes fisicamente, sempre estiveram ao meu lado e permaneceram me apoiando e acreditando em mim, em todas as minhas decisões.

À minha família do Rio de Janeiro, em especial meus avós Maria Antônia e Nézio Dias, aos meus Tios e Tias, bem como aos meus primos, por todo apoio e suporte que me foi e vem sendo fornecido durante todo esse tempo que estou morando no RJ, foi essencial.

Em especial, gostaria de agradecer ao meu namorado Gabriel Werneck que permaneceu ao meu lado, sendo meu refúgio em vários momentos e me deu todo apoio, sempre com amor e carinho, incentivando-me, apoiando-me e distraíndo-me nos momentos de estresses. Além de ter contribuído significativamente para elaboração deste trabalho e em várias das minhas conquistas.

Às minhas amigas de Natal/RN Iasmim Soares e Kaline Oliveira, que sempre me apoiaram e aguentaram os meus momentos de “desespero” à distância, muito obrigada pela torcida durante este período.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à UFRJ, em particular aos professores e aos funcionários da secretaria do Programa de Pós-Graduação do EPQB e 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. Suely Pereira Freitas e a Dra. Virgínia Martins da Matta, por todo suporte oferecido, pelas correções, pela paciência, pelo incentivo e torcida, o qual fez toda a diferença na minha formação profissional durante o período do mestrado e levarei por toda minha caminhada. A vocês todo meu carinho e admiração.

Às pesquisadoras, Dra. Renata Torrezan, Dr. Eduardo Henrique Miranda Walter, Dra. Daniela De Grandi Freitas-Sá e ao Analista Rodrigo Campos, pelas contribuições e investimento durante o desenvolvimento deste trabalho.

À todos os estagiários e colegas da Embrapa que me acompanharam durante este trabalho, em especial à Jéssica Carolina, Rebeca Costa, João Carlos, Nátali, Maraysa, Alyne, Aline Cascaes, Davy, Selmir, Gabriela e Gisele.

À equipe do Laboratório de Análise Sensorial.

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

À equipe do Laboratório de Reologia, Dra. Melissa e Mariana.

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

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, Érika, Luis Fernando (Chorão), Paulo Sérgio (PS), William, Zé Carlos e Adilson (Já é).

RESUMO

Face ao grande desperdício da polpa de coco verde nas indústrias de envasamento de água de coco e ao potencial econômico do aproveitamento deste coproduto, o presente trabalho teve como objetivo determinar o binômio tempo/temperatura mais adequado para a preservação das características naturais do albúmen sólido do coco verde, quando combinado com o congelamento, visando à sua conservação e aplicação industrial no desenvolvimento de novos produtos. Realizou-se um planejamento fatorial incompleto, com dois fatores, temperatura (70° a 80 °C) e tempo (2 a 10 minutos), em dois níveis mais os pontos centrais, sendo o binômio selecionado, 80 °C por 2 minutos, capaz de preservar as características de cor e os parâmetros microbiológicos dentro dos valores preconizados pela legislação. O albúmen sólido, *in natura* e pasteurizado, foi armazenado sob congelamento a -18 °C para estudo de sua estabilidade durante seis meses. Verificou-se que, embora tenha sido constatada uma redução na atividade enzimática após a pasteurização, a inativação não foi completa, apresentando uma atividade residual que variou de 87% a 94% para peroxidase e de 41% a 69% para polifenoloxidase. Para aplicação industrial, duas bebidas foram elaboradas contendo como ingredientes a polpa e a água do coco verde, sendo que em uma delas houve adição de suco de limão. Após testes preliminares, duas formulações com diferentes proporções de água de coco e polpa de coco verde (80:20 e 50:50) foram elaboradas, sendo submetidas a tratamento térmico em pasteurizador de superfície raspada (84 °C/40 s), envasadas a frio em garrafas plásticas e armazenadas sob congelamento a -18 °C até a sua utilização. As bebidas foram caracterizadas quanto ao pH, sólidos solúveis, acidez, qualidade microbiológica, atividade enzimática e análise sensorial (aceitação global, consistência, doçura e intenção de compra). A bebida pasteurizada contendo 80% de água de coco e 20% de polpa de coco verde apresentou pH igual a 5,20 e 5,83 °Brix, atendeu aos padrões microbiológicos e alcançou as maiores notas médias de aceitação e de intenção de compra. O armazenamento sob refrigeração por 60 dias não propiciou a preservação da cor. Com relação à bebida adicionada de suco de limão, foram avaliadas três formulações, todas contendo 20% de polpa de coco, variando o teor de suco de limão (1%, 2,5% e 5%) e, conseqüentemente, o teor de água de coco. As amostras foram formuladas, e armazenadas sob refrigeração a 7 °C por 30 dias, apresentando melhores resultados em relação à cor do que a bebida sem limão. Por outro lado, a não pasteurização das bebidas com limão fez com que houvesse crescimento microbiano, tornando-as impróprias para o consumo. A composição centesimal e de minerais tanto da polpa de coco verde (albúmen sólido) quanto das bebidas elaboradas neste trabalho mostram a qualidade nutricional desses produtos. A polpa de

coco verde congelada apresenta um potencial de mercado promissor enquanto as bebidas ainda necessitam de ajustes nos processos tecnológicos para conservação das mesmas.

Palavras chave: Albúmen sólido; Água de coco; Tratamento térmico; Bebida de coco.

ABSTRACT

Due to the large waste of green coconut pulp in the coconut water bottling industries and the economic potential of this co-product, the present work aimed to determine the most adequate time/temperature couple for the preservation of the natural characteristics of the solid albumen of the fruit, when combined with the freezing method, focusing on the conservation and on the industrial application for the development of new products. An incomplete factorial experimental design was performed, with 2 factors, temperature (from 70° to 80 ° C) and time (from 2 to 10 minutes), in two levels with central points. The selected couple, 80 °C for 2 minutes, was able to preserve the color characteristics and the microbiological parameters within the recommended values of the legislation. The solid albumen, fresh and pasteurized, was stored frozen at -18 °C in order to be submitted to a stability study for six months. It was verified that although there was an enzymatic activity decrease after the pasteurization, the inactivation was not complete, leaving a residual activity ranging from 87% to 94% for peroxidase and 41% to 69% for polyphenol oxidase. Aiming an industrial application, two beverages were prepared containing the pulp and the water of the green coconut as ingredients. In one of which was added lemon juice. After preliminary tests, two formulations with different proportions of coconut water and green coconut pulp (80:20 and 50:50) were elaborated. Then, they were heat treated in a scraped surface pasteurizer (84 °C / 40 s), cold packaged in plastic bottles and stored frozen at -18 °C until use. The beverages were characterized in relation to pH, soluble solids, acidity, microbiological quality, enzymatic activity and sensory analysis (global acceptance, consistency, sweetness and purchase intention). The pasteurized beverage formulation containing 80% of coconut water and 20% of green coconut pulp presented a pH of 5.20 and 5.83 °Brix. This formulation met the microbiological standards and achieved the highest acceptance average and purchase intent. The frozen state storage for 60 days did not allow color preservation. Regarding the beverage with lemon juice, three formulations were evaluated, all containing 20% coconut pulp, varying the lemon juice content (1%, 2.5% and 5%) and, consequently, the content of coconut water. The samples were formulated and stored under refrigeration at 7°C for 30 days, presenting better color results than the lemonless beverage. Nevertheless, the non-pasteurization of beverages with lemon caused microbial growth, making them unfit for consumption. The mineral and centesimal compositions of both the green coconut pulp (solid albumen) and the beverages elaborated in this work show the nutritional quality of these products. The frozen green coconut pulp has a promising market

potential, while the beverages still need adjustments in the technological processes for their conservation.

Keywords: Coconut pulp; Coconut water; Heat treated; Beverages.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Partes constituintes do coco verde.	19
Figura 2: Albúmen sólido gelatinoso (A) Albúmen sólido maduro (B).	24
Figura 3: Coordenadas do sistema CIELab de cor.	30
Figura 4: Coco verde utilizado como matéria-prima.	33
Figura 5: Diagrama de blocos do procedimento experimental.	34
Figura 6: Bomba mecânica (A). Recipientes para armazenamento do albúmen líquido (B). ...	35
Figura 7: Polpa de coco verde imersa na água de coco (A). Ultra processador (B) Embalagens de alumínio para acondicionamento do albúmen sólido (C).	36
Figura 8: Banho Termostatizado (A e B) e Resfriamento das amostras (C).	37
Figura 9: Polpas de coco verde (PCC, PCP, PCA e PCF) da esquerda para direita (A). Análise sensorial da polpa de coco verde (B).	38
Figura 10: Amostras do albúmen sólido submetidas à pasteurização lenta.	39
Figura 11: Formulações da bebida de coco verde.	40
Figura 12: Pasteurizador de superfície raspada (FT25D, Armfield, Inglaterra).	41
Figura 13: Análise sensorial das bebidas de água e polpa de coco verde.	42
Figura 14: Envase da bebida de água e polpa de coco verde (A) e armazenamento das bebidas (B).	42
Figura 15: Formulações do teste preliminar das bebidas de água e polpa de coco verde com limão.	43
Figura 16: Bebidas de coco verde com e sem limão não pasteurizadas para estudo da estabilidade.	44
Figura 17: Colorímetro Color Quest XE, Hunterlab.	47
Figure 18: Polpa de coco verde após armazenamento sob congelamento. (A) sem imersão na água de coco (B) com imersão na água de coco.	53
Figura 19: Atividade residual (A/Ao) da peroxidase (POD) e da polifenoloxidase (PFO) do albúmen sólido do coco verde <i>in natura</i> e pasteurizado durante o armazenamento sob congelamento.	60
Figura 20: Albúmen sólido pasteurizado (esquerda) e <i>in natura</i> (direita) no último dia de armazenamento sob congelamento.	62
Figura 21: Intenção de compra das bebidas de água e polpa de coco verde submetidas à análise sensorial.	67
Figura 22: Frequência de consumo de produtos e bebidas de coco.	68

Figura 23: Bebida de água e polpa de coco verde com 30 dias do estudo de estabilidade	72
Figura 24: Bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizada , adicionada de limão, durante o armazenamento refrigerado por 30 dias. (A) 8 dias; (B) 15 dias; (C) 22 dias e (D) 30 dias.....	76
Figura 25: Bebida de água e polpa de coco verde com limão <i>in natura</i> e pasteurizada no tempo zero (A) após 15 dias (B) de armazenamento refrigerado.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais características agrônômicas das variedades de coqueiro.....	18
Tabela 2: Produção mundial, área colhida e rendimento de coco.	20
Tabela 3: Produção nacional, área colhida, e rendimento de coco.....	21
Tabela 4: Exportações e Importações brasileiras de derivados de coco.....	23
Tabela 5: Planejamento experimental para determinação do binômio tempo/temperatura de pasteurização da polpa de coco verde.....	36
Tabela 6: Planejamento de mistura simplificado para definição da formulação das bebidas de água e polpa de coco verde.....	40
Tabela 7: Formulações preliminares para as bebidas de água e polpa de coco verde com limão.	43
Tabela 8: Formulações das bebidas de água e polpa de coco verde com limão.....	44
Tabela 9: Características físico-químicas das matérias-primas.....	49
Tabela 10: Composição centesimal da polpa de coco verde.	50
Tabela 11: Composição em minerais da polpa de coco verde.....	52
Tabela 12: Avaliação microbiológica da polpa de coco verde pasteurizada nas diferentes condições do planejamento experimental.....	53
Tabela 13: Características de cor instrumental das polpas de coco verde nas diferentes condições do planejamento experimental.....	54
Tabela 14: Características físico-químicas e atividade enzimática das polpas de coco verde submetidas a diferentes tratamentos.	55
Tabela 15: Notas médias dos atributos avaliados nas diferentes amostras de polpa do coco verde.	56
Tabela 16: Qualidade microbiológica do albúmen sólido do coco verde <i>in natura</i> e pasteurizado durante o armazenamento sob congelamento.....	57
Tabela 17: Características físico-químicas do albúmen sólido do coco verde <i>in natura</i> e pasteurizado durante o armazenamento sob congelamento.....	58
Tabela 18: Atividade enzimática do albúmen sólido do coco verde <i>in natura</i> e pasteurizado durante o armazenamento sob congelamento.....	59
Tabela 19: Cor instrumental do albúmen sólido do coco verde <i>in natura</i> e pasteurizado durante o armazenamento sob congelamento.....	61
Tabela 20: Características físico-químicas e microbiológicas das bebidas de água e polpa coco verde (antes e depois da pasteurização).....	63

Tabela 21: Atividade enzimática das bebidas de água e polpa coco verde (antes e depois da pasteurização).	64
Tabela 22: Aceitação sensorial das bebidas de água e polpa coco verde pasteurizadas.	64
Tabela 23: Perfil sócio econômico dos consumidores participantes ($n = 100$) da avaliação sensorial das formulações das bebidas de água e polpa coco verde.	66
Tabela 24: Qualidade microbiológica da bebida de água (80%) e polpa (20%) de coco verde pasteurizada durante o armazenamento refrigerado por 60 dias.	69
Tabela 25: Características físico-químicas e microbiológicas da bebida de água (80%) e polpa (20%) de coco verde pasteurizada durante o armazenamento refrigerado por 60 dias.	70
Tabela 26: Atividade enzimática da bebida de água (80%) e polpa (20%) de coco verde pasteurizada durante o armazenamento refrigerado por 60 dias.	70
Tabela 27: Cor instrumental da bebida de água (80%) e polpa (20%) de coco verde pasteurizada durante o armazenamento refrigerado por 60 dias.	71
Tabela 28: Qualidade microbiológica das bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizada, adicionada de limão, durante o armazenamento refrigerado por 30 dias.	73
Tabela 29: Características físico-químicas das bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizada, adicionada de limão, durante o armazenamento refrigerado por 30 dias.	74
Tabela 30: Atividade enzimática das bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizada, adicionada de limão, durante o armazenamento refrigerado por 30 dias.	75
Tabela 31: Cor instrumental das bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizada, adicionada de limão, durante o armazenamento refrigerado por 30 dias.	76
Tabela 32: Características físico-químicas e microbiológicas da bebida de água e polpa de coco verde com e sem pasteurização, adicionada de limão, durante o armazenamento refrigerado por 15 dias.	78
Tabela 33: Qualidade microbiológica da bebida de água e polpa de coco verde com limão antes e após a pasteurização.	78
Tabela 34: Composição centesimal das bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizadas, com e sem limão.	79
Tabela 35: Composição em minerais das bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizadas, com e sem limão.	80

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivo Específico	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Coco (<i>Cocos nucifera L.</i>)	17
3.1.1 Origem e Variedades do coco verde	17
3.1.2 Características e morfologia do coco verde	18
3.1.3 Produção e mercado do coco verde	19
3.1.4 Coprodutos do coco verde	22
3.2 Albúmen sólido do coco verde	24
3.4 Métodos de conservação	27
3.5 Parâmetros de qualidade	28
3.5.1 Atividade enzimática	28
3.5.2 Cor instrumental	29
3.5.3 Qualidade microbiológica	30
3.5.4 Análise sensorial	31
4. MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 Matérias Primas	33
4.2 Procedimento experimental	33
4.2.1. Obtenção do albúmen líquido e sólido	34
4.2.2 Desenvolvimento de bebidas à base do albúmen sólido de coco verde	39
4.2.2.1 Formulação de bebida de água e polpa de coco verde	39
4.2.2.2 Formulação de bebida de água e polpa de coco verde com limão	43
4.3 Métodos Analíticos	45
4.3.1 pH	45

4.3.2 Sólidos solúveis	45
4.3.3 Acidez total titulável.....	45
4.3.4 Sólidos totais	46
4.3.5 Atividade enzimática.....	46
4.3.6 Composição centesimal	46
4.3.7 Análise instrumental de cor.....	47
4.3.8 Análises microbiológicas.....	47
4.3.9 Análise dos dados	48
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5.1 Caracterização das matérias-primas.....	49
5.2 Albúmen sólido do coco verde	50
5.2.1 Efeito do método de extração sobre a cor do albúmen sólido.....	52
5.2.2 Tratamento térmico do albúmen sólido	53
5.2.3 Caracterização das amostras do albúmen sólido extraídas para a análise sensorial.....	55
5.2.4 Teste sensorial de diferença do controle	56
5.2.5 Estabilidade do albúmen sólido	57
5.3 Desenvolvimento de bebidas à base do albúmen sólido de coco verde	63
5.3.1 Bebida de água e polpa de coco verde	63
5.3.1.1 Caracterização físico-química e microbiológica das bebidas de água e polpa de coco verde	63
5.3.1.2 Análise sensorial das bebidas de água e polpa de coco verde.....	64
5.3.1.3 Estudo da estabilidade da bebida de água e polpa de coco verde	68
5.3.2 Bebida de água e polpa de coco verde com limão.....	72
5.3.2.1 Estudo da estabilidade das bebidas de água e polpa de coco verde com limão não pasteurizada	72
5.3.2.2 Estudo da estabilidade da bebida de água e polpa de coco verde com limão pasteurizada	77

5.3.3 Composição centesimal e em minerais das bebidas de água e polpa de coco verde	79
6. CONCLUSÕES	82
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

1. INTRODUÇÃO

O coqueiro é considerado uma planta de elevada importância econômica e social nas regiões intertropicais do mundo, onde encontra condições favoráveis para se desenvolver (FONTENELE, 2005). Apresenta fácil adaptação às condições climáticas do Brasil, devido ao clima quente, baixa amplitude de variação nas temperaturas do ar e precipitação bem distribuída durante os meses do ano, sendo predominante nas regiões litorâneas do país. Essa cultura frutífera apresenta inúmeras possibilidades na implementação de um sistema autossustentável de exploração, devido ao potencial de suas diversas partes, representando uma fonte de matéria-prima para a elaboração de diversos produtos em mais de 86 países localizados na zona intertropical (SOUSA *et al.*, 2011).

A produção nacional de coco seco é estimada em 85% do total cultivado, sendo utilizado para fins culinário quando *in natura* ou para a indústria de derivados do coco como a produção de leite, óleo, sabão, entre outros (PENHA; CABRAL; MATTA, 2010). A produção restante é destinada para a extração do albúmen líquido (água do coco verde), de grande interesse comercial, enquanto o albúmen sólido (polpa do coco verde) associado à casca é considerado resíduo. Mesmo sendo comestível e exibindo qualidade e quantidade satisfatórias para processamento industrial, o albúmen geralmente é descartado (SOARES *et al.*, 2015).

A água do fruto, como também a polpa, quando exposta ao ambiente e à ação do oxigênio, em função da presença das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PFO), pode sofrer alterações indesejáveis, afetando a sua coloração. Pode ainda sofrer ação de microrganismos e ter seu valor nutritivo, sabor e segurança para consumo afetados (ROSA; ABREU, 2000). Desta forma, justifica-se a relevância do aprimoramento de processos para conservação de produtos derivados do coco verde, permitindo a preservação das suas características naturais por um tempo mais prolongado, visando, essencialmente, inibir a ação enzimática e microbiológica, que ocorre após a abertura do fruto (CALVETE, 2007; ROSA; ABREU, 2000).

Assim, a fim de valorizar cada vez mais a polpa de coco, coproduto do processamento da água, este trabalho, teve como objetivo estudar a conservação do albúmen sólido do coco verde, por tratamento térmico, determinando a melhor condição de tempo e temperatura de processo para a obtenção de um produto seguro e com preservação das suas características naturais, assim como avaliar o seu uso em bebidas.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar os parâmetros para conservação microbiológica e da cor do albúmen sólido do coco verde por pasteurização seguida de congelamento, visando seu uso industrial.

2.2 Objetivo Específico

- Caracterizar o albúmen sólido do coco verde quanto às suas características físico-químicas e composição centesimal;
- Definir o binômio tempo/temperatura de pasteurização para a conservação do albúmen sólido do coco verde;
- Avaliar a estabilidade do albúmen sólido do coco verde antes e depois da pasteurização, mantido congelado por um período de seis meses;
- Utilizar a polpa de coco verde na formulação de bebidas;
- Avaliar a aceitação sensorial do albúmen sólido e de uma bebida de coco verde;
- Avaliar a estabilidade das formulações finais das bebidas de coco verde armazenadas sob refrigeração;
- Determinar as características físico-químicas, cor, atividade enzimática e a qualidade microbiológica dos produtos obtidos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Coco (*Cocos nucifera* L.)

3.1.1 Origem e Variedades do coco verde

De acordo com Siqueira, Aragão e Tupinambá (2002), o coqueiro é uma das plantas mais úteis do mundo. Conhecida como “a árvore da vida”, participa de forma relevante dos hábitos e da cultura das populações que habitam as regiões tropicais e intertropicais.

A maioria dos estudiosos acredita que o coqueiro atingiu a Costa do Pacífico do Panamá vindo da Polinésia por meio das correntes oceânicas. No Brasil o coqueiro foi introduzido na Bahia na segunda metade do século XVI, recebendo a denominação de coco-da-baía, e expandiu-se inicialmente pelo litoral nordestino, onde se encontram os principais produtores nacionais (VENTURINI FILHO, 2010). Posteriormente, a palmeira foi disseminada por quase todo o país, com exceção dos estados do Amapá, Distrito Federal, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (BRAINER, 2018).

O coqueiro pertence à família Arecaceae (Palmae) e ao gênero *Cocos*, o qual tem uma única espécie *Cocos nucifera* L. (SIQUEIRA *et al.*, 2002). Entretanto existem três variedades principais de coqueiro. O coqueiro anão (*C. nucifera* var. *nana*), coqueiro gigante (*C. nucifera* var. *typica*) e o híbrido que é uma mistura dos dois primeiros, também denominado de semigigante ou médio anão (MEDINA *et al.*, 1980).

As variedades de coqueiro mais cultivadas no Brasil são a Gigante do Brasil da Praia do Forte (GBrPF), a Anão Verde do Brasil de Jiqui (AVeBrJ) e a variedade híbrida (AVeBrJ x GBrPF) (BRAINER, 2018). A Tabela 1 apresenta as principais características agrônômicas das variedades do coco verde.

O coqueiro anão é utilizado principalmente na obtenção da água de coco verde, em virtude da sua alta produtividade e qualidade da água (FERREIRA NETO *et al.*, 2007). A variedade gigante é voltada para a utilização da copra (coco seco) em produtos derivados ou para consumo *in natura* (CARVALHO *et al.*, 2006). Já o coqueiro híbrido é considerado como uma boa alternativa econômica para o produtor, pois sua produção pode ser destinada à indústria para utilização da copra, bem como para o consumo da água *in natura* (MEDINA *et al.*, 1980).

O coco verde e o coco seco podem ser obtidos durante todos os meses do ano. Não existe uma estação climática definida para a colheita que é realizada normalmente em dois períodos de maturação, conforme sua finalidade ou ao mercado a que se destina. O ponto ideal para a

colheita do fruto é a partir dos seis meses de crescimento e está associado ainda aos indicadores relacionados à planta, ao fruto e às características de produção (ARAGÃO, 2002).

Tabela 1: Principais características agrônômicas das variedades de coqueiro.

Características	Variedades de Coqueiro		
	Anão	Híbrido	Gigante
Início da Floração (anos)	2 a 3	3 a 4	5 a 7
Vida útil (anos)	30 a 40	50 a 60	60 a 80
Tamanho do Fruto	Pequeno	Intermediário	Grande
Crescimento	Lento	Intermediário	Rápido
Porte (m)	8 a 10	20	35
Espaçamento (m)	7,5x7,5x7,5	8,5x8,5x8,5	9x9x9
Produtividade de Frutos (frutos/ha)	30 a 40 mil	20 a 24 mil	8 a 12 mil
Produtividade copra (Kg/ha)	3 a 4 mil	4 a 5 mil	2 a 2,5 mil
Peso do fruto (g)	900	1200	1400
Produção de água (mL)	200 a 300	400 a 550	500 ou mais

Fonte: Adaptado de Martins e Jesus Júnior (2014) e Fontes (2002).

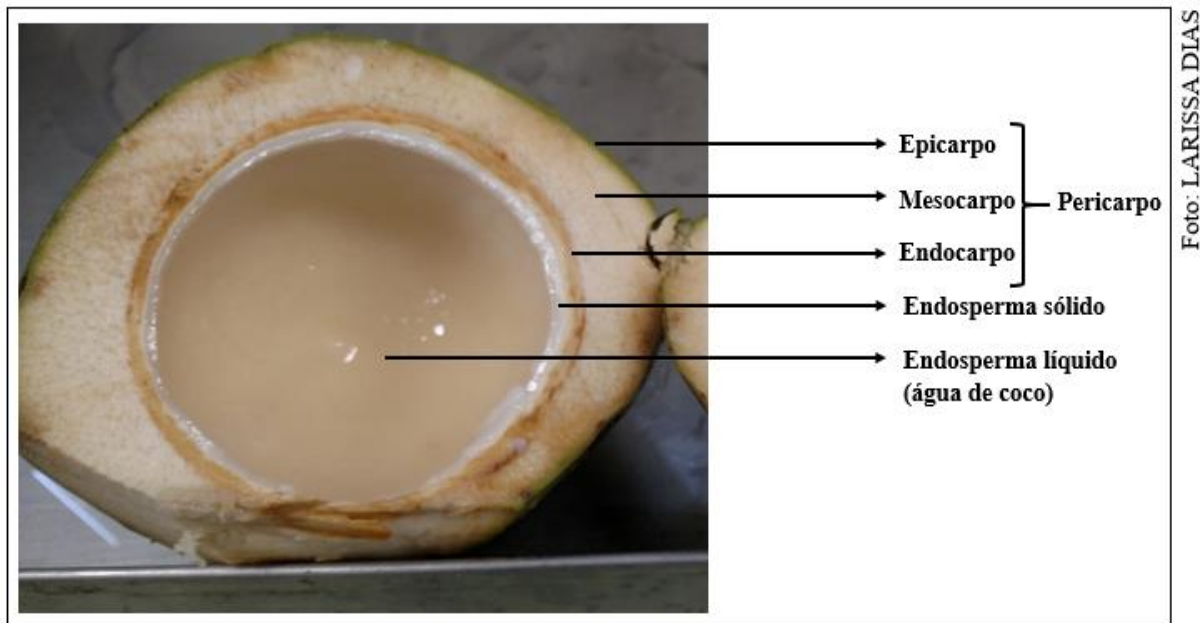
3.1.2 Características e morfologia do coco verde

Existem duas grandes fases de crescimento do coco, a primeira que é nomeada de pré-fertilização, levando em média cerca de 32 meses, e a pós-fertilização, que continua por cerca de 12 meses, principalmente devido ao aumento de células, a qual está associada ao acúmulo de nutrientes (SHIVASHANKAR, 1991).

A água de coco é formada em pequenas quantidades no terceiro mês de desenvolvimento e atinge um máximo no oitavo mês, caindo posteriormente até o final da maturação (MAIA; CASTRO, 1985). Assim, recomenda-se que o coco seja colhido durante esse período, quando é alcançado seu volume máximo e as características sensoriais e nutritivas mostram-se ideais, pois a maioria dos sais minerais, proteínas e açúcares redutores encontram-se dissolvidos (SOARES *et al*, 2015).

Em geral, o coco maduro é composto por seis partes, ilustradas na Figura 1 e descritas a seguir:

Figura 1: Partes constituintes do coco verde.



- **Epicarpo ou epiderme:** superfície externa lisa que reveste o fruto externamente, onde a cor depende da variedade e da maturidade do fruto;
- **Mesocarpo:** parte intermediária. Mais grossa e fibrosa e, geralmente com cor castanha;
- **Endocarpo:** camada mais dura que envolve a semente, coloração escura e apresenta três costuras longitudinais, mais ou menos salientes, separando os três poros germinativos;
- **Endosperma sólido ou polpa:** possui consistência gelatinosa e translúcida inicialmente, podendo ficar com coloração branca e rígida quando em estado de maturação avançado;
- **Endosperma líquido ou água de coco:** ocupa cerca de $\frac{3}{4}$ do volume da cavidade central;

3.1.3 Produção e mercado do coco verde

O coqueiro é uma importante cultura perene, pois consegue se desenvolver em quase todas as regiões tropicais do globo (SIQUEIRA *et al.*, 2002). Segundo dados estatísticos da FAO, até início de 2017 o Brasil era considerado o quarto maior produtor mundial, superado apenas pela Indonésia, Filipinas e Índia, onde os três primeiros juntos detinham 72,6% da área e 72,8% da produção mundial. Entretanto, como se pode observar na Tabela 2, em 2018 o Brasil perdeu uma posição para o Sri Lanka, encontrando-se na quinta colocação com 1,7% da área cultivada e 3,8% da produção mundial (BRAINER, 2018).

Tabela 2: Produção mundial, área colhida e rendimento de coco.

Principais produtores mundiais	Área colhida			Quantidade produzida			Rendimento		
	Mil hectares			Milhões de toneladas			(Kg/ha)		
	2010	2016	2017	2010	2016	2017	2010	2016	2017
Indonésia	2.980	3.150	3.260	18,00	17,96	18,98	6.040	5.703	5.823
Filipinas	3.576	3.565	3.612	15,51	13,83	1,05	4.337	3.878	3.889
Índia	1.896	2.082	2.081	10,84	11,17	11,47	5.718	5.367	5.512
Sri Lanka	395	409	409	1,99	2,52	2,58	5.041	6.166	6.293
Brasil	275	234	216	2,84	2,65	2,34	10.336	11.320	10.863
Vietnã	140	147	148	1,16	1,47	1,50	8.284	10.011	10.123
Papua Nova Guiné	221	206	205	1,21	1,18	1,20	5.475	5.746	5.874
México	179	183	184	1,13	1,16	1,16	6.322	6.340	6.306
Tailândia	231	190	192	1,30	0,90	0,90	5.621	4.737	4.661
Demais Países	1.889	1.999	2.032	6,38	6,91	6,92	3.380	3.454	3.408
Total Mundial	11.782	12.165	12.339	60,37	61,10	61,10	5.124	4.952	4.952

Fonte: Adaptado FAOSTAT, 2018.

Nota: FAOSTAT considerou o peso de cada fruto igual a 1,5kg no cálculo da quantidade produzida.

A produtividade do coqueiro, mundialmente, está cada vez menor, com uma média de 4.952 kg/ha. Isto ocorre possivelmente devido à cultura ser explorada de forma quase extrativista por pequenos produtores que não dispõem de muitos recursos para aumentarem seus níveis tecnológicos (BRAINER,2018). Segundo Martins e Jesus Júnior (2014), cerca de 90% da produção de coco do mundo provêm de pequenos produtores, com áreas de até cinco hectares.

Dentre os maiores produtores mundiais, o Brasil apresentou a maior produtividade, na faixa de 10 a 11 kg/ha (Tabela 2), graças à tecnologia empregada na cultura, como condução e manejo dos coqueirais, sistemas intensivos de cultivo e variedades melhoradas do tipo anão e híbrido, propiciando a expansão do cultivo (BRAINER,2018; MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2014).

No ano de 2017 a área plantada no Brasil era de 215,7 mil hectares, com produção de 1.562 milhões de frutos, como pode ser observado na Tabela 3. Nos últimos anos, a produção brasileira vinha se mantendo em torno de 1.900 milhões de frutos, mas começou a cair a partir de 2015, principalmente em função do déficit hídrico ocasionado pelas frequentes secas ocorridas na região Nordeste (BRAINER,2018).

O aumento na demanda de água de coco provocou o estímulo e a introdução do cultivo do coqueiro em diversas partes do território nacional, mas é o Nordeste que concentra as

maiores produções. A localização dessa região em área de baixada litorânea e tabuleiros costeiros favorece o plantio e torna a região responsável por aproximadamente 70% da produção do coco brasileiro (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2014).

Tabela 3: Produção nacional, área colhida, e rendimento de coco.

Produtores nacionais	Área colhida (Hectares)			Quantidade produzida (Mil frutos)			Rendimento (Frutos/ha)		
	2010	2016	2017	2010	2016	2017	2010	2016	2017
Brasil	275.091	234.128	215.683	1.895.635	1.766.635	1.561.961	6.890	7.547	7242
Nordeste	223.566	194.757	178.840	1.297.528	1.335.893	1.115.783	5.803	6.962	6.463
Sudeste	20.351	16.052	14.619	300.517	189.690	200.618	14.766	11.817	13.723
Norte	27.439	21.223	20.569	255.048	195.378	186.528	9.295	9.206	9.068
Centro-Oeste	3.535	1.865	1.430	40.260	24.542	17.528	11.388	13.159	12.257
Sul	200	231	225	2.282	1.363	1.504	11.410	5.900	6.684
BA	76.985	69.114	47.638	502.364	542.217	350.868	6.525	7.845	7.365
SE	41.890	37.118	36.821	253.621	230.646	234.342	6.021	6.726	6.364
CE	44.221	38.986	38.965	266.263	262.226	186.732	6.021	6.726	4.792
PE	10.059	6.708	7.685	71.346	130.491	158.879	7.092	19.453	20.674
ES	8.711	8.630	8.563	134.977	81.703	109.110	15.495	9.467	12.742
AL	12.576	17.906	23.338	55.320	75.136	102.159	4.398	4.196	4.377
RN	22.541	14.684	15.140	62.417	62.504	69.076	2.769	4.257	4.562
PB	11.454	7.087	6.381	63.267	34.566	36.547	5.523	4.877	5.727
MG	1.602	797	486	19.053	15.409	9.209	17.941	19.334	18.949

Fonte: Adaptado IBGE (2018)

Em termos de produtividade, os estados de Pernambuco, Minas Gerais, Piauí, Espírito Santo e Rio de Janeiro apresentaram os maiores rendimentos no cenário nacional (BRAINER, 2018). Os estados da região sudeste possuem, ainda, maiores perspectivas de crescimento na produção de coco verde, devido à maior densidade populacional, renda per capita, possibilidades de implantação de indústrias processadoras e facilidades de escoamento da produção (CUENCA *et al.*, 2002).

Com o aumento das áreas plantadas de coco no Brasil aliada à demanda crescente por alimentos mais saudáveis, o mercado de coco verde teve um avanço nos últimos anos, movimentando cerca de R\$ 450 milhões no país. Segundo dado 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 de água de coco produzidas (DATAMARK, 2016).

3.1.4 Coprodutos do coco verde

A cultura do coco se destaca em muitos países não só pelos aspectos econômicos, mas também sociais e ambientais. A gama de produtos que podem ser obtidos a partir dessa palmeira, a torna reconhecida como importante recurso vegetal para a humanidade (MARTINS; JESUS JUNIOR, 2011).

O consumo crescente da água de coco e a sua industrialização geram uma quantidade considerável de resíduos, que representam um grave problema ambiental. De acordo com Venturini Filho (2010) quase 70% do lixo gerado nas praias do Nordeste é composto de cascas de coco verde.

De acordo com dados da Agência Sebrae de Notícias, um copo de água de coco verde de 250 mL gera mais de um quilo de resíduo. Estes dados ainda alertam para o maior impacto ambiental durante o verão, devido ao aumento considerável do consumo (FORNARI JUNIOR, 2010).

As cascas resultantes desse agronegócio representam 80% a 85% do peso bruto do fruto e seu descarte representa um custo adicional para as indústrias processadoras (SOARES *et al.*, 2015). Entretanto, esse resíduo vem ganhando destaque nos últimos anos, por ser uma matéria-prima orgânica com grande potencial de reaproveitamento, podendo ser utilizado na fabricação de novos produtos, como utensílios domésticos e embalagens para alimentos, com benefícios financeiros potenciais (DIAS, 2007; SENHORAS, 2004).

Os principais produtos exportados foram óleo de coco, coco (fresco, secos ou ralado), que representaram 99,9% da quantidade e 99,3% dos valores totais exportados (BRAINER, 2018), como pode ser observado na Tabela 4.

Existem vários projetos para a implantação da coleta seletiva e reciclagem da casca do coco verde visando até a sua utilização em tratamento de efluentes aquosos contendo metais tóxicos (SOUSA *et al.*, 2010). A reutilização desse resíduo tem sido relatada em pesquisas científicas e discutida em diversos setores da sociedade (BITENCOURT; PEDROTTI, 2008). Contrariamente ao que vem sendo observado para a fibra da casca, o aproveitamento do albúmen sólido ainda não é muito considerado nas pesquisas recentes.

O albúmen sólido do coco verde anão, com idade de 8,5 meses, corresponde a aproximadamente 3% do peso do fruto (BENASSI *et al.*, 2007). Aproximadamente 23 milhões de toneladas de coco são destinados à extração da água, assim a quantidade de polpa teoricamente descartada é bastante elevada, o que mostra o potencial econômico do aproveitamento deste coproduto.

Tabela 4: Exportações e Importações brasileiras de derivados de coco.

Produtos	Exportação						Importação					
	Peso (t)			Valor (Mil US\$)			Peso (t)			Valor (Mil US\$)		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Cocos, frescos ou secos, dessecados (coco ralado)	83	25	35	204	159	198	16.733	17.703	13.982	25.937	28.468	24.763
Cocos na casca interna (endocarpo)	22	-	227	11	-	101	-	-	-	-	-	-
Cocos frescos	1.024	1406	787	363	932	436	528	28	332	877	175	871
Óleo de coco bruto	1	0	1	12	0	6	673	2.081	831	2.219	8.279	3.140
Outros óleos de coco	75	43	26	238	366	254	955	1.515	2.435	2.841	4.695	6.936
Fios de caíro (fios de fibra de coco)	-	0	0	-	1	1	23	21	23	25	22	93
Revestimento (fibras de coco)	1	1	3	9	9	16	483	787	478	638	1.147	693
Total	1.206	1.529	1.078	837	1.467	1.012	19.395	22.135	18.147	32.538	42.786	36.564

Fonte: Adaptado AGROSTAT (2018).

Nota: (*) Dados de janeiro a novembro de 2018. 1 dólar = R\$ 3,8729 (30.11.2018)

A utilização da polpa é uma alternativa para reduzir a geração de resíduos no processo de fabricação da água de coco e evitar o desperdício do albúmen sólido. De acordo com Porter e Linde (1995), o aproveitamento de subprodutos pode aumentar a produtividade de uma empresa, transformando subprodutos industriais em produtos com considerável valor agregado.

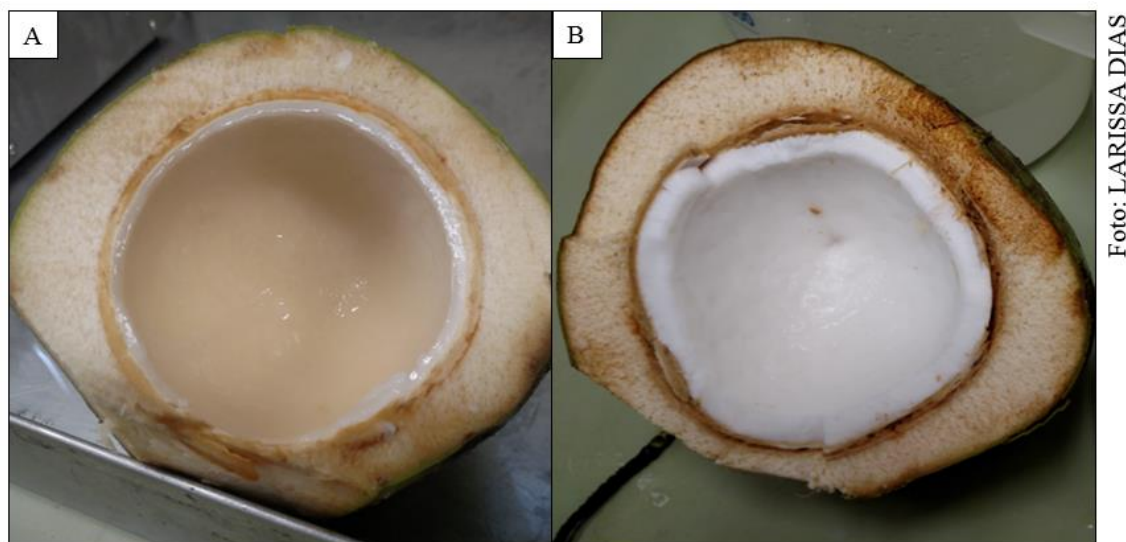
A elevada quantidade de resíduo gerado possibilita a aplicação no desenvolvimento de produtos alimentícios, como doces, sorvetes, iogurtes e bebidas (LAVOYER *et al.*, 2013). Estudos realizados no Instituto Mauá de Tecnologia evidenciaram as propriedades da polpa de coco desidratada e sua possibilidade de uso como ingrediente na fabricação de gelato comestível e com aplicações potenciais em formulações de alimentos.

Resultados reportados por Santana *et al.* (2012) e Kaji *et al.* (2011) comprovaram que a polpa de coco verde pode substituir emulsificantes em diversos produtos como bolo, sorvete e pão de forma, devido às proteínas presentes em sua composição. Essas substituições, além de serem benéficas aos consumidores intolerantes aos componentes do leite, contribuem com a redução do volume de coproduto gerado.

3.2 Albúmen sólido do coco verde

O albúmen sólido origina-se a partir de nutrientes provenientes da água de coco e sua consistência aumenta com o amadurecimento (ARAGÃO *et al.*, 2002; CTENAS; QUAST, 2000), como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2: Albúmen sólido gelatinoso (A) Albúmen sólido maduro (B).



A formação do albúmen sólido inicia-se geralmente a partir do quinto ou sexto mês após a inflorescência. Ao mesmo tempo em que o endosperma líquido começa a diminuir, o endosperma sólido começa a se formar, na extremidade oposta ao pedúnculo, como uma substância gelatinosa e translúcida, estendendo-se posteriormente por toda a superfície do fruto (ASSIS *et al.*, 2000)

Aos sete meses o endosperma apresenta uma consistência mais firme, aos 12 meses encontra-se completamente maduro, endurecido e com cor mais escura (MEDINA *et al.*, 1980).

O coco possui uma estrutura muito compacta e a água de coco é protegida por três camadas: o endocarpo, constituído basicamente de lignina e muito rico em compostos fenólicos; o mesocarpo, constituído de fibras de celulose com altas concentrações de taninos e o epicarpo que é uma película fina e lisa que envolve externamente o fruto, sendo também denominado de casca. A redução acentuada da água ocorre entre os nove e dez meses de idade do fruto, em função da formação do albúmen sólido. Entretanto, ainda não existem relatos sobre a forma exata de como a água diminui continuamente com o avanço do amadurecimento (RESENDE, 2007).

A polpa do coco verde possui características diferentes da polpa do coco maduro. O coco maduro é bastante utilizado em receitas culinárias e na produção industrial. Entretanto, o

albúmen mais gelatinoso é em grande parte descartado por falta de alternativas de aproveitamento na formulação de produtos industrializados associado à dificuldade de automação de sua extração (MENEZES, 2018).

O valor nutricional do fruto varia conforme seu estágio de maturação. À medida que amadurece, aumenta seu teor de gorduras, aumentando suas calorias. O albúmen é rico em proteínas, gorduras, carboidratos (incluindo açúcares e polissacarídeos), algumas vitaminas, sais minerais, estando presentes outros compostos em quantidade menores, como por exemplo, ácidos orgânicos e minerais (FEITOSA *et al.*, 2010).

Além disso, estudos relatam propriedades medicinais tais como atividade antibacteriana, anti-inflamatória, antifúngica, antioxidante, dentre outras, tanto na polpa quanto na água e no óleo de coco, demonstrando o alto potencial do fruto para uso terapêutico e de prevenção de doenças (DEB MANDAL; MANDAL, 2011).

Poucos estudos sobre a composição da polpa do coco verde foram encontrados na literatura, o que torna difícil a padronização das amostras para a determinação da composição centesimal média desse produto (CARANDANG, 2006).

Análises feitas em laboratório com albúmen sólido do coco verde em diferentes graus de maturação demonstraram que os teores de água variaram entre 82,0 e 93,0%; de lipídeos entre 5,34 e 32,5%; de cinzas entre 3,22 e 10,32%; de proteínas entre 0,8 e 11,37% e de carboidratos entre 65,4 e 77,1%. Estes resultados estão expressos em base seca, com exceção da umidade. Vale salientar que além do estágio de maturação, a variedade dos cocos, a época da colheita, locais de plantio, condições de transporte e armazenamento também são fatores relevantes nas características físicas e químicas do fruto (SANTANA, 2012).

3.3 Albúmen líquido do coco verde

O endosperma líquido do coco é composto por aproximadamente 93% de água, que é formado desde os primeiros estágios na cavidade do coco até o seu total preenchimento. A água participa da germinação do coco e de sua maturação servindo como reservatório de precursores para a síntese de constituintes do fruto (MEDINA *et al.*, 1980).

A água de coco é uma bebida nutritiva, saborosa e pouco calórica, principalmente quando extraída de frutos jovens. Este líquido pouco turvo ou transparente, não viscoso e com sabor levemente adocicado (ARAGÃO, 2002).

A turbidez é a falta de transparência de um líquido, devido à presença de sólidos em suspensão. Com isso, quanto mais sólidos em suspensão, mais turva será a água. Esta turbidez pode também ser atribuída às mudanças de cor da água (RESENDE, 2007). De acordo com

Souza (2006), a alteração de cor na água de coco se deve às substâncias dissolvidas, principalmente íons metálicos. Ele explica que quando a água é exposta ao ar e muito manipulada os íons metálicos reagem com compostos do meio ou atuam como cofatores para enzimas, desenvolvendo a coloração. A coloração rosa, que é a mais comum, pode ser atribuída à presença de altas concentrações de íon magnésio. Quando a água é rica em ferro, a coloração desenvolvida é arroxeada e em manganês é preta.

Segundo Aragão (2000), a partir do oitavo mês de maturação, a água de coco apresenta redução no volume, em sólidos totais, cinzas e minerais, enquanto os teores de gordura e proteína aumentam significativamente.

As concentrações de fósforo, potássio e de sódio na água de coco aumentam com o decorrer do amadurecimento, enquanto o cálcio e o magnésio diminuem (TAVARES *et al.*, 1998). O potássio é o eletrólito mais abundante durante toda a maturação, todavia, o sódio e o enxofre apresentam um aumento gradual, enquanto os outros minerais como cloro, ferro e cobre permanecem estáveis (ARAGÃO; CRUZ; HELVECIO, 2001).

O volume da água diminui em virtude da perda por evaporação e absorção pelo albúmen sólido. Simultaneamente observa-se uma redução nos teores de açúcares redutores e aumento dos não-redutores (sacarose) e de ácidos graxos, tornando a água de coco verde menos nutritiva e saborosa com o decorrer da maturação (ARAGÃO *et al.*, 2002; SHIVASHANKAR, 1991).

O conhecimento dos níveis de açúcares na água associado à idade do fruto é de fundamental importância para determinar a melhor época de colheita, principalmente quando o destino final é o consumidor (SREBERNICH, 1998).

No interior do fruto a água de coco é estéril, mas quando em contato com o ar atmosférico e devido a outros fatores, torna-se um produto bastante perecível. Esta perecibilidade está relacionada às condições em que os frutos ficam expostos durante a comercialização. Assim, temperaturas elevadas, danos mecânicos, manuseio e condições inadequadas de armazenamento aceleram o processo de deterioração (RESENDE, 2007).

Para que possa ser mantida por mais tempo para o consumo e ser comercializada em embalagens práticas, a água de coco deve ser submetida a métodos de conservação adequados (ROSA; ABREU, 2000).

Todas as águas comercializadas devem possuir atributos sensoriais de aspecto, cor, sabor e odor característicos, e atender aos parâmetros físico-químicos, preconizados na legislação (BRASIL, 2009).

Existem diversos métodos de conservação, estes podem fazer uso de tratamento térmico, adição de aditivos químicos pertencentes ou não à categoria dos conservadores, refrigeração ou congelamento (ROSA; ABREU, 2002). Entretanto a pasteurização e o processo UHT (do inglês *Ultra High Temperature*), muitas vezes combinados com o uso de aditivos químicos, são métodos usualmente empregados e visam à redução da carga microbiana e enzimática da água de coco (ROSA; ABREU, 2000).

3.4 Métodos de conservação

O crescente aumento do consumo de coco no Brasil e em outros países favorece o desenvolvimento de tecnologias para industrialização e conservação dos seus produtos. Assim, justifica-se a adoção de técnicas de processamento que permitam viabilizar a sua comercialização para locais distantes de sua origem, além da obtenção de um produto que preserve ao máximo suas características naturais (MAGALHÃES *et al.*, 2005; MARQUES; GALLI, 2007; DEBIEN, 2010).

Os métodos de conservação devem ser capazes de inibir a ação enzimática e garantir a estabilidade microbiológica da água e da polpa após a abertura do fruto (ROSA; ABREU, 2000; ARAGÃO; CRUZ; HELVECIO, 2001), já que são produtos perecíveis e, devido à sua própria composição e pH favorável, constituem um meio propício para o desenvolvimento de microrganismos (AWUA, DOE e AGYARE, 2011).

O resfriamento em seus diversos graus, exerce ação direta sobre os microrganismos, considerando que o frio também retarda ou anula as atividades enzimáticas e as reações químicas (EVANGELISTA, 2005). Entretanto, em alguns casos, o resfriamento pode ser insuficiente para retardar as mudanças na qualidade do produto. Além disso, este método por períodos prolongados pode conduzir ao aparecimento de injúrias (KLUGE *et al.*, 2002).

O uso de métodos que utilizam somente o resfriamento para a conservação implica em um menor vida de prateleira do produto, enquanto a pasteurização associada ao uso de aditivos e ao armazenamento sob refrigeração possibilitam uma maior vida de prateleira.

Muitos destes métodos empregam aditivos para inibir a proliferação de microrganismos e a ação das enzimas peroxidases (POD) e polifenoloxidase (PFO) presentes em diferentes matérias primas vegetais e também na água e na polpa de coco, as quais provocam alterações indesejáveis (ROSA, ABREU, 2000). Dentre os aditivos empregados pela indústria encontram-se o metabissulfito de sódio, benzoato de sódio (CAMPOS *et al.*, 1996) e metabissulfito de potássio (CHOWDHURY *et al.*, 2005).

Entretanto, a fim de evitar o uso de conservantes químicos, o emprego do calor é um dos métodos mais utilizados no processamento de alimentos. O processamento térmico de alimentos envolve a aplicação de calor durante um período e temperatura específicos (GAVA, 1998). Assim, a obtenção do melhor binômio tempo/temperatura é determinante para a otimização do método de conservação (MURASAKI-ALIBERTI *et al.*, 2009).

Entre os métodos de conservação pelo uso de calor, destaca-se a pasteurização, por ser um dos tratamentos térmicos mais utilizados para garantir a inocuidade microbiológica de diversos produtos. De acordo com Gava (1998), a temperatura empregada não deve ultrapassar 100 °C, podendo o aquecimento ser produzido por vapor, água quente, radiações ionizantes ou microondas.

O tempo e a temperatura de processamento térmico para conservação dependem do pH do alimento e geralmente é determinado pelas enzimas endógenas que se deseja inativar, por serem estas tão ou mais resistentes que os microrganismos (FELLOWS, 2000).

Assim, pode ser empregada uma pasteurização rápida com temperaturas superiores a 70°C (HTST - high temperature, short time), durante um período curto ou uma pasteurização lenta (LTLT - low temperature, long time), na qual aplicam-se temperaturas entre 58°C e 70 °C por um tempo maior (GAVA, 1998). Para a água de coco a faixa de temperatura geralmente utilizada na pasteurização fica entre 75 e 90°C, levando-se em consideração os atributos sensoriais do produto e o tipo de equipamento disponível (ABREU; FARIA, 2000).

Apesar de ser amplamente difundida, a pasteurização pode causar efeitos adversos em relação às características sensoriais (cor, sabor, aroma) e nutricionais dos produtos (RASO; PAGÁN; CANDÓN, 2005).

3.5 Parâmetros de qualidade

3.5.1 Atividade enzimática

Diversos autores observaram a presença de polifenoloxidasas (PFO) e peroxidases (POD) na água de coco verde. Os nomes sistemáticos destas enzimas são, respectivamente, o-difenol oxigênio oxidoreductase (E.C.1.10.3.1) e hidrogênio peróxido oxidoreductase (E.C.1.11.1.7) (CAMPOS *et al.*, 1996). Estas enzimas são as responsáveis pela mudança de coloração da água de coco quando exposta ao meio ambiente (CAMPOS *et al.*, 1996; DUARTE; COELHO; LEITE, 2002; MATSUI *et al.*, 2008).

Sabe-se que assim como a água de coco, a polpa do coco verde também sofre alterações nas suas características primárias quando exposta ao ambiente. Os principais problemas de

conservação da água e da polpa de coco verde são o aparecimento de turvação, alteração na coloração e no sabor, devido à atividade enzimática e/ou fermentação indesejável, além da incorporação de fenólicos e microrganismos durante a abertura do fruto (RESENDE, 2007).

O contato da água com o mesocarpo durante a abertura do fruto, promove o arraste de compostos fenólicos que atuam como substrato para o escurecimento enzimático (CURSINO *et al.*, 1996).

As alterações de cor durante a estocagem constituem um desafio para a industrialização da água de coco, pois além de promoverem alterações relevantes na qualidade são responsáveis por perdas consideráveis do produto processado (CABRAL, 2002). O surgimento da cor rosa é atribuído à atividade enzimática ou a reações não enzimáticas, além da incorporação de oxigênio durante o processamento. Há evidências de que a atividade enzimática decresce com o amadurecimento e ocorre com plenitude em frutos com idade de cinco a sete meses (VENTURINI, 2010).

A polifenoloxidase (PFO) catalisa reações de oxidação de compostos fenólicos, na presença de oxigênio molecular, cujos produtos se polimerizam, formando compostos de cor escura. Além de promover alterações indesejáveis no sabor dos alimentos, a peroxidase (POD) catalisa reações que estão associadas à deterioração de diversos nutrientes como o ácido ascórbico (ROBINSON; ESKIN, 1991). Portanto, para garantir a segurança do produto e sua qualidade sensorial, os parâmetros de inativação enzimática devem ser precisamente avaliados (CAMPOS *et al.*, 1996; MAGALHÃES *et al.*, 2005).

3.5.2 Cor instrumental

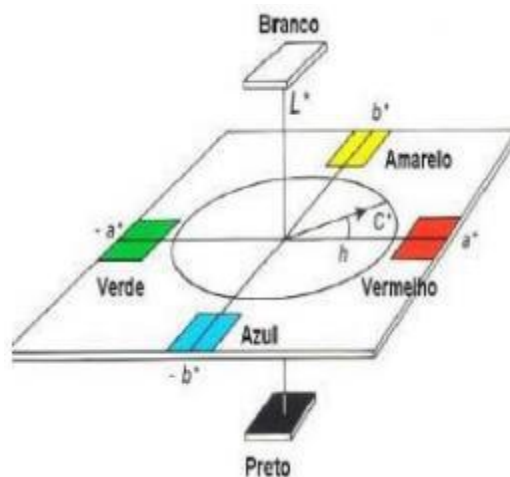
A cor é um parâmetro que influencia bastante na aceitação de um produto. Entretanto pode ser difícil manter os alimentos com coloração atrativa e próxima à do alimento natural devido à degradação e às alterações de cor que podem ser causadas durante o processamento e armazenamento (AZEREDO, 2012).

A cor é percebida de formas diferentes, subdivididas em níveis físico, psicofísico, psicométrico e visual. O modelo CIE, criado pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE - “Comission Intertionale de l’Eclairage”), baseado na percepção das cores pelo sistema visual humano, avançou no estudo da colorimetria, permitindo a padronização da determinação instrumental da cor (LOPES, 2009; MACDOUGALL, 2002).

Com base no modelo CIELab (Figura 3), no qual a cor é descrita pelas coordenadas L*, que representa a claridade, variando de escuro (0) a claro (100); a*, que representa a tonalidade variando do verde (-) ao vermelho (+); e b*, que representa a tonalidade variando do azul (-) ao

amarelo (+), é possível definir a localização em um espaço uniforme de qualquer cor. A partir dos valores correspondentes a essas coordenadas, podem ser calculados parâmetros derivados, como a variação de cor (ΔE), que avalia a diferença de cor entre duas amostras, sendo este um dado fundamental para o estudo da estabilidade de alimentos e avaliação de processos (LOPES, 2009; MACDOUGALL, 2002).

Figura 3: Coordenadas do sistema CIELab de cor.



Fonte: (HUNTERLAB,1978).

3.5.3 Qualidade microbiológica

O coco verde é um fruto que pode apresentar uma contaminação microbiana natural, originada pelo contato com o solo, folhagens e pela exposição ao vento, podendo ser contaminado por patógenos, como *Salmonella spp.*; *Listeria monocytogenes*; *E. coli* enteropatogênica; esporos de *Clostridium botulinum*, *C. 20* perfringens, *Bacillus cereus*, bolores toxigênicos, protozoários, dentre outros (SCHMIDT *et al.*, 2004).

Após a colheita do fruto, o prazo máximo para o seu aproveitamento é em torno de 15 dias, sem refrigeração. Após este tempo, em geral, ocorre a fermentação e a água de coco não é mais indicada para consumo. No entanto, após ser removida do fruto, de acordo com Piló *et al.* (2009) a água de coco deteriora-se em um dia, à temperatura ambiente.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução-RDC Nº 12, de 02 de Janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), a água de coco deve possuir um limite inferior a 10 NMP/g se for industrializada e 10² NMP/g quando *in natura* de coliformes termotolerantes e ausência de *Salmonella sp.* em 25g. Nesta mesma resolução, há limites especificados para leite de coco e coco ralado, em que, além dos microrganismos mencionados acima, devem ser avaliados *Staphylococcus* coagulase positiva.mL⁻¹ e alterações

no crescimento de bolores e leveduras. Franco e Landgraf (2003), relatam que a contagem de bolores e leveduras é um bom indicador para avaliar a qualidade de processamento de um alimento.

3.5.4 Análise sensorial

A análise sensorial foi implementada no Brasil em 1954, no Laboratório de Degustação da Seção de Tecnologia do Instituto Agrônomo de Campinas, onde o método foi utilizado para classificar uma bebida de café (MONTEIRO, 1984).

É considerada como uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e outros materiais, como são percebidas pelos sentidos visão, olfato, sabor, tato e audição (STONE; SIDEL, 2004).

Durante o processamento de novos produtos alimentícios, a análise sensorial é uma ferramenta importante, pois ajuda no desenvolvimento e controle de produtos de modo a garantir uma maior aceitação junto ao consumidor final (STONE; SIDEL, 2004).

As informações obtidas nestes testes são importantes para a tomada de 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 (MEHINAGIC *et al.*, 2003). O protocolo experimental e o tratamento estatístico dos dados fornecem suporte técnico para a pesquisa, industrialização, marketing e controle de qualidade (DUTCOSKY, 2013).

Diferentes métodos sensoriais podem ser aplicados 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, o teste triangular, duo-trio e comparação pareada (STONE; SIDEL, 2004).

Por outro lado, quando se necessita avaliar a preferência e/ou aceitação do produto são aplicados os testes afetivos ou de aceitação, no qual se avalia a resposta de um grande grupo de consumidores a uma série de perguntas que visam determinar o grau de aceitabilidade global de um produto, identificar fatores sensoriais determinantes da preferência ou medir respostas específicas a atributos sensoriais particulares de um produto (DUTCOSKY, 2013). Na grande

maioria das pesquisas utiliza-se a escala hedônica que expressa o quão agradável ou desagradável é o produto (MEILGAARD et al., 1999).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matérias Primas

Os cocos verdes da variedade anã foram adquiridos no comércio local, município do Rio de Janeiro, em estágio de maturação em torno do sexto/sétimo mês. Os frutos e equipamentos foram higienizados e sanitizados em solução contendo 200 ppm de cloro livre por 15 min (Figura 4), para posteriormente serem utilizados nos experimentos.

O limão Tahiti, utilizado na formulação de bebidas, também foi adquirido no comércio local do Rio de Janeiro, extraindo-se o suco diretamente dos frutos frescos em extrator simples de bancada, após lavagem e sanitização.

A sanitização é recomendada como etapa complementar à lavagem, pois visa reduzir o número de microrganismos patogênicos e deteriorantes que possam estar presentes nas matérias-primas.

Figura 4: Coco verde utilizado como matéria-prima.



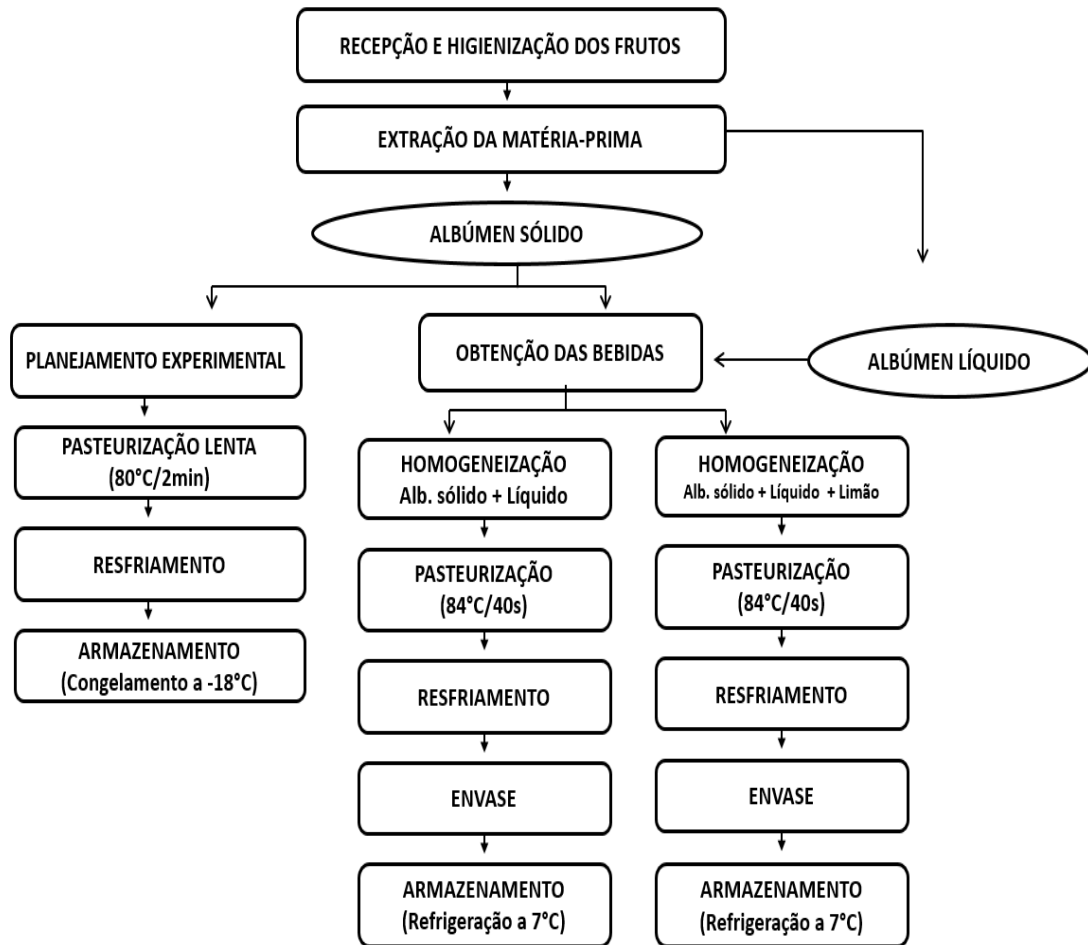
Foto: LARISSA DIAS

4.2 Procedimento experimental

Todos os experimentos foram realizados nas Plantas Pilotos de Operações Unitárias e Laboratórios da Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizada no Rio de Janeiro, RJ.

O diagrama de blocos mostrado na Figura 5 descreve as principais etapas envolvidas na obtenção do albúmen sólido do coco verde e das bebidas de coco verde.

Figura 5: Diagrama de blocos do procedimento experimental.



Fonte: (LARISSA DIAS, 2019).

4.2.1. Obtenção do albúmen líquido e sólido

A extração do albúmen líquido foi realizada com auxílio de uma bomba mecânica (Engco, modelo EG -1.3) (Figura 6A) através de corte e furo produzido na parte superior do fruto, evitando que a água de coco entrasse em contato direto com o mesocarpo. Parte da água de coco foi acondicionada em recipientes de 5 litros (Figura 6B) e imediatamente congelada, para posterior utilização na formulação das bebidas de coco verde e o restante foi utilizado como meio de imersão para o albúmen sólido retirado.

Figura 6: Bomba mecânica (A). Recipientes para armazenamento do albúmen líquido (B).

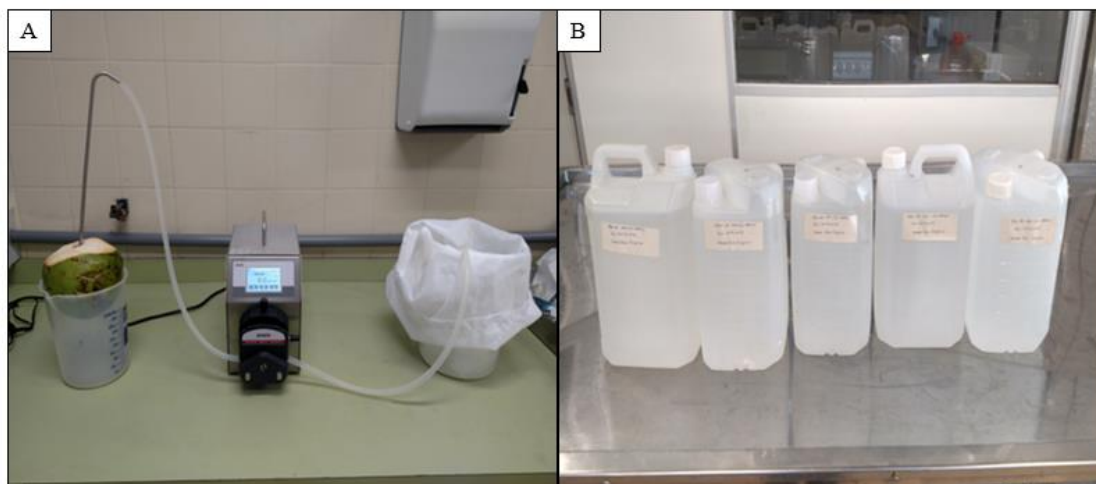


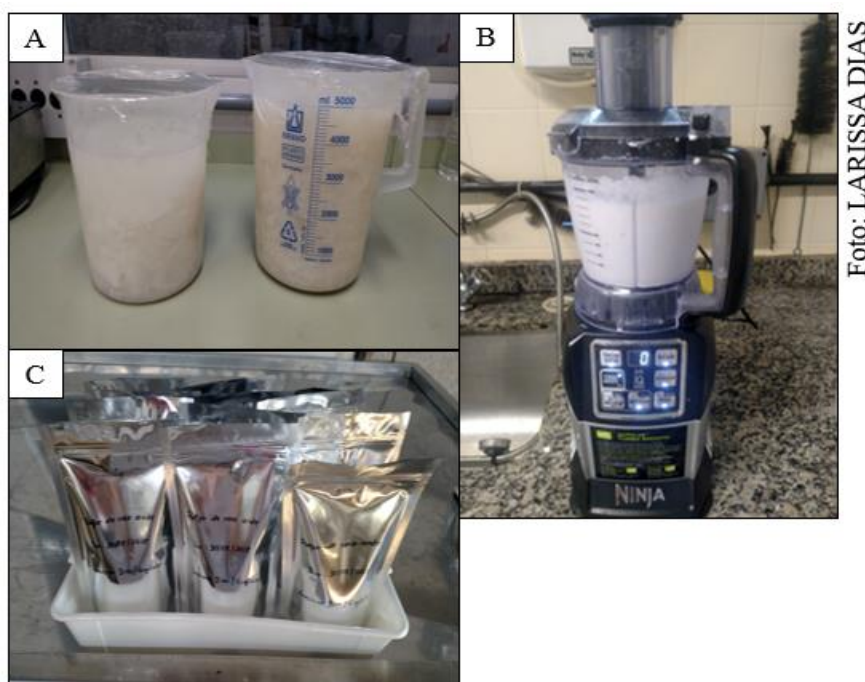
Foto: LARISSA DIAS

A remoção do albúmen sólido, aqui também denominado de polpa do coco verde, foi feita cuidadosamente de forma manual com auxílio de colheres de aço inoxidável, evitando-se retirar a camada fina (tegumento) de coloração marrom localizada entre o endocarpo e o endosperma, que se encontra aderida fortemente ao albúmen sólido. Este foi transferido para recipientes contendo a água de coco previamente extraída, em quantidade suficiente para imergir toda a polpa, simulando um ambiente semelhante ao do interior do fruto, a fim de preservar por mais tempo as características naturais da polpa (Figura 7A).

A título de comparação foi realizada a extração do albúmen sólido, sem a imersão em água de coco, verificando-se, entretanto que a matéria-prima apresentou rapidamente alterações na sua coloração.

Após a extração, o albúmen sólido do coco verde foi homogeneizado em ultra processador (Nutri Ninja™, modelo BL492BR30, China) (Figura 7B) e em seguida acondicionado em embalagens de alumínio (Figura 7C) e armazenado em câmara de congelamento a -18°C até a sua utilização.

Figura 7: Polpa de coco verde imersa na água de coco (A). Ultra processador (B)
Embalagens de alumínio para acondicionamento do albúmen sólido (C).



Tratamento térmico do albúmen sólido

A melhor condição tempo/temperatura para o tratamento térmico da polpa do coco verde foi definida por meio de um planejamento fatorial incompleto com dois fatores e dois níveis cada um, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Planejamento experimental para determinação do binômio tempo/temperatura de pasteurização da polpa de coco verde.

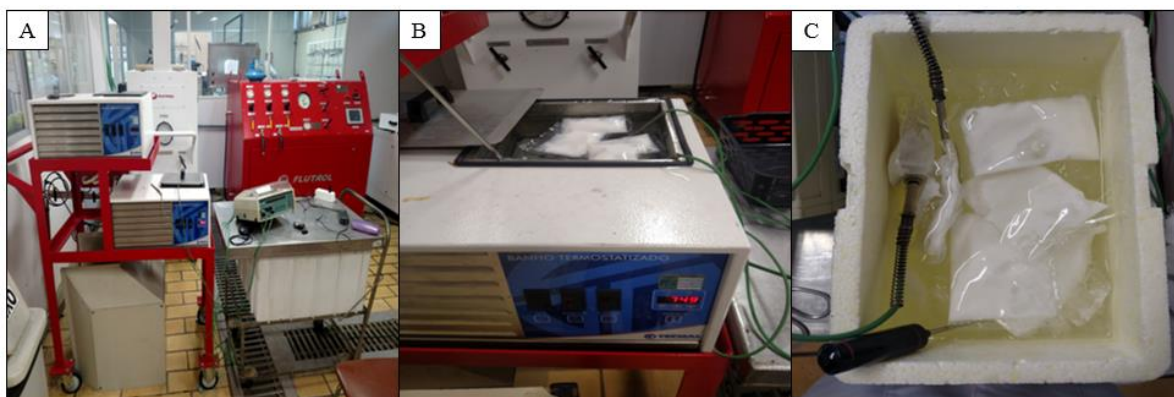
Amostras	Parâmetros	
	Temperatura (°C)	Tempo (minutos)
1	70	2
2	80	2
3	70	10
4	80	10
5	75	6
6	75	6
7	75	6

Fonte: (LARISSA DIAS, 2019).

Inicialmente foi avaliada a pasteurização lenta da polpa na embalagem, considerando-se a factibilidade deste tipo de processo para pequenos envasadores de água de coco. Para isso, o albúmen sólido do coco verde foi acondicionado em sacos de polietileno de alta densidade transparentes e selados em termosoldadora (Selovac, modelo 200B II).

A pasteurização da polpa foi realizada em banho termostatzado (Tecnal, modelo TE-188) com termopares para controle das temperaturas. As amostras foram pasteurizadas lentamente (Figura 8A e B) nas condições preconizadas no planejamento, sendo, em seguida, submetidas a um resfriamento rápido em banho de gelo (Figura 8C) e armazenadas em freezer a -18 °C. Para fins comparativos, utilizou-se uma amostra controle, a qual não foi submetida ao tratamento térmico.

Figura 8: Banho Termostatzado (A e B) e Resfriamento das amostras (C).



Os parâmetros de resposta para seleção do melhor binômio tempo/temperatura foram a cor instrumental e a qualidade microbiológica (bactérias mesófilas e fungos filamentosos e leveduras) das amostras da polpa de coco verde pasteurizadas.

Análise sensorial do albúmen sólido

A polpa de coco verde foi submetida à análise sensorial, por meio do teste de diferença do controle. Esse tipo de teste é utilizado quando, ao mesmo tempo, deseja-se saber se existe diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre várias amostras e uma amostra de referência, além de estimar o grau dessa diferença (DUTCOSKY, 2013).

Para esta etapa, foram realizadas novas extrações do albúmen e quatro tipos de amostras (Figura 9A) foram obtidas, sendo denominadas de polpa de coco congelada (PCC), polpa de coco pasteurizada (PCP), polpa de coco aditivada (PCA) e polpa de coco fresca (PCF). A polpa aditivada (PCA) foi incluída a título de comparação, tendo sido utilizado 200 ppm de ácido ascórbico, com base em testes preliminares em desenvolvimento pela equipe do trabalho.

A obtenção das amostras PCC, PCP e PCA seguiu o procedimento já descrito anteriormente, tanto para obtenção quanto para pasteurização da polpa. Além disso, a amostra aditivada foi adicionada do ácido ascórbico diretamente à polpa antes da sua homogeneização. As três amostras, acondicionadas em sacos de polietileno e após os respectivos tratamentos, foram congeladas a -18 °C por uma semana, sendo descongeladas no dia da análise sensorial, quando também foi feita a extração da amostra da polpa de coco fresca (PCF) seguindo o mesmo procedimento.

O teste sensorial foi realizado no laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos do Rio de Janeiro por 12 avaliadores previamente treinados, de ambos os sexos, sendo funcionários da Embrapa. O teste ocorreu com repetições, ambas no mesmo dia e com intervalo de tempo entre elas. As amostras foram apresentadas de forma monádica, balanceada e aleatória, em copos plásticos brancos de 50 mL e água mineral foi oferecida aos provadores para limpeza do palato entre as amostras. Os avaliadores receberam uma amostra-referência, especificada com a letra R (referência), e as demais amostras codificadas, com números de três dígitos e servidas à temperatura de refrigeração a 7 °C (Figura 9B). Os avaliadores foram solicitados a provar as amostras, comparando-as com a amostra-referência, e avaliar o grau de diferença entre elas, usando uma escala de sete pontos. Introduziu-se uma amostra igual ao controle entre as amostras codificadas.

Figura 9: Polpas de coco verde (PCC, PCP, PCA e PCF) da esquerda para direita (A).
Análise sensorial da polpa de coco verde (B).

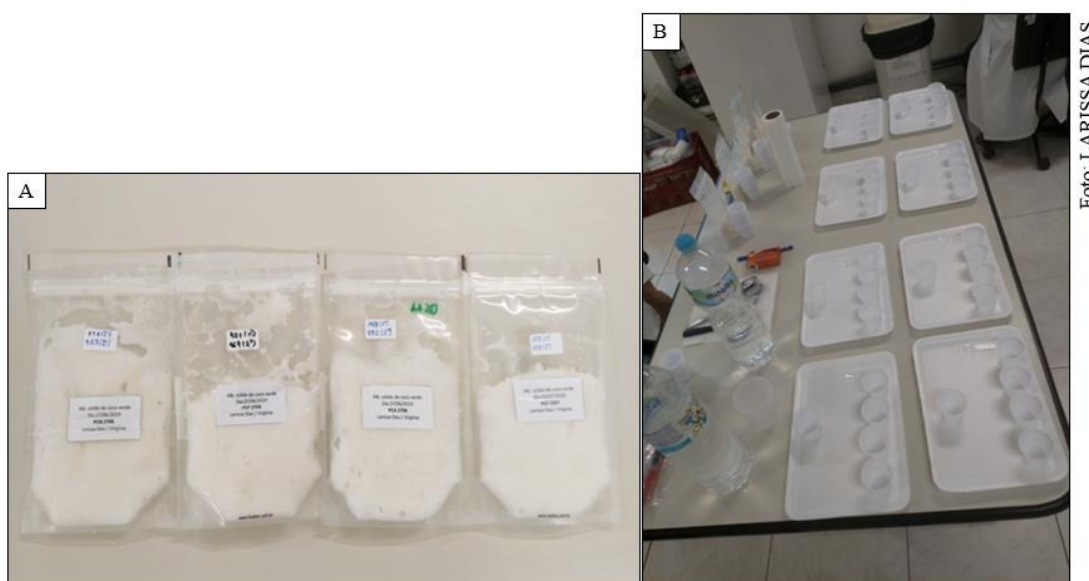


Foto: LARISSA DIAS

Os avaliadores atribuíram notas a cada amostra, segundo o grau de diferença global em relação ao controle, em ficha apropriada. Foram definidos como parâmetros de diferença global a coloração, gosto doce, gosto ácido, sabor característico de coco e consistência.

Os resultados foram analisados por análise de variância e testes de médias de Dunnett com significância de 5% em relação ao controle e por testes de médias de Tukey entre amostras.

Estudo da estabilidade do albúmen sólido

Após a definição do melhor binômio tempo/temperatura (80 °C/2 minutos), um novo processo de extração e obtenção do albúmen sólido foi realizado e as amostras (Figura 10) foram pasteurizadas nessa condição, resfriadas em seguida e congeladas a -18 °C por um período de seis meses para estudo da estabilidade. A cada mês, amostras foram retiradas para avaliação da cor instrumental e a cada três meses para análises de pH, sólidos solúveis, acidez total, atividade enzimática e qualidade microbiológica (*Salmonella* spp, coliformes termotolerantes, bactérias lácticas, bactérias mesófilas e fungos filamentosos e leveduras).

Figura 10: Amostras do albúmen sólido submetidas à pasteurização lenta.



Foto: LARISSA DIAS

4.2.2 Desenvolvimento de bebidas à base do albúmen sólido de coco verde

4.2.2.1 Formulação de bebida de água e polpa de coco verde

Visando à obtenção de um produto de conveniência, saudável, natural e pronto para o consumo, foi estudada uma formulação de bebida composta pelos albúmens sólido (polpa) e líquido (água) do coco verde. A definição da melhor formulação foi realizada por meio de um

teste preliminar, utilizando-se um planejamento de mistura simplificado como apresentado na Tabela 6. As formulações foram avaliadas quanto aos aspectos de aparência, sabor e consistência pela equipe do projeto.

Tabela 6: Planejamento de mistura simplificado para definição da formulação das bebidas de água e polpa de coco verde.

Formulação	Quantidade (%)	
	Albúmen líquido	Albúmen sólido
F1	80	20
F2	20	80
F3	50	50
F4	66,7	33,3
F5	33,3	66,7

Fonte: (LARISSA DIAS, 2019).

Dentre as cinco formulações, duas foram selecionadas para a continuidade do trabalho, tendo como parâmetros o balanço doce/ácido e a consistência. Com isso, as formulações com 20% de polpa e 80% de água de coco e com 50% de cada ingrediente, foram elaboradas, pasteurizadas e submetidas à análise sensorial.

Elaboração das formulações selecionadas

Para a elaboração das duas formulações escolhidas (Figura 11), as matérias-primas foram pesadas e homogeneizadas em processador (Nutri Ninja™, modelo BL492BR30, China) e liquidificador industrial (Siemens).

Figura 11: Formulações da bebida de coco verde.



Tratamento térmico das bebidas de água e polpa de coco verde

As duas formulações da bebida foram submetidas à pasteurização rápida em um pasteurizador de superfície raspada (FT25D, Armfield, Inglaterra) (Figura 12), empregado para produtos viscosos, utilizando o binômio temperatura/tempo de 84 °C/40s. A bebida, após passar pela seção de resfriamento, foi envasada a frio em garrafas plásticas com tampas rosqueáveis, previamente sanitizadas, sendo congeladas a -18 °C até o momento da análise sensorial.

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



Foto: LARISSA DIAS

Análise sensorial das bebidas de água e polpa de coco verde

A análise sensorial das bebidas de coco verde foi realizada no laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos do Rio de Janeiro com 100 avaliadores, 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 13). Água mineral e biscoito água e sal foram oferecidos aos consumidores para limpeza do palato entre as amostras. Os avaliadores também responderam sobre os dados sócio demográficos, questões sobre hábitos de consumo de produtos à base de coco e coco verde e intenção de consumo. Os dados foram analisados no programa XLStat utilizando-se o teste t (bilateral) a 5% de significância para duas amostras independentes.

Figura 13: Análise sensorial das bebidas de água e polpa de coco verde.



Foto: LARISSA DIAS

Estudo da estabilidade da bebida de água e polpa de coco verde

A bebida contendo 80% de água de coco e 20% de polpa foi a formulação que apresentou o maior índice de aceitabilidade na análise sensorial e, por esta razão, foi selecionada para a realização do estudo de estabilidade. A bebida foi formulada conforme procedimento já descrito e processada nas mesmas condições operacionais previamente selecionadas. A bebida foi envasada (Figura 14A) em garrafas plásticas de 300 mL, sendo armazenada sob refrigeração a 7 °C durante 60 dias (Figura 14B). Durante o processo, foram retiradas amostras nos tempos 0, 15, 30, 45 e 60 dias, para determinação das características físico-químicas, atividade enzimática, qualidade microbiológica e cor instrumental.

Figura 14: Envase da bebida de água e polpa de coco verde (A) e armazenamento das bebidas (B).

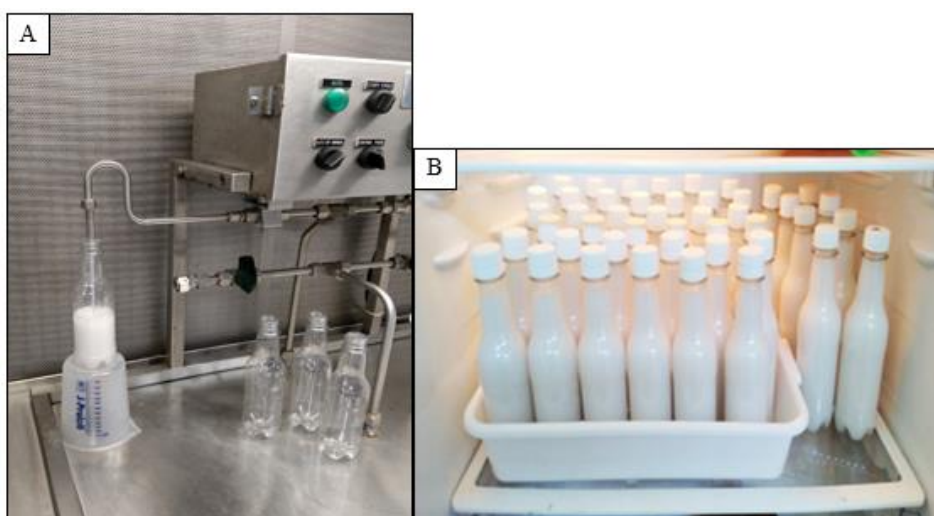


Foto: LARISSA DIAS

4.2.2.2 Formulação de bebida de água e polpa de coco verde com limão

O desenvolvimento da bebida de água e polpa de coco verde com suco de limão teve como objetivo a obtenção de um produto com pH mais baixo, que favorecesse a sua preservação. Foram realizados testes preliminares variando-se as concentrações da polpa, água de coco verde e suco de limão em valores próximos ao da formulação selecionada na etapa anterior do trabalho (Tabela 7). As formulações foram avaliadas quanto aos aspectos de aparência, sabor, consistência e acidez pela equipe envolvida do projeto.

Tabela 7: Formulações preliminares para as bebidas de água e polpa de coco verde com limão.

Formulação	Quantidade (%)		
	Albúmen líquido	Albúmen sólido	Suco de limão
F1	75	20	5
F2	70	20	10
F3	70	25	5
F4	65	2,5	10

Fonte: (LARISSA DIAS, 2019).

Dentre as quatro formulações (Figura 15), a que apresentou maior preferência entre os avaliadores foi a formulação F1, contendo 20% do albúmen sólido, o mesmo da formulação da bebida sem limão. Assim, as concentrações das formulações (Tabela 8) foram definidas fixando-se os teores de polpa de coco (20%) e variando-se os teores de água de coco e de suco de limão, sendo este último em menores concentrações, conforme sugerido no teste preliminar.

Figura 15: Formulações do teste preliminar das bebidas de água e polpa de coco verde com limão.



Foto: LARISSA DIAS

Tabela 8: Formulações das bebidas de água e polpa de coco verde com limão.

Formulação	Quantidade (%)		
	Albúmen líquido	Albúmen sólido	Suco de limão
F1	79	20	1
F2	77,5	20	2,5
F3	75	20	5

Fonte: (LARISSA DIAS, 2019).

Estudo da estabilidade das bebidas de coco verde com e sem limão não pasteurizadas

A bebida de água e polpa de coco verde com limão foi elaborada seguindo as mesmas etapas descritas anteriormente, apenas com a inclusão da adição do suco de limão antes da homogeneização.

A fim de avaliar se a adição do limão permitiria a preservação da bebida não submetida a tratamento térmico, as três formulações (Figura 16) foram elaboradas (contendo 1,0%; 2,5% e 5,0% de suco de limão), tendo como amostra controle a bebida de água e polpa de coco verde sem limão. Foi avaliada a estabilidade das mesmas sob refrigeração por um período de 30 dias, sendo retiradas amostras a cada sete dias para determinação de pH, sólidos solúveis, acidez total, qualidade microbiológica (*Salmonella* spp., coliformes termotolerantes, bactérias mesófilas, fungos filamentosos e leveduras), atividade enzimática e cor instrumental.

Figura 16: Bebidas de coco verde com e sem limão não pasteurizadas para estudo da estabilidade.



Foto: LARISSA DIAS

Estudo da estabilidade da bebida de coco verde com limão pasteurizada

Em função da grande quantidade de matéria-prima necessária para a etapa de pasteurização no trocador de calor de superfície raspada, selecionou-se apenas a formulação intermediária F2, com 2,5% de suco de limão para a avaliação da estabilidade da bebida com limão submetida a tratamento térmico.

O novo processamento foi realizado seguindo as mesmas etapas de processo utilizadas para a bebida sem limão. As matérias-primas foram homogeneizadas e a bebida foi pasteurizada a 84 °C/40 s, resfriada, envasada em garrafas plásticas de 200 mL e armazenada sob refrigeração a 7 °C, por um período de até 30 dias, sendo planejada a retirada de amostras nos tempos 0, 15 e 30 dias para determinação das características físico-químicas e avaliação da qualidade microbiológica.

4.3 Métodos Analíticos

A caracterização do albúmen sólido e das bebidas de coco desenvolvidas foi realizada 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 potencial hidrogeniônico foi determinado pela leitura direta em potenciômetro (Metrohm, modelo 785 DMP – Titrino), de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2005 método 973.41), 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 totais das amostras foi determinado diretamente por meio de um refratômetro digital ATAGO, conforme AOAC (2005, método 932.14), calibrado com água destilada. Alíquotas da amostra foram transferidas diretamente para o leitor do equipamento, sendo o resultado expresso em °Brix.

4.3.3 Acidez total titulável

A acidez total foi realizada por método titulométrico AOAC (2005, método 942.15), 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

O teor de sólidos totais das amostras foi determinado 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). Após a total evaporação do líquido, pesou-se a massa de sólidos restante. Os resultados foram expressos em g de sólidos totais por 100 g de amostra

4.3.5 Atividade enzimática

A atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase foi determinada pela metodologia adaptada de Abreu e Faria (2007). A atividade da enzima polifenoloxidase foi realizada adicionando-se em uma cubeta 2,3 mL de tampão fosfato (0,2 M) com (pH 6,0), 0,7 mL de catecol (0,2 M) e 1 mL de amostra a ser analisada, à temperatura ambiente (25 °C), seguido de leitura de absorbância em espectrofotômetro a 425 nm, no tempo zero e após 5 minutos. Para análise da atividade da enzima peroxidase, a reação foi conduzida em um tubo de ensaio, no qual adicionou-se 2,3 mL de tampão fosfato (0,2 M) com (pH 5,5), levando-se ao banho de água até atingir 35 °C. Posteriormente, adicionou-se 1 mL de solução a ser analisada, 0,2 mL de peróxido de hidrogênio (0,1%) e 0,5 mL de solução alcoólica de guaiacol (0,5%), agitou-se, transferiu para a cubeta para leitura imediata em espectrofotômetro a 470 nm, no tempo zero e após 5 minutos. Neste intervalo, o conteúdo da cubeta retornou ao banho de água até completar o tempo de reação. Para análise das duas enzimas, utilizou-se como branco a mistura de todos os reagentes, substituindo-se a solução a ser analisada por água destilada. A atividade foi expressa em unidades/mL por minuto.

4.3.6 Composição centesimal

A composição centesimal foi realizada de acordo com a metodologia oficial da AOAC (2010) para as amostras do albúmen sólido do coco verde e das bebidas de coco verde, com e sem limão. A determinação de umidade foi realizada pelo método gravimétrico AOAC (2000, método 925.09) e o resíduo mineral fixo ou cinzas foi determinado por 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 oficial da AOAC (2001). 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 (2009, método 5-04). A determinação de fibra alimentar total foi realizada por método enzimático-gravimétrico AOAC (2000, método 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).

4.3.7 Análise instrumental de cor

A análise instrumental de cor foi realizada em colorímetro Color Quest XE, Hunterlab (Figura 17). Os resultados foram expressos de acordo com as coordenadas do sistema $CIE L^*a^*b^*/CIELCH$, que inclui as variáveis L^* , a^* , b^* , e ângulo Hue (h) (FERREIRA, 1981). onde L^* = luminosidade (0 = preto e 100 = branco); (a^* (-) = verde, (+) = vermelho); (b^* (-) = azul, (+) = amarelo); ângulo Hue (h) = $\arctan(b^*/a^*)$.

Figura 17: Colorímetro Color Quest XE, Hunterlab.



4.3.8 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas para detecção de *Salmonella* spp. e coliformes termotolerantes, conforme preconizado na legislação brasileira (BRASIL, 2001). Realizou-se também 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 para acompanhamento dos tratamentos térmicos e durante a avaliação da estabilidade dos produtos estudados.

4.3.9 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) e o programa XLSTAT.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização das matérias-primas

Na Tabela 9 está apresentada a caracterização físico-química da água de coco, da polpa de coco verde e do suco de limão utilizados como matérias-primas neste trabalho.

Tabela 9: Características físico-químicas das matérias-primas.

Parâmetro	Matérias-primas		
	Água de coco	Polpa de coco verde	Suco de limão
pH	4,94± 0,01	5,60± 0,01	2,55± 0,01
Acidez titulável g (ácido cítrico.100 g ⁻¹)	0,09 ± 0,00	0,07 ± 0,00	5,48 ± 0,06
Sólidos solúveis (°Brix)	5,33 ± 0,06	5,93 ± 0,06	8,23± 0,01
Sólidos totais (g.100 g ⁻¹)	9,35 ± 0,02	11,90 ± 0,10	Nr*

Dados referentes à média da triplicata ± desvio padrão. *Nr - não realizado.

Os valores de pH, acidez titulável e sólidos solúveis determinados para o limão estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2000). Estes parâmetros são importantes para a padronização, garantia da qualidade e também para a conservação de polpas e derivados (CASTRO *et al.*, 2015).

No caso da água de coco, o valor do pH foi acima do preconizado pela legislação vigente (BRASIL, 2009), que estabelece os padrões de pH para águas de coco resfriadas, pasteurizadas e congeladas, de no mínimo 4,30 e no máximo 4,50. Entretanto, os valores encontrados no presente trabalho estão próximos aos dados reportados por Aragão (2001). Este autor observou que o pH da água de coco pode variar conforme a idade do fruto, onde próximo a cinco meses varia de 4,7 a 4,8, podendo atingir valores acima de 5,0 até o final do crescimento. Resultados acima do estabelecido pela legislação também foram encontrados por Imaizumi, et al. (2016), que reportaram valores de pH acima de 5,0 para água de coco *in natura* de diversas cidades do Brasil.

A acidez total titulável da água de coco foi de 0,09 ± 0,00g.100g⁻¹, dentro da faixa determinada pela legislação brasileira (BRASIL, 2009), a qual estabelece que os limites mínimos e máximos para acidez são 0,06% e de 0,18%, respectivamente. A acidez é importante, por se tratar de indicador sensorial, pela sua influência no sabor e aroma dos alimentos (CHARLOET *et al.* 2009). Entretanto na instrução normativa n°27 de 22 de julho de 2009, não consta a acidez fixa como parâmetro de qualidade da água de coco.

Como esperado, a polpa de coco verde apresentou um teor de sólidos solúveis, maior do que o da água de coco, cujo limite máximo é de 6,7 °Brix (BRASIL,2009).

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 a maturação. O teor de sólidos solúveis está relacionado à doçura e à manifestação do sabor da água de coco, uma vez que, grande parte é representada pelos açúcares, tendo, portanto, uma firme correlação desse parâmetro com a qualidade final da água (SILVA et. al., 2013).

Comparando-se os dados obtidos com um estudo sobre a avaliação das propriedades físico-químicas e microbiológicas da polpa de coco verde, Kanzawa (2010) obteve valores de pH e sólidos solúveis superiores (pH de 6,50 e 6,50 °Brix) aos resultados encontrados no presente trabalho. Teixeira (2018) encontrou para polpa de coco verde, valores em torno de $6,53 \pm 0,00$ para o pH e de $7,50 \pm 0,12$ °Brix.

5.2 Albúmen sólido do coco verde

Composição centesimal e em minerais do albúmen sólido

A Tabela 10 apresenta a composição centesimal da polpa de coco verde. A polpa do coco verde apresenta elevado teor de umidade e assim como outras frutas frescas é altamente perecível. A umidade de $86,82 \pm 0,01$ g.100g⁻¹ encontra-se na mesma faixa que a encontrada por Teixeira (2018) e por Silva (2017), $89,74 \pm 0,01$ g.100g⁻¹ e $85,83 \pm 0,07$ g.100g⁻¹, respectivamente. O alto teor de água confirma o baixo grau de maturação, visualmente percebido durante a extração do albúmen sólido.

Tabela 10: Composição centesimal da polpa de coco verde.

Parâmetro	Polpa de coco verde
Umidade (g.100g ⁻¹)	$86,82 \pm 0,01$
Carboidrato (g.100g ⁻¹) *	$4,31 \pm 0,00$
Proteína (g.100g ⁻¹)	$1,21 \pm 0,00$
Lipídeos (g.100g ⁻¹)	$4,46 \pm 0,02$
Fibra alimentar (g.100g ⁻¹)	$2,46 \pm 0,00$
Cinzas (g.100g ⁻¹)	$0,74 \pm 0,02$
Valor calórico (kcal.100g ⁻¹)	58,23

Dados referentes à média da triplicata \pm desvio padrão. *Calculado por diferença

Além do elevado teor de umidade, a polpa do coco verde é composta principalmente por carboidratos, lipídeos, fibras e proteínas. Estes teores aumentam com a maturação do coco,

chegando a níveis mais elevados, como na polpa de coco maduro que contém aproximadamente 42 g.100 g⁻¹ de lipídeos, 3,7 g.100g⁻¹ de proteínas e 10,4 g.100g⁻¹ de carboidratos (TACO, 2011).

Em um estudo publicado por Santana (2012) que avaliou a composição nutricional da polpa do coco verde, foram reportados 0,83 g.100g⁻¹ de proteína, 1,51 g.100g⁻¹ de lipídeos e 4,15 g.100g⁻¹ de carboidratos, valores inferiores aos encontrados no presente trabalho, o que pode estar relacionado ao estágio de maturação do fruto.

O teor de lipídeos encontrado na polpa de coco verde foi de 4,46 ± 0,02 g.100g⁻¹, valor mais alto do que os determinados por Teixeira (2018) e Silva (2017) de 2,46±0,01 g.100g⁻¹ e 3,3±0,4 g.100g⁻¹, respectivamente. De modo geral os teores de lipídeos são baixos nas polpas de frutas, com exceção do abacate, no qual já foram determinados teores variando de 5,3% e 31,1% (TANGO *et al.*, 2004), mostrando que o teor de lipídeos da polpa estudada no presente trabalho não é tão baixo.

O teor de fibra alimentar da polpa foi de 2,46 g.100g⁻¹, considerado um valor alto quando comparado ao reportado por Teixeira (2018), que obteve valores abaixo do limite de detecção. Entretanto, para ser considerado um produto fonte de fibras seria necessário um valor mínimo de 3 g de fibras por cada 100 g de produto (BRASIL, 2012).

Soares *et al.* (2015) relatou encontrar teores de cinzas de 0,76±0,03 g.100g⁻¹ para a polpa de coco mais madura, similar aos dados da Tabela TACO (2001) e aos valores encontrados no presente estudo de 0,74±0,02 g.100g⁻¹, mesmo a polpa encontrando-se em estádios de maturação diferente.

As diferenças na composição podem se dar pela variação do local de plantio, clima, solo, variedade do fruto, ponto de colheita, entre outros (AROUCHA, 2002).

A composição em minerais da polpa de coco verde pode ser observada na Tabela 11. O conteúdo de minerais presentes nos frutos é um dos fatores mais importantes na determinação de sua qualidade nutricional, pois a principal via de entrada destes micronutrientes no organismo humano é por meio dos alimentos (RESENDE, 2007).

O mineral que apresentou a maior concentração no albúmen sólido do coco verde foi o potássio, como é comum para a maioria das frutas, seguido do magnésio e fósforo, enquanto que os menores teores de minerais encontrados foram de ferro e zinco. O aporte nutricional destes elementos é importante para as funções metabólicas, além de alguns deles exercerem funções fisiológicas específicas, como o zinco que atua como sítio ativo de enzimas (REILLY, 2002).

Tabela 11: Composição em minerais da polpa de coco verde.

Minerais	Polpa de coco verde (mg.100 g⁻¹)
Sódio	11,42 ± 1,86
Potássio	329,50 ± 45,57
Magnésio	36,02 ± 7,51
Cálcio	17,34 ± 2,76
Manganês	0,78 ± 0,08
Ferro	0,38 ± 0,11
Zinco	0,23 ± 0,07
Cobre	0,50 ± 0,06
Fósforo	34,00 ± 2,75

Dados referentes à média da triplicata ± desvio padrão.

5.2.1 Efeito do método de extração sobre a cor do albúmen sólido

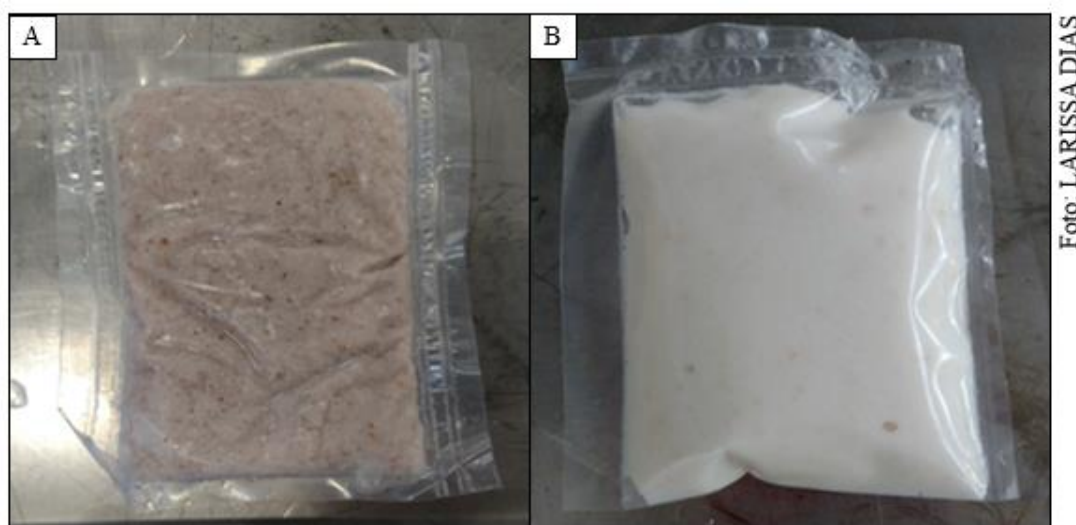
Como citado no item 4.2.1 deste trabalho, dois métodos de extração do albúmen sólido do coco verde foram realizados, onde diferenças perceptíveis visualmente foram observadas entre eles.

O albúmen foi extraído com auxílio de colher de aço inoxidável e, no primeiro caso, acondicionado em recipientes até o momento de homogeneização e armazenamento. No segundo caso, após extração, a polpa foi imersa imediatamente em um recipiente com água de coco, simulando o ambiente interno do fruto. As amostras obtidas nos dois métodos de extração foram armazenadas na mesma temperatura (congelamento a -18 °C).

Verificou-se que o albúmen sólido não imerso na água de coco apresentou alterações de cor, visíveis a olho nu, em menos de uma semana (Figura 18A), enquanto que a polpa de coco verde submetida à imersão preservou a sua coloração original durante um mês (Figura 18B), tempo este estabelecido para observação das características visuais.

A alteração da coloração da polpa de coco verde pode estar relacionada com a presença de enzimas, contato com oxigênio e presença microbiana, acelerando processos de escurecimento e mudança de cor na polpa do coco verde, sendo semelhante ao que ocorre com a água de coco (RESENDE, 2007).

Figura 18: Polpa de coco verde após armazenamento sob congelamento. (A) sem imersão na água de coco (B) com imersão na água de coco.



5.2.2 Tratamento térmico do albúmen sólido

Para a seleção do binômio tempo/temperatura mais adequado para o tratamento térmico do albúmen do coco verde, utilizou-se a faixa de temperatura de 70 °C a 80 °C. O critério de escolha foi justificado pelo fato de em tratamentos a temperaturas superiores a 90 °C ocorrerem alterações sensoriais significativas em polpas de frutas, aliado a estudos efetuados com a peroxidase, onde a temperatura mínima necessária para sua inativação foi de 70 °C (LADEROZA, 1991).

Nas Tabelas 12 e 13, estão apresentadas a avaliação microbiológica e os parâmetros de cor instrumental, respectivamente, em todos os experimentos do planejamento experimental.

Tabela 12: Avaliação microbiológica da polpa de coco verde pasteurizada nas diferentes condições do planejamento experimental.

Amostras	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Parâmetro	
			Bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g)	Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)
1	70	2	< 1,0 x 10 ¹ *	6,5 x 10 ² *
2	80	2	< 1,0 x 10 ¹ *	< 1,0 x 10 ¹ *
3	70	10	< 1,0 x 10 ¹ *	< 1,0 x 10 ¹ *
4	80	10	< 1,0 x 10 ¹ *	< 1,0 x 10 ¹ *
5	75	6	< 1,0 x 10 ¹ *	< 1,0 x 10 ¹ *
6	75	6	< 1,0 x 10 ¹ *	< 1,0 x 10 ¹ *
7	75	6	< 1,0 x 10 ¹ *	< 1,0 x 10 ¹ *

*Estimado.

As amostras atenderam ao limite máximo dos padrões de identidade e as características mínimas de qualidade para polpas de frutas preconizado pela Instrução Normativa nº 12 de 10/09/99 da ANVISA, ou seja, as amostras dos tratamentos apresentaram contagens de fungos filamentosos e leveduras menores que 5×10^3 UFC/g⁻¹, após a pasteurização, indicando que o produto estava apto para o consumo humano. A única amostra que não se enquadrou aos limites foi a amostra 1, podendo inferir que o tratamento térmico a 70 °C por 2 minutos não foi suficiente para inativar fungos e leveduras.

Com relação aos parâmetros de cor instrumental do planejamento fatorial, o resultado do parâmetro ΔE da amostra 5 foi considerado como um *outlier* (ponto fora da curva), não sendo incluso na análise de variância. Por meio da análise de efeitos foi possível comprovar estatisticamente que as amostras apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) nas diferentes condições de processamento utilizadas, sendo a temperatura mais significativa que o tempo.

Tabela 13: Características de cor instrumental das polpas de coco verde nas diferentes condições do planejamento experimental.

Amostras	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Parâmetro				
			a*	b*	L*	h	ΔE
1	70	2	-0,59	4,00	84,49	98,35	0,96
2	80	2	-0,68	3,76	84,54	100,18	0,74
3	70	10	-0,65	3,87	84,87	99,52	0,88
4	80	10	-0,75	3,73	84,84	101,41	0,77
5	75	6	-0,60	3,70	85,95	99,17	1,49**
6	75	6	-0,68	3,76	84,97	110,24	0,82
7	75	6	-0,69	3,75	84,97	100,44	0,82

Todos os resultados quando os parâmetros diferem entre si ($p < 0,05$) pela análise de variância

** *Outliers* (não utilizado na Análise de Variância)

As amostras que apresentaram menores valores de ΔE , e conseqüentemente menos alterações de coloração nesse processo foram aquelas cujo tratamento térmico foi conduzido na maior temperatura (80 °C).

Com base nestes resultados, optou-se por utilizar o binômio (80 °C, 2 min), pois nesta condição a amostra apresentou parâmetros de cor e de qualidade microbiológica satisfatórios. Adicionalmente, o tratamento térmico nestas condições, garante maior segurança do produto, aliada a uma menor exposição ao calor. Em geral, o tratamento térmico em temperaturas mais elevadas durante um tempo reduzido apresenta menores alterações sensoriais no produto final.

5.2.3 Caracterização das amostras do albúmen sólido utilizadas na análise sensorial

Na Tabela 14, encontram-se os valores médios de pH, acidez titulável, sólidos solúveis e atividade enzimática das polpas de coco extraídas para a avaliação sensorial, submetida aos diferentes tratamentos. As médias dos parâmetros físico-químicos apresentaram pequenas variações, com diferenças em nível de 95% de significância.

Tabela 14: Características físico-químicas e atividade enzimática das polpas de coco verde submetidas a diferentes tratamentos.

Parâmetro	Amostras de polpa de coco			
	PCC	PCP	PCA	PCF
pH	5,70 ^c	5,76 ^b	5,45 ^a	5,77 ^b
Acidez titulável g (ácido cítrico.100g ⁻¹)	0,09 ^a	0,08 ^b	0,09 ^a	0,08 ^b
Sólidos Solúveis (°Brix)	6,19 ^d	7,23 ^a	6,90 ^b	6,33 ^c
Polifenoloxidase (U.mL ⁻¹)	3,67 ^a	1,73 ^b	0 ^c	4,07 ^a
Peroxidase (U.mL ⁻¹)	78,07 ^a	69,4 ^b	23,80 ^c	78,67 ^a

Legenda: PCC: Polpa de coco congelada; PCP: Polpa de coco pasteurizada; PCA: Polpa de coco aditivada; PCF: Polpa de coco fresca

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

Avaliando-se os dados obtidos, foi possível observar que os valores de pH da polpa congelada e aditivada apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$), pois a adição do ácido ascórbico provoca a diminuição do pH do produto (REIS, 2007), enquanto as outras duas amostras (PCP e PCF) não diferiram estatisticamente. Da mesma forma, a acidez total da polpa pasteurizada foi similar à da polpa de coco fresca, porém apresentou diferença significativa se comparada à polpa de coco aditivada e à apenas congelada. Estes resultados podem ser explicados pelos tipos de processos distintos utilizados para cada amostra.

A atividade enzimática das polpas pasteurizada e aditivada com ácido ascórbico apresentou diferença estatística entre si, enquanto entre as polpas congelada e fresca não houve, como esperado, diferença na atividade das duas enzimas.

A polpa aditivada com ácido ascórbico não apresentou atividade de polifenoloxidase. O mesmo comportamento foi observado por Abreu (2005) no estudo da água de coco. Os autores obtiveram um valor médio de 2,33 U.mL⁻¹ para a polifenoloxidase na água de coco *in natura*, enquanto a água de coco tratada com ácido ascórbico não apresentou atividade dessa enzima. Em um estudo feito pela FAO foi constatado que a utilização de 150 mg.L⁻¹ de ácido ascórbico no processo de ultrafiltração de água de coco foi suficiente para inativação enzimática da PFO e PDO, evitando a coloração rosa no produto (RESENDE, 2007).

A polpa pasteurizada apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) para atividade das duas enzimas, quando comparadas às amostras PCC e PCF, efeito este esperado, pois a diminuição da ação enzimática é característica do tratamento térmico, entretanto nem sempre é possível inativá-las por completo.

5.2.4 Teste sensorial de diferença do controle

Na Tabela 15, encontram-se as médias das notas obtidas na avaliação sensorial das polpas de coco verde analisadas. Através do teste (bilateral) de médias de Dunnett foi analisada a diferença do controle com cada amostra e verificou-se que as amostras das polpas de coco congelada, pasteurizada e aditivada não diferiram significativamente ($p < 0,05$) da amostra-referência (amostra fresca extraída no dia da análise sensorial), exceto para o atributo consistência.

Tabela 15: Notas médias dos atributos avaliados nas diferentes amostras de polpa do coco verde.

Atributo	Médias* (n=12)			PCF	p-valor**
	PCC	PCP	PCA		
Coloração	2,96 ^a	3,00 ^a	2,92 ^a	2,00 ^a	$p < 0,06$
Gosto doce	3,08 ^a	3,38 ^a	3,13 ^a	3,67 ^a	$p < 0,22$
Gosto ácido	4,25 ^a	4,17 ^a	4,08 ^a	3,83 ^a	$p < 0,31$
Sabor característico de coco	3,50 ^a	3,42 ^a	3,08 ^a	2,46 ^a	$p < 0,16$
Consistência	2,75 ^a	2,83 ^a	3,13 ^a	4,08 ^b	$p < 0,0001$

Legenda: PCC: Polpa de coco congelada; PCP: Polpa de coco pasteurizada; PCA: Polpa de coco aditivada

¹ Médias de sensorial variando de 0 a 7.

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

** p-valor obtido pelo teste de médias de Dunnett

O resultado do p-valor indicado na tabela, comprova a não significância da diferença quando as amostras processadas (PCC, PCP e PCA) são comparadas ao controle. Pode-se observar que o atributo consistência foi o único que apresentou diferença significativa ($p < 0,05$), onde as amostras analisadas foram completamente diferentes da amostra-referência (PCF). O atributo coloração apresentou-se como marginalmente diferente ($p < 0,06$). Nos demais atributos nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as amostras e o controle.

Para avaliar se existia diferença entre as amostras congelada, pasteurizada e aditivada para os atributos analisados, realizou-se o teste de médias de Tukey, que mostrou não haver diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras processadas.

Os resultados obtidos no teste sensorial demonstraram que para escolher a amostra com as melhores características é necessário associar a análise sensorial com a análise de outros parâmetros, pois, pela percepção dos avaliadores, as amostras processadas não diferem entre si.

5.2.5 Estabilidade do albúmen sólido

Qualidade microbiológica

Na Tabela 16 estão apresentados os resultados da avaliação microbiológica do albúmen de coco verde *in natura* e pasteurizado armazenado a -18 °C durante seis meses.

Tabela 16: Qualidade microbiológica do albúmen sólido do coco verde *in natura* e pasteurizado durante o armazenamento sob congelamento.

Amostra/ Parâmetro	<i>In natura</i> Tempo (meses)			Pasteurizado Tempo (meses)		
	0	3	6	0	3	6
<i>Salmonella spp.</i> (ausência em 25g)	Ausência	Nr	Ausência	Ausência	Nr	Ausência
Coliformes a 45°C (NMP/g ⁻¹)	<3	Nr	<1,0x10 ² *	<3	Nr	1,0x10 ² *
Bactérias lácticas (UFC/g)	1,1x10 ³	Nr	1,9x10 ³	9,0x10 ²	Nr	<1,0x10 ¹ *
Bactérias aeróbias mesófilas	3,7x10 ⁵	<1,0x10 ¹ *	1,0x10 ² *	3,1x10 ⁴	<1,0x10 ¹ *	2,0x10 ² *
Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)	1,0x10 ¹ *	<1,0x10 ¹ *	1,2x10 ³ *	<1,0x10 ¹ *	<1,0x10 ¹ *	2,0x10 ² *

*Estimado. Nr - não realizado.

Em nenhuma das amostras foi detectada a presença de *Salmonella spp.* e a contagem de coliformes a 45 °C manteve-se dentro dos padrões estabelecidos pelo regulamento técnico RDC nº 12, de 02/01/2001 que preconiza valor máximo de 10² NMP.g⁻¹ para polpa de frutas, indicando que não houve contaminação significativa durante a manipulação do produto e que provavelmente o processo de pasteurização foi suficiente para a sua conservação, apesar das duas condições das amostras de polpa do coco verde *in natura* e pasteurizada terem apresentado um aumento da contagem de coliformes a 45 °C, após seis meses.

As contagens de fungos filamentosos e leveduras também estavam dentro dos padrões estabelecidos pela Instrução Normativa 12 de 10/09/99, a qual preconiza um máximo de 5 x 10³ UFC.g⁻¹. Segundo Franco e Landgraf (2003), baixas contagens de bolores e leveduras são

consideradas normais (não significativas) em alimentos frescos e congelados. No entanto, contagens elevadas representam, além do aspecto deteriorante, que pode levar inclusive à rejeição do produto, um risco à saúde pública devido à possível produção de micotoxinas por algumas espécies de bolores.

Características físico-químicas

Na Tabela 17, podem ser observados os valores médios de pH, acidez e sólidos solúveis do albúmen sólido do coco verde *in natura* e pasteurizado armazenado sob congelamento (-18 °C) durante seis meses. Houve pequenas variações nos parâmetros durante o período avaliado, com diferenças a nível de 95% de significância.

O teor de sólidos solúveis de cada amostra não variou ($p < 0,05$) durante o armazenamento. Observou-se, entretanto, uma diferença significativa entre as amostras, devido ao processo de pasteurização e não por influência do tempo de armazenamento. Isto ocorre, possivelmente, devido à evaporação de água durante o aquecimento.

Tabela 17: Características físico-químicas do albúmen sólido do coco verde *in natura* e pasteurizado durante o armazenamento sob congelamento.

Amostra/ Parâmetro	<i>In natura</i>			Pasteurizado		
	Tempo (meses)			Tempo (meses)		
	0	3	6	0	3	6
pH	5,64 ^d	5,66 ^d	5,83 ^a	5,70 ^c	5,72 ^c	5,77 ^b
Acidez titulável g (ácido cítrico.100 g ⁻¹)	0,10 ^a	0,09 ^{ab}	0,07 ^b	0,10 ^a	0,09 ^{ab}	0,07 ^b
Sólidos Solúveis (°Brix)	5,82 ^b	5,91 ^b	6,07 ^b	7,07 ^a	7,17 ^a	7,27 ^a

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

O pH apresentou um leve aumento ($p < 0,05$) durante o armazenamento, para ambas amostras, ao mesmo tempo em que houve uma leve diminuição da acidez. 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.

Esse comportamento de diminuição da acidez e aumento do pH foi relatado por Maia (2007) durante a pasteurização do suco de acerola, onde ele justifica que esse efeito pode advir da degradação de alguns ácidos presentes no alimento durante o tratamento térmico. Apesar de não ter existido diferença significativa de acidez entre a amostra *in natura* e a pasteurizada, essa avaliação é importante, já que durante o estudo da estabilidade podem ocorrer reações de

hidrólise, oxidação ou fermentação a partir de seus constituintes, alterando a concentração dos íons hidrogênio e, por consequência, a acidez da amostra (LAVINAS et al., 2006).

Para Sahari, Boostani e Hamidi (2004), modificações na acidez e pH são influenciadas pelo tempo de armazenamento, reações enzimáticas, método de congelamento e pela presença de microrganismos.

Atividade enzimática

Os valores médios de atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO) e da peroxidase (PDO) durante o período de armazenamento do albúmen sólido do coco verde estão apresentados na Tabela 18. Pode-se observar que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) na atividade das duas enzimas ao longo do armazenamento, observando-se pouca variação e dentro de uma mesma ordem de grandeza.

Tabela 18: Atividade enzimática do albúmen sólido do coco verde *in natura* e pasteurizado durante o armazenamento sob congelamento.

Amostra/ Parâmetro	<i>In natura</i>			Pasteurizada		
	Tempo (meses)			Tempo (meses)		
	0	3	6	0	3	6
Polifenoloxidase (U.mL ⁻¹)	2,93 ^b	2,80 ^b	3,67 ^a	1,2 ^c	1,60 ^c	2,53 ^b
Peroxidase (U.mL ⁻¹)	73,9 ^a	62,4 ^d	70,0 ^b	64,1 ^c	58,6 ^f	61,4 ^e

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

Como esperado, a amostra pasteurizada apresentou menor atividade das enzimas, não sendo, porém suficiente para inativá-las por completo. Durante o armazenamento, a atividade da polifenoloxidase aumentou enquanto a da peroxidase diminuiu.

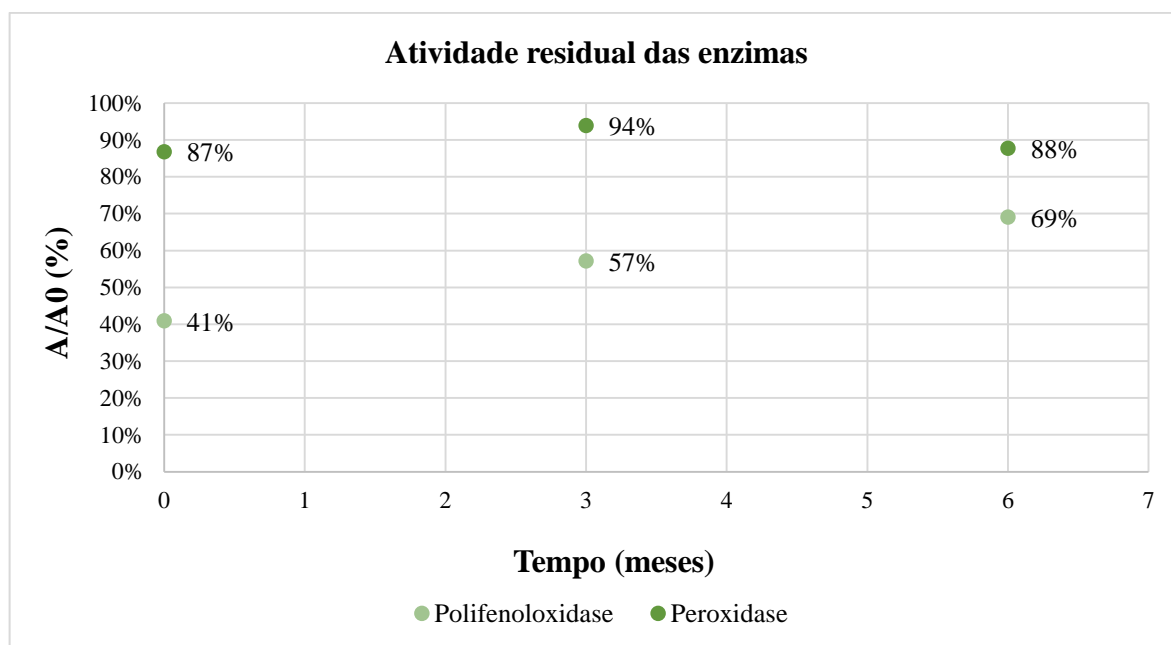
Silva (2017) encontrou na polpa de coco verde *in natura* congelada uma atividade inicial de PFO no valor de 0,0598 U.mL⁻¹, valor muito inferior ao encontrado neste trabalho que foi de 2,93 U.mL⁻¹. O último tempo analisado pelo autor foi de três meses, no qual registrou uma atividade de 0,2149 U.mL⁻¹ para polifenoloxidase. Este comportamento é similar ao observado neste trabalho, no qual a enzima PFO tende a aumentar a sua atividade durante o armazenamento.

O aumento da atividade enzimática pode ocorrer durante o tempo de descongelamento da amostra até a finalização da determinação analítica. Considerando que a atividade é reduzida pela ação da baixa temperatura e do tratamento térmico, o alimento, quando exposto novamente à temperatura ambiente, pode sofrer ação enzimática (SILVA, 2017).

Os valores da atividade enzimática para a peroxidase nas amostras *in natura* e pasteurizada apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Observou-se uma pequena redução após três meses, voltando a aumentar até completar os seis meses, mantendo-se, entretanto, inferior ao observado no tempo inicial. O mesmo comportamento foi relatado por Silva (2017), quando avaliou a estabilidade da polpa de coco verde.

Na Figura 19 é ilustrada a atividade residual das enzimas polifenoloxidase e peroxidase, determinada pela razão entre a atividade da polpa pasteurizada e a da polpa *in natura*.

Figura 19: Atividade residual (A/Ao) da peroxidase e da polifenoloxidase (PFO) do albúmen sólido do coco verde *in natura* e pasteurizado durante o armazenamento sob congelamento.



As faixas de atividade residual variaram de 87% a 94% para peroxidase e de 41% a 69% para polifenoloxidase no período analisado. É possível observar que a peroxidase foi mais resistente ao tratamento térmico do que a polifenoloxidase. O mesmo comportamento foi encontrado por Dojcsar (2013) ao comparar a atividade residual da polifenoloxidase e peroxidase na polpa de coco verde, utilizando binômios de 75, 80 e 90 °C (1, 3 e 5 minutos). Para o binômio (80 °C / 3 min) o valor encontrado pela autora para PFO foi aproximadamente 30% e para a PDO de 97%.

Comportamento contrário foi relatado por Murasaki e Tadini (2002) os quais observaram que a PFO foi mais termorresistente do que a POD em tratamentos térmicos descontínuos para água de coco verde. Esta divergência pode estar associada às diferenças no processamento ou, ainda, à metodologia de análise da atividade das enzimas.

Análise de cor instrumental

Na Tabela 19 estão apresentados os valores de cor instrumental para o albúmen sólido do coco verde. Neste caso todos os parâmetros apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre si.

A análise de cor é importante para a qualidade da polpa de coco, principalmente por este produto apresentar frequentemente alterações de coloração durante o armazenamento. A cor é um parâmetro que determina a primeira impressão do produto, e, assim, influencia no desejo de compra dos consumidores (MENA et al., 2011).

Tabela 19: Cor instrumental do albúmen sólido do coco verde *in natura* e pasteurizado durante o armazenamento sob congelamento.

Amostra	Tempo (meses)	Parâmetro				
		a*	b*	L*	h	ΔE
<i>In natura</i>	0	0,08 ^f	3,84 ^a	83,01 ^a	88,81 ^a	0 ^g
	1	0,08 ^f	2,70 ^c	82,61 ^b	88,33 ^b	1,22 ^f
	2	0,19 ^e	3,18 ^b	81,19 ^d	86,63 ^c	1,95 ^d
	3	1,30 ^b	1,74 ^f	79,92 ^e	53,14 ^f	3,95 ^c
	4	1,47 ^a	1,46 ^g	76,54 ^g	44,81 ^g	7,05 ^a
	5	0,94 ^c	1,83 ^e	77,73 ^f	62,88 ^e	5,73 ^b
	6	0,53 ^d	2,60 ^d	82,41 ^c	78,60 ^d	1,46 ^e
Pasteurizada	0	-0,59 ^a	3,25 ^a	81,71 ^d	100,25 ^e	0 ^g
	1	-0,61 ^{ab}	2,95 ^c	84,52 ^a	101,58 ^d	2,83 ^a
	2	-0,68 ^c	3,00 ^b	81,40 ^e	102,65 ^c	0,40 ^f
	3	-0,69 ^c	2,84 ^d	83,48 ^b	103,54 ^b	1,82 ^b
	4	-0,73 ^d	2,77 ^e	80,56 ^g	104,69 ^a	1,25 ^c
	5	-0,63 ^b	2,72 ^f	80,64 ^f	103,13 ^b	1,19 ^d
	6	-0,67 ^c	2,82 ^d	82,12 ^c	103,38 ^b	0,60 ^e

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

Comparando-se a luminosidade (L*) pode-se perceber que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para todos os tempos durante os seis meses de armazenamento. A polpa de coco verde *in natura* apresentou valores do parâmetro L* entre 76 e 83, enquanto para a polpa de coco pasteurizada o parâmetro L* variou entre 80 e 82, indicando a preservação de uma coloração ligeiramente mais clara para o albúmen tratado termicamente. Dados semelhantes foram relatados por Dojcsar (2013), o qual reportou em seu trabalho valores de L* de 55,79 para amostras sem tratamento e L* de 56,59 para amostras pasteurizadas.

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). Os valores do ângulo Hue (h) encontrados para a polpa de coco *in natura* foram menores do que a polpa de coco pasteurizada indicando alteração na coloração. Soares *et al* (2015) encontraram valores de 94,94 para amostras *in natura*, entretanto o estágio de maturação da polpa era mais elevado, conseqüentemente com menos propensão a alterações de cor. Este parâmetro tem grande importância tecnológica, pois expressa com maior fidelidade a cor do produto visualizada pelo consumidor (RIBEIRO, 2014).

O ΔE apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) para as diferentes amostras. Entretanto a amostra pasteurizada apresentou menores valores quando comparada à amostra *in natura*, indicando que o tratamento térmico foi mais efetivo na preservação da cor durante o armazenamento.

A Figura 20 mostra as amostras *in natura* e pasteurizada ao final do estudo da estabilidade do albúmen sólido do coco verde. É possível visualizar pequenas alterações na forma de pontos rosados formados no albúmen sólido *in natura*, demonstrando que a amostra submetida à pasteurização apresentou parâmetros de cor mais estáveis durante os seis meses, preservando melhor a cor original do produto.

Figura 20: Albúmen sólido pasteurizado (esquerda) e *in natura* (direita) no último dia de armazenamento sob congelamento.



Foto: LARISSA DIAS

5.3 Desenvolvimento de bebidas à base do albúmen sólido de coco verde

5.3.1 Bebida de água e polpa de coco verde

5.3.1.1 Caracterização físico-química e microbiológica das bebidas de água e polpa de coco verde

Após o planejamento de mistura realizado (descrito no item 4.2.2.1), duas formulações de bebidas de coco verde foram selecionadas, sendo elas a F1, contendo 80% do albúmen líquido e 20% do albúmen sólido e a F3, com 50% de cada fração. Na Tabela 20 estão apresentadas as características físico-químicas e microbiológicas das duas bebidas.

Foi possível observar que ambas apresentaram, como esperado, pH elevado (superior a 4,5). Não foi detectada a presença de *Salmonella spp.* e a contagem de coliformes termotolerantes manteve-se dentro do limite estabelecido pela legislação que é de no máximo 10^2 NMP.g⁻¹ para água de coco *in natura* e de 10 NMP.g⁻¹ para água de coco pasteurizada (BRASIL, 2001).

É importante destacar que o teor de sólidos solúveis das bebidas desenvolvidas é proveniente apenas das matérias primas utilizadas, pois não houve adição de açúcar durante o processo de obtenção das mesmas.

Tabela 20: Características físico-químicas e microbiológicas das bebidas de água e polpa de coco verde (antes e depois da pasteurização).

Parâmetro	Formulação			
	F1	F1P	F3	F3P
pH	5,10 ^d	5,20 ^c	5,34 ^b	5,41 ^a
Acidez (g ácido cítrico/100g)	0,08 ^a	0,09 ^a	0,08 ^a	0,10 ^a
Sólidos solúveis (°Brix)	5,53 ^d	5,83 ^c	6,63 ^b	6,93 ^a
<i>Salmonella spp.</i> (ausência em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Coliformes a 45° C(NMP/g)	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹

Legenda: F1- 80:20 (água de coco/polpa de coco verde) não pasteurizada; F1P- F1 pasteurizada; F3- 50:50 (água de coco/polpa de coco verde) não pasteurizada; F3P- F3 pasteurizada.

Médias com letras iguais na mesma linha, não diferem entre si significativamente pelo teste Tukey (p < 0,05).

Na Tabela 21 estão apresentadas as atividades da polifenoloxidase e peroxidase das duas formulações selecionadas, antes e depois de serem submetidas ao tratamento térmico.

É possível observar que houve uma diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores antes e após a pasteurização para as duas enzimas. As atividades residuais foram calculadas e apresentaram valores de 54% para PFO e 90% para POD na formulação contendo 80% de água de coco e 20% de polpa de coco verde. No caso da formulação contendo 50% de cada ingrediente estes valores foram, respectivamente, 47% e 94%.

Tabela 21: Atividade enzimática das bebidas de água e polpa coco verde (antes e depois da pasteurização).

Parâmetro	Formulação			
	F1	F1P	F3	F3P
Polifenoloxidase (U.mL ⁻¹)	6,27 ^a	3,40 ^b	5,53 ^a	2,60 ^b
Peroxidase (U.mL ⁻¹)	57,87 ^c	52,07 ^d	68,67 ^a	64,53 ^b

Legenda: F1- 80:20 (água de coco/polpa de coco verde) não pasteurizada; F1P- F1 pasteurizada; F3- 50:50 (água de coco/polpa de coco verde) não pasteurizada; F3P- F3 pasteurizada.

Média com letras iguais na mesma linha, não diferem entre si significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Podemos correlacionar esse resultado com o obtido para o albúmen sólido do coco verde. Neste caso, a bebida com maior teor de polpa de coco, apresentou maior atividade residual para a peroxidase, em concordância com o valor encontrado para a polpa de coco verde. Este resultado sugere que a peroxidase aparenta ter maior ação na polpa do que na água de coco.

5.3.1.2 Avaliação sensorial das bebidas de água e polpa de coco verde

As notas médias de aceitação das bebidas de coco verde encontram-se na Tabela 22. Pode-se observar que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as duas amostras em todos os atributos avaliados, sendo a formulação F1P, contendo 80% de água de coco e 20% de polpa de coco verde, a que obteve a preferência dos consumidores.

Tabela 22: Aceitação sensorial das bebidas de água e polpa coco verde pasteurizadas.

Atributo	Médias* (n=100)		p-valor
	F1P	F3P	
Aceitação global	7,1 ^a	6,1 ^b	$p < 0,0001$
Consistência	6,9 ^a	6,3 ^b	$p < 0,039$
Doçura	6,9 ^a	6,3 ^b	$p < 0,041$

Legenda: F1P - 80:20 (água de coco/polpa de coco verde); F3P - 50:50 (água de coco/polpa de coco verde).

*Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste t bilateral ($p < 0,05$).

Segundo Teixeira, Meinert e Barbetta (1987) é necessário que o produto obtenha um índice de, no mínimo, 70%, para que seja considerado aceito em termos de suas propriedades sensoriais. De acordo com os resultados desse estudo, a bebida F1P apresentou nota média para a aceitação global de 7,1 e a máxima de 9, o que corresponde a um índice de 78,8%, portanto pode-se considerar que houve uma boa aceitação da bebida F1P.

Estes resultados demonstraram que a maior proporção de água de coco na formulação conferiu características de consistência e doçura mais apreciadas pelos participantes do estudo. É interessante destacar que, apesar do menor teor de sólidos solúveis, a amostra F1P obteve uma maior nota de doçura que a F3P. Isto pode ser explicado pelos valores do ratio (relação sólidos solúveis/acidez), que foram de 73 e 77, respectivamente, sugerindo que, apesar de percebida pelos consumidores, a relação doce/ácido dos dois produtos é muito próxima.

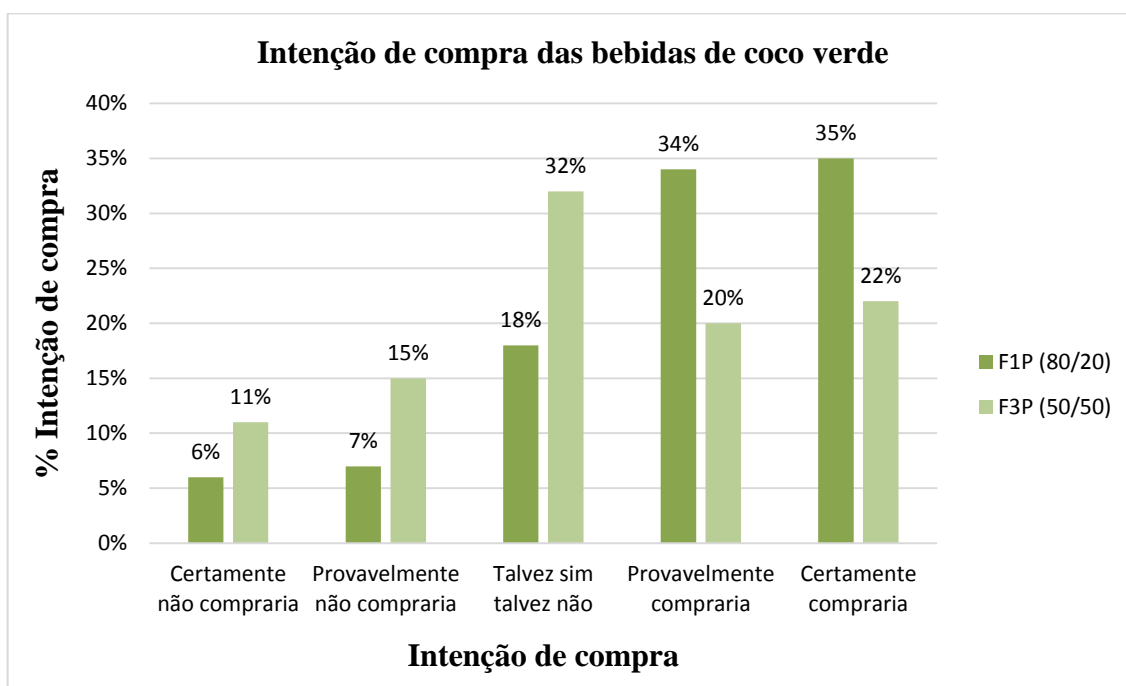
A caracterização dos consumidores que participaram da avaliação sensorial da bebida de coco verde está apresentada na Tabela 23. É possível observar que 53% eram do sexo feminino e 47% do sexo masculino, com idades que variaram de 19 até maiores de 65 anos. Em relação à escolaridade, a maior parte dos consumidores encontrava-se com ensino superior e pós-graduação completa.

Tabela 23: Perfil sócio econômico dos consumidores participantes ($n = 100$) da avaliação sensorial das formulações das bebidas de água e polpa coco verde.

Características	Percentual (%)
Gênero	
Feminino	53
Masculino	47
Faixa Etária	
19-25	19
26-35	17
36-45	28
46-55	21
56-65	11
>65	7
Grau de Escolaridade	
Fundamental incompleto	1
Fundamental completo	1
Médio incompleto	5
Médio completo	2
Superior incompleto	17
Superior completo	15
Pós-graduação	59
Renda Familiar	
1 a 5 SM	32
>5 a 10 SM	21
>10 a 20 SM	29
>20 A 30 SM	11
>30 SM	7

Na Figura 21 estão ilustrados os percentuais de intenção de compra das duas amostras analisadas no teste sensorial.

Figura 21: Intenção de compra das bebidas de água e polpa de coco verde submetidas à análise sensorial.



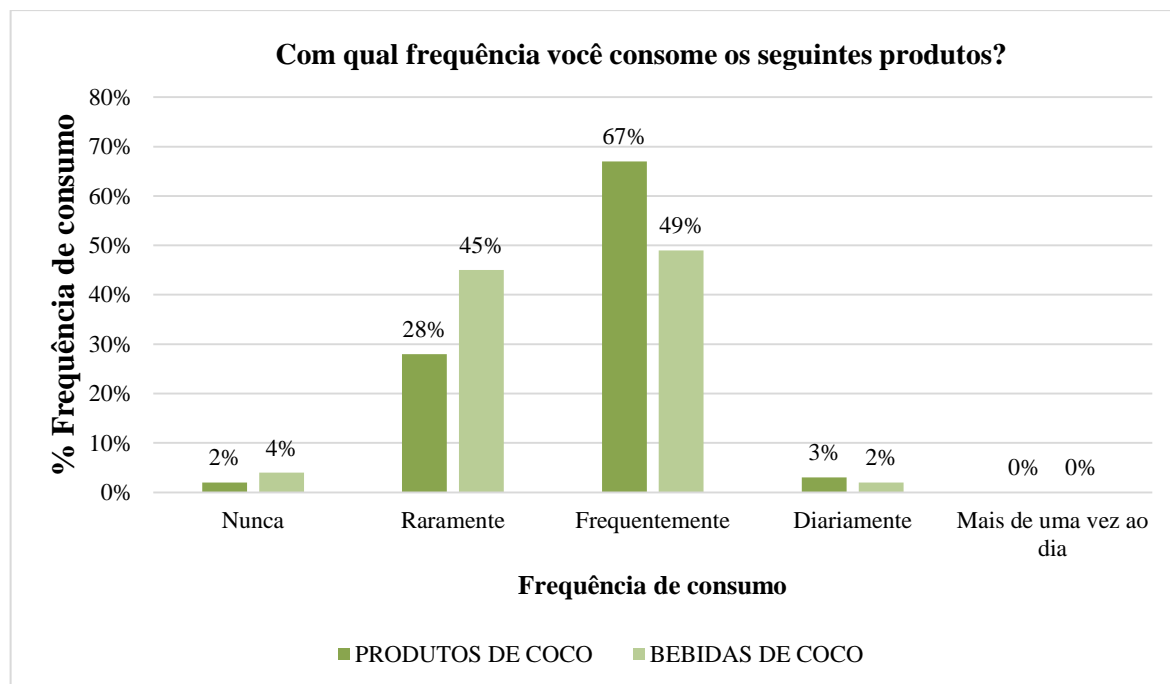
Quando perguntados sobre a intenção de compra, os consumidores receberam a seguinte informação: *“Essa bebida foi elaborada sem adição de água e de açúcar. Seus ingredientes são água de coco e polpa de coco verde. É um produto pasteurizado sem adição de conservantes. Se você encontrasse essa bebida na prateleira do supermercado, você compraria esse produto?”*.

Os índices de intenção de compra para a formulação F1P da bebida de coco verde foram de “provavelmente compraria” ou “certamente compraria” para 69% dos participantes, indicando que esta formulação tem consumidores potenciais.

Enquanto a formulação F3P apresentou índices de “certamente não compraria” e “provavelmente não compraria” de 26%, o dobro do observada (13%) para a amostra F1P.

Na Figura 22 são apresentados os principais produtos de coco e de bebidas de coco consumidos, proveniente da pergunta “Com qual frequência você consome os seguintes produtos: produtos de coco e bebidas de coco” direcionada aos participantes.

Figura 22: Frequência de consumo de produtos e bebidas de coco.



O perfil observado para os participantes da avaliação sensorial indicou que estes eram consumidores de produtos industrializados de coco. A análise dos hábitos de consumo indicou também que 67% dos avaliadores consumiam frequentemente “produtos à base de coco” (cocadas, doces, leite de coco, etc.) e 49% consumiam frequentemente “bebidas de coco verde” (água de coco).

5.3.1.3 Estudo da estabilidade da bebida de água e polpa de coco verde

A partir do resultado da análise sensorial, a formulação escolhida para realização do estudo da estabilidade foi a bebida com 80% de água de coco e 20% de polpa de coco verde.

Qualidade microbiológica

Na Tabela 24 encontram-se os valores referentes à qualidade microbiológica da bebida de água e polpa de coco verde pasteurizada durante o seu armazenamento.

Não foi detectada a presença de *Salmonella spp.* cujo padrão da legislação (para a água de coco) é a ausência em 25 g de amostra, e a contagem de coliformes a 45 °C manteve-se dentro do limite preconizado pela legislação de no máximo 10 NMPg⁻¹ para amostras pasteurizadas de água de coco (BRASIL, 2001), indicando que não houve contaminação acima do permitido durante a manipulação do produto.

Para os microrganismos deteriorantes não há limites preconizados na legislação, mas optou-se por quantificá-los, pois, a bebida é um meio propício para o crescimento dos mesmos, podendo comprometer a qualidade do produto. Verifica-se que houve um aumento na contagem de fungos filamentosos e leveduras que, entretanto, reduziu aos 60 dias, sugerindo que pode ter havido um problema de amostragem. Entretanto, em função do aumento das bactérias mesófilas, os resultados sugerem que a bebida deve ser armazenada por até 30 dias.

Tabela 24: Qualidade microbiológica da bebida de água (80%) e polpa (20%) de coco verde pasteurizada durante o armazenamento refrigerado por 60 dias.

Amostra/ Parâmetro	Bebida Pasteurizada				
	0 dias	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
<i>Salmonella spp.</i> (ausência em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Coliformes a 45°C (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Bactérias aeróbias mesófilas	1,4x10 ⁴	3,0x10 ^{3*}	9,0x10 ^{2*}	5,0x10 ⁵	6,6x10 ⁵
Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)	5,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ¹	1,0x10 ⁴	4,3x10 ⁴	<1,0x10 ^{1*}

*Estimado. Nd - não detectado.

Caracterização físico-química

As características físico-químicas da bebida de água e polpa de coco verde pasteurizada armazenada sob refrigeração a 7 °C estão apresentadas na Tabela 25, onde se pode observar que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os valores de pH e sólidos solúveis.

Durante o armazenamento o teor de sólidos solúveis apresentou diferença significativa a partir de 30 dias. Verificou-se, ainda, uma diminuição do teor de sólidos solúveis da bebida pasteurizada em relação à bebida *in natura*, (5,77 °Brix), provavelmente pela perda de água, na forma de vapor, durante a pasteurização.

Cerf (1988) reporta que o pH pode apresentar flutuações iguais ou inferiores a 0,2 para produtos submetidos a estudos de estabilidade. A variação do pH é um parâmetro importante para a avaliação da esterilidade comercial, uma vez que o desenvolvimento de microrganismos acarreta, frequentemente, em alterações no pH do produto. Os valores de pH da bebida *in natura* e da bebida pasteurizada foram, respectivamente, 5,15 e 5,26. No decorrer dos 60 dias do

estudo, os valores de pH apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao tempo zero, superior ao valor previsto por Cerf (1988).

Tabela 25: Características físico-químicas e microbiológicas da bebida de água (80%) e polpa (20%) de coco verde pasteurizada durante o armazenamento refrigerado por 60 dias.

Amostra/ Parâmetro	Pasteurizada				
	0 dias	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
pH	5,26 ^d	5,33 ^c	5,38 ^{bc}	5,40 ^b	5,61 ^a
Acidez titulável g(ácido cítrico.100 g ⁻¹)	0,08 ^a	0,09 ^a	0,09 ^a	0,09 ^a	0,09 ^a
Sólidos Solúveis (°Brix)	6,53 ^a	6,33 ^{ab}	6,30 ^b	6,20 ^b	6,13 ^b

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

Atividade enzimática

Na Tabela 26 encontram-se os resultados da atividade enzimática da bebida armazenada.

A atividade da polifenoloxidase da bebida de água e polpa de coco verde pasteurizada não variou significativamente ($p < 0,05$) durante o período de armazenamento. Duarte *et al.* (2000), por sua vez, encontraram, em água de coco verde, valores de atividade de polifenoloxidase que variaram de 0,5 a 5,0 U.mL⁻¹.

Campos *et al.* (1996) reportaram um valor de 114,3 U.mL⁻¹ para atividade de peroxidase, ainda mais alto que o determinado neste trabalho que foi de 62,6 U.mL⁻¹ e que variou significativamente ($p < 0,05$) durante o tempo de armazenamento.

Tabela 26: Atividade enzimática da bebida de água (80%) e polpa (20%) de coco verde pasteurizada durante o armazenamento refrigerado por 60 dias.

Amostra/ Parâmetro	Pasteurizada		
	0 dias	30 dias	60 dias
Polifenoloxidase (U.mL ⁻¹)	3,60 ^a	3,87 ^a	4,13 ^a
Peroxidase (U.mL ⁻¹)	59,3 ^c	59,8 ^{bc}	62,6 ^a

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

A prevalência da maior atividade da enzima peroxidase pode estar correlacionada com a faixa de pH da bebida, pois sabe-se que a polifenoloxidase e a peroxidase apresentam o máximo de atividade em pH 6,0 e 5,5 nas temperaturas de 25 e 35 °C, respectivamente (CAMPOS *et al.*, 1996; MAGALHÃES *et al.*, 2005). No caso da bebida de coco pasteurizada

o índice de potencial hidrogeniônico variou de 5,26 a 5,61. Entretanto, a redução do pH não é um método eficiente de inativação enzimática, já que a água de coco apresenta características tamponantes (CAMPOS *et al.*, 1996).

Análise de cor instrumental

Na Tabela 27 estão apresentados os parâmetros de cor instrumental da bebida de água e polpa de coco verde pasteurizada.

Tabela 27: Cor instrumental da bebida de água (80%) e polpa (20%) de coco verde pasteurizada durante o armazenamento refrigerado por 60 dias.

Amostra/ Parâmetro	Pasteurizada				
	0 dias	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
a*	-0,89 ^e	-0,86 ^e	1,17 ^c	2,20 ^b	2,84 ^a
b*	-1,88 ^c	-1,44 ^b	-2,16 ^d	-2,40 ^f	-2,31 ^e
L*	69,03 ^e	72,86 ^a	71,18 ^c	69,89 ^d	69,83 ^d
ΔE	5,90 ^c	2,13 ^f	4,47 ^d	6,09 ^b	6,46 ^a

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

O parâmetro ΔE apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) durante os dias de armazenamento superando o valor inicial a partir de 45 dias. Este resultado indica que o tratamento térmico não foi suficiente para manter a cor da bebida durante o armazenamento, como se pode comprovar visualmente (Figura 23).

A mudança nos parâmetros de cor da bebida pode ser advinda do tratamento térmico. Segundo Abreu e Faria (2002), a água de coco quando submetida à pasteurização ou outros tratamentos, sem o uso de aditivos químico, como por exemplo o antioxidante ácido ascórbico, pode apresentar alterações de cor rapidamente, típicas dessa matéria prima.

Figura 23: Bebida de água e polpa de coco verde com 30 dias do estudo de estabilidade



Foto: LARISSA DIAS

5.3.2 Bebida de água e polpa de coco verde com limão

Como o estudo da estabilidade da bebida de coco verde pasteurizada não apresentou resultados satisfatórios, particularmente no que diz respeito à preservação da cor, uma nova bebida, acrescida de limão, foi desenvolvida e testada em duas condições de processamento, pasteurizada e não pasteurizada.

Optou-se por utilizar o limão, pois ele se caracteriza como fonte de ácido cítrico, podendo ser usado para reduzir a ação da polifenoloxidase (PPO). O ácido cítrico, quando utilizado como antioxidante, apresenta efeito sequestrante sinérgico (ENDO et al., 2008).

Os ácidos geralmente utilizados nos alimentos para inibir o escurecimento são o cítrico, fosfórico, málico e ascórbico, de ocorrência natural. Em suma, sua ação visa a diminuição do pH do tecido e, conseqüentemente, da velocidade da reação de escurecimento. O ácido cítrico, em conjunto com o ácido ascórbico ou o sulfito de sódio, é utilizado como inibidor químico do escurecimento enzimático (REIS, 2007).

5.3.2.1 Estudo da estabilidade das bebidas de água e polpa de coco verde com limão não pasteurizada

Qualidade microbiológica

As concentrações de suco de limão utilizadas nesta etapa foram de 1%, 2,5% e 5%. Para fins comparativos, acrescentou-se também a bebida de água e polpa de coco verde sem limão. O tempo de avaliação foi de 30 dias.

Na Tabela 28 estão apresentados os parâmetros de qualidade microbiológica da bebida de água e polpa de coco verde com limão não pasteurizada. Os parâmetros de *Salmonella ssp.* e coliformes a 45° C foram satisfatórios durante todo o estudo de estabilidade, onde a legislação preconiza ausência de *Salmonella ssp.* em 25g de amostra e máximo de 10² NMPg⁻¹ para amostras de água de coco pasteurizadas (BRASIL, 2001).

Tabela 28: Qualidade microbiológica das bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizada, adicionada de limão, durante o armazenamento refrigerado por 30 dias.

Amostra	Tempo (dias)	Parâmetro			
		<i>Salmonella ssp.</i> (ausência em 25g)	Coliformes a 45° (NMP/g)	Bactérias aeróbias mesófilas	Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)
BC	0	Ausência	<1,0x10 ¹ *	6,2x10 ⁴	1,1x10 ⁴
	8	Nr	Nr	5,9x10 ⁵	>1,5x10 ⁶ *
	15	Nr	Nr	>2,5x10 ⁶ *	>1,5x10 ⁶ *
	22	Nr	Nr	1,3x10 ⁷	9,0x10 ⁶
	30	Ausência	<1,0x10 ¹ *	>2,5x10 ⁶ *	>1,5x10 ⁶ *
BCL 1%	0	Ausência	<1,0x10 ¹ *	<1,0x10 ¹ *	<1,0x10 ¹ *
	8	Nr	Nr	1,6x10 ⁵	1,9x10 ⁵
	15	Nr	Nr	>2,5x10 ⁶ *	>1,5x10 ⁶ *
	22	Nr	Nr	>2,5x10 ⁷ *	>1,5x10 ⁶ *
	30	Ausência	<1,0x10 ¹ *	>2,5x10 ⁶ *	>1,5x10 ⁶ *
BCL2,5%	0	Ausência	<1,0x10 ¹ *	2,9x10 ⁴	3,4x10 ³
	8	Nr	Nr	4,7x10 ⁴	2,1x10 ⁴
	15	Nr	Nr	>2,5x10 ⁶ *	4,4x10 ⁵ *
	22	Nr	Nr	>2,5x10 ⁷ *	5,3x10 ⁵
	30	Ausência	<1,0x10 ¹ *	>2,5x10 ⁶ *	2,1x10 ³
BCL 5%	0	Ausência	<1,0x10 ¹ *	2,5x10 ⁴	2,7x10 ³
	8	Nr	Nr	1,7x10 ⁴	1,3x10 ⁴
	15	Nr	Nr	7,9x10 ⁵	3,7x10 ⁵
	22	Nr	Nr	2,7x10 ⁵	5,7x10 ⁵
	30	Ausência	<1,0x10 ¹ *	>2,5x10 ⁶ *	3,3x10 ⁵

*Estimado. Nr – não realizado

Legenda: BC: Bebida de coco verde sem limão; BCL 1%: Bebida de coco verde com 1% de limão; BCL 2,5%: Bebida de coco verde com 2,5% de limão; BCL 5%: Bebida de coco verde com 5% de limão

Por outro lado, verificou-se crescimento de bactérias aeróbicas mesófilas e fungos filamentosos e leveduras, sendo verificado, inclusive, estufamento das embalagens em

decorrência da produção de gás, além de alteração no aroma da bebida sem limão, após 30 dias. Ou seja, nas condições utilizadas não se obteve uma bebida estável e segura para o consumo.

Características físico-químicas

Na Tabela 29 pode-se observar que os parâmetros físico-químicos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) durante o processamento.

Tabela 29: Características físico-químicas das bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizada, adicionada de limão, durante o armazenamento refrigerado por 30 dias.

Amostra	Tempo (dias)	pH	Parâmetro		
			Acidez titulável g (ácido cítrico.100g ⁻¹)	Sólidos Solúveis (°Brix)	Sólidos Totais (g.100 g ⁻¹)
BC	0	5,09 ^e	0,06 ^b	5,72 ^a	3,73 ± 0,03
	8	5,16 ^d	0,05 ^c	5,68 ^{ab}	
	15	5,25 ^c	0,09 ^c	5,65 ^b	
	22	5,32 ^b	0,09 ^c	5,60 ^c	
	30	5,45 ^a	0,09 ^c	5,60 ^c	
BCL 1%	0	4,47 ^e	0,13 ^b	5,90 ^a	4,19 ± 0,06
	8	4,54 ^d	0,13 ^b	5,83 ^b	
	15	4,62 ^c	0,13 ^c	5,80 ^b	
	22	4,90 ^b	0,13 ^b	5,80 ^b	
	30	4,96 ^a	0,16 ^a	5,80 ^b	
BCL2,5%	0	4,16 ^e	0,23 ^a	6,25 ^a	5,16 ± 0,15
	8	4,22 ^d	0,23 ^{ab}	6,23 ^{ab}	
	15	4,31 ^c	0,23 ^a	6,23 ^{ab}	
	22	4,43 ^b	0,23 ^d	6,20 ^b	
	30	4,59 ^a	0,23 ^b	6,20 ^b	
BCL5%	0	3,92 ^d	0,36 ^c	6,53 ^a	5,98 ± 0,08
	8	3,98 ^c	0,38 ^c	6,50 ^a	
	15	4,03 ^b	0,39 ^b	6,40 ^b	
	22	4,05 ^b	0,39 ^b	6,40 ^b	
	30	4,10 ^a	0,40 ^a	6,40 ^b	

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).
 Legenda: BC: Bebida de coco verde sem limão; BCL 1%: Bebida de coco verde com 1% de limão; BCL 2,5%: Bebida de coco verde com 2,5% de limão; BCL 5%: Bebida de coco verde com 5% de limão

O pH diferiu significativamente durante o tempo de armazenamento para todas as amostras, aumentando marginalmente a partir do 8º dia. Em alguns casos, esta diferença estatística foi baixa, e podem ser consideradas irrelevantes do ponto de vista físico-químico. Isto ocorre devido ao baixo erro analítico inerente ao método instrumental não se constituindo em uma alteração perceptível nas características originais do produto.

Tanto a água quanto a polpa de coco verde possuem baixa acidez, sendo mais susceptíveis à proliferação de bactérias patogênicas (CERESER et al., 2008). Assim, a adição do limão na bebida de coco verde teve como objetivo reduzir o pH, melhorando a segurança microbiológica da bebida, o que não foi verificado.

Atividade enzimática

Os valores de atividade enzimática das bebidas estão apresentados na Tabela 30. Pode-se observar que, durante o armazenamento, a atividade da peroxidase diferiu significativamente ($p < 0,05$) para todas amostras avaliadas.

Ela apresentou o mesmo comportamento já observado nos demais estudos de estabilidade, com maior ação quando comparada à polifenoloxidase. A adição do limão auxiliou na inibição enzimática, pois a adição de 5% de limão promoveu uma redução na ação da peroxidase quando comparada com a bebida sem limão.

Tabela 30: Atividade enzimática das bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizada, adicionada de limão, durante o armazenamento refrigerado por 30 dias.

Amostra	Tempo (dias)	Parâmetro	
		Polifenoloxidase (U.mL ⁻¹)	Peroxidase (U.mL ⁻¹)
BC	0	5,60 ^b	57,40 ^e
	8	5,93 ^b	59,53 ^d
	15	6,00 ^b	61,40 ^c
	22	6,07 ^{ab}	65,27 ^b
	30	6,60 ^a	68,80 ^a
BCL 1%	0	5,20 ^b	56,87 ^c
	8	5,27 ^b	58,33 ^b
	15	5,33 ^b	59,33 ^b
	22	5,40 ^b	61,77 ^a
	30	6,47 ^a	62,73 ^a
BCL2,5%	0	3,20 ^{ab}	51,80 ^c
	8	3,07 ^b	52,73 ^c
	15	3,47 ^{ab}	52,27 ^c
	22	3,53 ^{ab}	54,73 ^b
	30	3,67 ^a	57,27 ^a
BCL5%	0	2,67 ^a	47,00 ^c
	8	3,00 ^a	46,20 ^c
	15	3,27 ^a	47,33 ^c
	22	3,20 ^a	49,47 ^b
	30	3,47 ^a	54,33 ^a

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).
 Legenda: BC: Bebida de coco verde sem limão; BCL 1%: Bebida de coco verde com 1% de limão; BCL 2,5%: Bebida de coco verde com 2,5% de limão; BCL 5%: Bebida de coco verde com 5% de limão

Como se pode observar na Tabela 31 todos os parâmetros de cor instrumental apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre si.

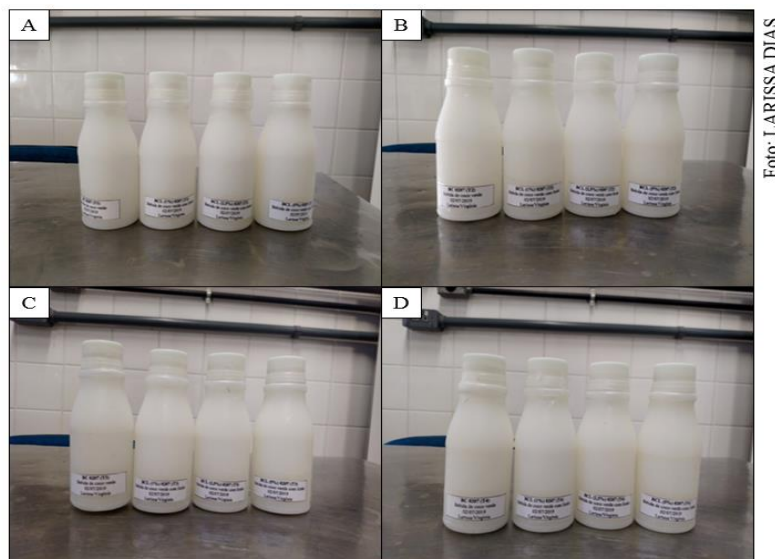
Na Figura 24 estão as fotos das bebidas durante o estudo da estabilidade. Nestas não se percebe visualmente o aparecimento da coloração rosada. Entretanto, realizando-se a comparação dos parâmetros de cor em função do tempo pode-se afirmar que a bebida com percentual de 5% de limão foi a que apresentou as melhores repostas de preservação de coloração, pois obteve o menor ΔE com valor entre 0,55 e 4,02 e o maior valor de luminosidade com L^* variando de 65,24 a 69,26 sendo mais próximo ao índice de branco. Estes resultados indicam que a maior quantidade de limão, ou seja, de ácido cítrico presente, reduziu a velocidade da reação de escurecimento (REIS, 2007).

Tabela 31: Cor instrumental das bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizada, adicionada de limão, durante o armazenamento refrigerado por 30 dias.

Amostra	Tempo (dias)	Parâmetro			ΔE^*
		a^*	b^*	L^*	
BC	0	-1,24 ^d	-3,11 ^d	60,31 ^d	0,00 ^d
	8	-1,21 ^c	-2,80 ^c	61,98 ^c	1,70 ^c
	15	-1,34 ^e	-2,68 ^b	65,60 ^a	5,31 ^a
	22	-1,02 ^a	-2,60 ^a	65,52 ^a	5,24 ^a
	30	-1,13 ^b	-2,77 ^c	64,74 ^b	4,45 ^b
BCL 1%	0	-1,43 ^c	-2,77 ^d	62,50 ^e	0,00 ^e
	8	-1,47 ^d	-2,52 ^c	64,45 ^c	1,97 ^c
	15	-1,60 ^e	-2,33 ^a	68,71 ^a	6,24 ^a
	22	-1,32 ^b	-2,41 ^b	66,56 ^b	4,08 ^b
	30	-1,21 ^a	-2,76 ^d	64,09 ^d	1,61 ^d
BCL2,5%	0	-1,58 ^d	-2,21 ^b	64,16 ^d	0,00 ^d
	8	-1,56 ^c	-1,76 ^a	65,80 ^b	1,70 ^b
	15	-1,65 ^e	-2,20 ^b	68,61 ^a	4,45 ^a
	22	-1,33 ^a	-2,20 ^b	65,83 ^b	1,69 ^b
	30	-1,43 ^b	-2,44 ^c	65,56 ^c	1,43 ^c
BCL5%	0	-1,78 ^c	-1,07 ^a	65,24 ^e	0,00 ^e
	8	-1,81 ^d	-1,05 ^a	65,79 ^c	0,55 ^d
	15	-1,85 ^e	-1,30 ^b	69,26 ^a	4,02 ^a
	22	-1,24 ^a	-2,21 ^d	66,64 ^b	1,89 ^b
	30	-1,51 ^b	-2,04 ^c	65,51 ^d	1,04 ^c

Médias com letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).
 Legenda: BC: Bebida de coco verde sem limão; BCL 1%: Bebida de coco verde com 1% de limão; BCL 2,5%: Bebida de coco verde com 2,5% de limão; BCL 5%: Bebida de coco verde com 5% de limão

Figura 24: Bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizada, adicionada de limão, durante o armazenamento refrigerado por 30 dias. (A) 8 dias; (B) 15 dias; (C) 22 dias e (D) 30 dias.



5.3.2.2 Estudo da estabilidade da bebida de água e polpa de coco verde com limão pasteurizada

Características físico-químicas e atividade enzimática

Selecionou-se a bebida de coco verde com percentual de 2,5% de limão para ser submetida à pasteurização e posteriormente armazenada sob refrigeração a 7 °C para avaliar a sua estabilidade.

Na Tabela 32 são apresentados os resultados das características físico-químicas e enzimáticas das amostras. Os valores de pH das bebidas *in natura* e pasteurizada não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) durante os 15 dias de armazenamento. O teor de sólidos solúveis, por sua vez, apresentou pequena variação durante o armazenamento apenas na amostra pasteurizada.

A atividade enzimática da polifenoloxidase das duas amostras não variou ($p < 0,05$) durante o armazenamento. Entretanto, verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os dois tipos de amostra (*in natura* e pasteurizada) após 15 dias, o que pode estar relacionado à pasteurização que promove uma redução da ação enzimática, mas não suficiente para total inativação das enzimas, como relatado anteriormente nos estudos de estabilidade da polpa de coco verde.

Tabela 32: Características físico-químicas e microbiológicas da bebida de água e polpa de coco verde com e sem pasteurização, adicionada delimão, durante o armazenamento refrigerado por 15 dias.

Amostra/ Parâmetro	<i>In natura</i>		Pasteurizada	
	0 dias	15 dias	0 dias	15 dias
pH	4,25 ^a	4,29 ^a	4,31 ^a	4,46 ^a
Acidez titulável g (ácido cítrico.100 g ⁻¹)	0,22 ^c	0,22 ^c	0,23 ^a	0,23 ^b
Sólidos Solúveis (°Brix)	6,17 ^{bc}	6,15 ^c	6,28 ^a	6,21 ^b
Polifenoloxidase (U.mL ⁻¹)	3,33 ^{ab}	4,13 ^a	2,20 ^c	2,80 ^{bc}
Peroxidase (U.mL ⁻¹)	55,27 ^b	59,33 ^a	49,60 ^d	52,73 ^c

Dados referentes à média da triplicata ± desvio padrão. Letras iguais na mesma linha, não diferem entre si significativamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Na Tabela 33 estão apresentados os parâmetros microbiológicos da bebida de água e polpa de coco verde pasteurizada.

Tabela 33: Qualidade microbiológica da bebida de água e polpa de coco verde com limão antes e após a pasteurização.

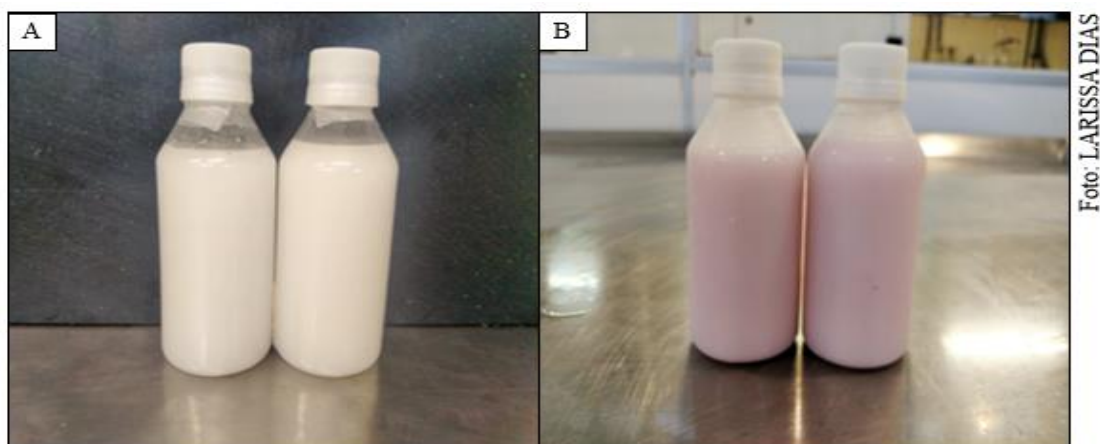
Amostra/ Parâmetro	<i>In natura</i>	Pasteurizada
	0 dias	0 dias
Coliformes a 45 °C (NMP/ml)	<1,0x10 ¹ *	<1,0x10 ¹ *
Bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g) *	3,5x10 ⁵	4,8x10 ⁴
Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)	9,0x10 ³	<1,0x10 ¹ *
Bactérias lácticas (UFC/g)	9,4x10 ⁴	1,5x10 ¹ *
<i>Salmonella spp.</i> (Ausência em 25g)	Ausência	Ausência

*Estimado.

As bebidas apresentaram ausência de *Salmonella spp.* e de coliformes a 45 °C no tempo inicial, confirmando a eficiência no controle higiênico sanitário do processamento, de acordo com os padrões exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2001).

Entretanto o estudo da estabilidade previsto para 30 dias foi interrompido com 15 dias, quando foram observadas diferenças visuais na coloração das amostras, (Figuras 25A e B). Este resultado indicou que o tratamento térmico e a adição de limão simultaneamente não foram suficientes para manter a estabilidade do produto.

Figura 25: Bebida de água e polpa de coco verde com limão *in natura* e pasteurizada no tempo zero (A) e após 15 dias (B) de armazenamento refrigerado.



5.3.3 Composição centesimal e em minerais das bebidas de água e polpa de coco verde

Na Tabela 34 encontram-se os resultados referentes à composição centesimal da bebida de coco verde com e sem limão.

Os valores encontrados estão dentro da faixa esperada para produtos à base de frutas, sendo as bebidas compostas principalmente por carboidratos. Apesar da polpa de coco verde conter um teor relevante de lipídeos ($4,46 \pm 0,02 \text{ g.100 g}^{-1}$), como citado no item 5.2.1, o baixo percentual de polpa usado na formulação contribuiu para o baixo teor de lipídeos encontrado nas duas formulações das bebidas, o que acarreta em menores chances de oxidação e melhores níveis de palatabilidade, caso seja submetida a testes de aceitação sensorial.

Tabela 34: Composição centesimal das bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizadas, com e sem limão.

Parâmetro	Bebida de coco	Bebida de coco com limão
Umidade (g.100g^{-1})	$93,21 \pm 0,07$	$92,89 \pm 0,04$
Carboidrato (g.100g^{-1}) *	$4,77 \pm 0,00$	$4,42 \pm 0,00$
Proteína (g.100g^{-1})	$0,29 \pm 0,00$	$0,23 \pm 0,00$
Lipídeos (g.100g^{-1})	$1,05 \pm 0,06$	$1,26 \pm 0,11$
Fibra alimentar (g.100g^{-1})	$0,23 \pm 0,00$	$0,77 \pm 0,00$
Cinzas (g.100g^{-1})	$0,45 \pm 0,02$	$0,43 \pm 0,04$
Valor calórico (kcal.100g^{-1})	28,74	29,18

Dados referentes à média da triplicata \pm desvio padrão.

Para a água de coco o teor de lipídios no 6º e 7º mês é praticamente insignificante. Segundo Tavares et al. (1998), o conteúdo de lipídios em frutos com 5, 6 e 7 meses de idade

varia de 0,3 a 0,6; 1,6 a 2,2 e 1,1 a 2,7 mg.100g⁻¹ de polpa, respectivamente. Após o 8º mês existe um aumento considerável nos teores de gorduras, onde a água pode tornar-se opaca e o metabolismo intenso fazer com que a mesma adquira um sabor diferente.

O valor calórico para as bebidas com e sem limão foram baixos, enquadrando-se como bebidas com potencial nutricional e atendendo à crescente busca da população por produtos mais saudáveis e com menos calorias.

Na Tabela 35 apresenta-se a composição em minerais das duas bebidas de coco verde avaliadas.

Como a bebida é composta de 80% de água de coco, utilizou-se os dados dessa matéria-prima para comparação de teores de minerais das bebidas desenvolvidas neste trabalho. Além de açúcares, a água-de-coco possui proteínas, vitaminas (ácido ascórbico, ácido nicotínico, biotina, riboflavina e ácido fólico) e minerais tais como: Na, Ca, Fe, K, Mg e P (ROSA; ABREU, 2000).

Tabela 35: Composição em minerais das bebidas de água e polpa de coco verde não pasteurizadas, com e sem limão.

Parâmetro	Bebida de coco (mg.100 g⁻¹)	Bebida de coco com limão (mg.100 g⁻¹)
Sódio	3,58 ± 0,79	3,78 ± 0,29
Potássio	219,29 ± 18,51	225,29 ± 27,00
Magnésio	10,26 ± 1,06	11,11 ± 0,45
Cálcio	22,81 ± 1,30	23,77 ± 3,79
Manganês	0,39 ± 0,05	0,43 ± 0,04
Ferro	0,10 ± 0,08	0,103 ± 0,03
Zinco	0,15 ± 0,15	0,124 ± 0,02
Cobre	0,22 ± 0,03	0,163 ± 0,04
Fósforo	9,98 ± 0,31	10,08 ± 0,55

Dados referentes à média da triplicata ± desvio padrão.

A água de coco é rica em minerais, independentemente da idade do fruto, entretanto podem ocorrer pequenas variações com o amadurecimento. As concentrações de fósforo, potássio e de sódio na água de coco aumentam com o amadurecimento do fruto enquanto que o cálcio e o magnésio diminuem (TAVARES et al., 1998).

O principal mineral na água de coco é o potássio, que corresponde a 2/3 do total de minerais da água. Este mineral foi também o majoritário tanto para a bebida de água e polpa de coco verde (219,29 mg.100g⁻¹) como para a bebida com adição de limão (225,29 mg.100g⁻¹).

O sódio esteve na faixa de $3,58 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a $3,78 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para as bebidas sem e com limão, respectivamente. Maciel *et al.* (1992) encontraram valores de $38,8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, para a água de coco pura da variedade anão com sete meses, valor que pode ser atribuído às diferenças nas proporções de matérias-primas utilizadas e ao estágio de maturação.

O teor de cálcio na água de coco diminui ligeiramente com o aumento da idade do coco, porém com valores ainda maiores que o teor de sódio em vários estádios de amadurecimento (RESENDE, 2007), como percebido neste estudo, onde os teores de cálcio foram de $22,81 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para a bebida de coco e de $23,77 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para a bebida de coco com limão.

Os teores de fósforo, magnésio e ferro diminuem e o de cobre se mantém constante na água de coco com o amadurecimento do fruto (RESENDE, 2007).

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, estando associado à formação de tecidos, crescimento, reprodução e metabolismo de carboidratos e lipídeos. (MAHAM; ESCOTT-STUMP, 2010).

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que o albúmen sólido do coco verde apresentou características físicas químicas e de composição centesimal dentro dos limites esperados. Onde o binômio de 80°C/2 minutos foi o mais adequado para a pasteurização do albúmen e preservação do mesmo, associado ao congelamento. O albúmen manteve-se estável e apto para consumo durante seis meses de armazenamento. Houve preservação das características de cor e os parâmetros microbiológicos mantiveram-se dentro dos valores preconizados. A bebida formulada com 80% de água e 20% de polpa de coco apresentou índice de aceitação sensorial de 78,8%. No quesito estabilidade das bebidas pasteurizadas, observou-se que os parâmetros microbiológicos foram satisfatórios, entretanto a preservação da coloração não foi efetiva. Enquanto as bebidas que não foram submetidas ao tratamento térmico apresentaram crescimento microbiano, entretanto com uma boa resposta para a preservação da cor, principalmente as que apresentavam maiores percentuais de limão.

Portanto, o albúmen sólido do coco verde tratado termicamente, possui um mercado bastante promissor, devido às suas propriedades nutricionais e aceitação sensorial, garantindo lugar juntamente com outros produtos já estabelecidos, como o leite de coco, coco ralado, dentre outros derivados, enquanto que as bebidas ainda necessitam de ajustes no processo de conservação.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Realizar o balanço de massa do aproveitamento do albúmen sólido do coco verde;
- Estudar outros métodos para inativação enzimática das enzimas presente no coco verde;
- Avaliar outros métodos para conservação e estabilidade sensorial da bebida de coco verde, como tratamento térmico com micro-ondas, ultrassom, filtração com membranas, dentre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. F. **Avaliação e adaptação de sistema asséptico para obtenção de água de coco (Cocos nucifera L.) acondicionada em embalagens plásticas.** 2005. 219 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

ABREU, L. F.; FARIA, J.A.F. Influência da temperatura e do ácido ascórbico sobre a estabilidade físico-química e atividade enzimática da água de coco (Cocos nucifera L.) acondicionada assepticamente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, p. 226-232, abr./jun. 2007.

AGROSTAT - **Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro.** Exportação e importação. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 16 out. 2018.

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

AOAC. **Official Methods of Analysis.** Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemist, 2000.

AOAC. **Official Methods of Analysis.** Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemist, 2001.

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.

AOCS - **American Oil Chemists' Society.** Official methods and recommended practices. 6.ed. Champaign: AOCS, 2009. 1200p.

APHA. **Compendium of methods for microbiological examination of foods.** 4. ed. Washington, 2001.

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

ARAGÃO, W. M. **A importância do coqueiro anão verde.** Embrapa: [s.n.], 2000. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2000/artigo.2004-12-07.2461636373/>>. Acesso em: 21. jun. 2018.

ARAGÃO, W.M.; CRUZ, E.M.O.; HELVÉCIO, J. S. Caracterização morfológica do fruto e química da água de coco em cultivares de coqueiro-anão. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 13, n. 2, p. 49 - 58, 2001.

ARAGÃO, W.M.; CRUZ, E.M.O.; HELVÉCIO, J. S. Caracterização morfológica do fruto e química da água de coco em cultivares de coqueiro-anão. **Agrotropica**, Ilhéus, v. 13, n. 2, p. 49 - 58, 2001.

AROUCHA, E. M. M; VIANNI, R. **Determinação de ácido ascórbico na água-de-coco (Cocos nucifera L.) por cromatografia líquida e pelo método titulométrico.** Revista Ceres, Viçosa/MG, v. 49, n. 283, p.245-251, 2002.

ASSIS, J.S.; RESENDE, J.M.; SILVA, F.O.; SANTOS, C.R.; NUNES, F. **Técnicas para colheita e pós-colheita do coco verde.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 6 p. il.(Embrapa Semi-Árido. Comunicado Técnico, 95).

AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos.** 2. ed. Brasília:Embrapa, 2012.

AWUA, A. K.; DOE, E.D., AGYARE, R. Exploring the influence of sterilisation and storage on some physicochemical properties of coconut (Cocos nucifera L.) water. **Biomed Central**, London, v. 4, p. 451-459, 2011.

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

BITENCOURT, D.V.; PEDROTTI, A. **Usos da casca de coco:** Estudo da viabilidade de implantação de usina de beneficiamento de fibra de coco em Sergipe. Revista Fapese Vol. 4, n.2, p.113-114, 2008.

BRAINER, Maria. *In*: BRAINER, MARIA. **Produção de coco: o Nordeste é destaque nacional.** 61. Caderno Setorial Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste ETENE, DEZ 2018. *E-book*.

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. **Instrução Normativa n. 27, de 22 de julho de 2009.**Estabelece os procedimentos mínimos de controle higiênico-sanitário, padrões de identidade e características mínimas de qualidade gerais para a água de coco. Disponível em: www.ivegetal.com.br. Acesso em: 20/05/19.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada – **RDC Nº 54, de 12 de novembro de 2012.** Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864. Acesso em: 10 jul. 2019.

- CABRAL, L. M. C. Estabilização da água de coco verde por meio de filtração com membranas. In: ARAGÃO, W.M. **Coco Pós-colheita**. Brasília: Embrapa, 2002. Cap. 7, p. 54-57 (Informação Tecnológica).
- CALVETTE, Y. M. A. **Enzimas da água de coco**: caracterização da peroxidase e uso de alta pressão hidrostática para inativação das enzimas deteriorantes. 2007. 190f. Tese (Doutorado em Química Biológica) □ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- CAMPOS, C. F.; SOUZA, P. E. A.; COELHO, J. V.; GLÓRIA, M. M. B. A .Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation on flavor quality of green coconut water. **Journal Food Processing Preservation**, College Park , v. 20, n. 6, p. 487- 500, 1996.
- CARANDANG,E.V. Health benefits of virgin coconut oil explained. **Philippine Journal of Coconut Studies**. Manila, v.31, n1, June, 2006.
- 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, 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.
- 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.
- CERF, O. **Aseptic processing in the food industry – statical controlo of UHT milk**. In: Reuther, H. Aseptic Packaging of food. Hamburg : Technomic, 1988. Cap. 6.2, p 244-257.
- CHARLOET, H. C. O.; CASTOLDI, R.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T. **Desempenho de híbridos de melão rendilhado cultivados em Substrato**.Revista Científica, v.37, n.1, p.16 - 21, 2009.
- CHOWDHURY, M. M.; AZIZ, M. G.; UDDIN, M. B. Development of Shelf-stable Ready-to-serve Green Coconut Water. **Biotechnology**, v. 2, p. 121-125, 2005.
- CTENAS, M. L .B. et al. **Frutas das Terras Brasileiras**. São Paulo: C2, 2000, p. 99-103.
- CUENCA, M. A. G. Aspectos da comercialização e mercados do coco. In: **Sistema de produção para a cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 63p. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br>.
- CURSINO, M. M. et al. Contribuição à industrialização da água de coco (Cocos nucifera) verde. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15., 1996, Poços de Caldas. **Anais...**Poços de Caldas: SBCTA, 1996.
- DATAMARK. **Água de coco e chá pronto para beber ganham espaço**. 2016. Disponível em: <http://datamark.com.br/noticias/2016/4/agua-de-coco-e-cha-pronto-para-beber-ganham-espaço>. Acesso em: 23 fev.2019.

DEBIEN, I. C.N. **Produção de água de coco (Cocos nucifera) utilizando membranas de micro e ultrafiltração de celulose, PES e PVDF**. 2010. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

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

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2007. p. 27-33.

DOJCSAR, T.P., RIGON, T.B., SANTOS, L.C., DITCHFIELD, C. Simpósio internacional de iniciação científica da universidade de São Paulo, 20., 2012, São Paulo. **Anais [...]**. Brasil: USP, 2012. 3 p. v. 20. *E-book*. Inativação térmica da polifenoloxidase e peroxidase na polpa de coco verde (*Cocos nucifera* Linn.)"

DUARTE, A. C. P.; RODRIGUES, S. L. C.; COELHO, M. A. Z.; LEITE, S. G. F. Separação das enzimas peroxidase e tirosinase na água de coco por HPLC. In: **Anais do III Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos**, Campinas, 2000. Livro de Resumos. p. 73.

DUARTE, A. C. P., COELHO, M. A. Z., LEITE, S. G. F. Identification of peroxidase and Tyrosinase in Green Coconut Water. **Cienciay Tecnologia Alimentaria**, Ourense, v.3, n. 5, p. 266-270, 2002.

DUTCOSKY, S. **Análise Sensorial de Alimentos**. 4 ed Curitiba:Ed. Champagnat, 2013.

ENDO, E. et al. **Uso de filmes ativos na conservação da batata minimamente processada**. Semina: Ciências Agrárias. Londrina, vol.19, n 02 :349-360, abr/jun. 2008.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo. Atheneu. 2005.

FAOSTAT. **Production. Crops. Coconut**, 2016. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 16 out. 2018.

FAOSTAT - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. World Production. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>. Acesso em: 16 out. 2018.

FEITOSA, M. K. de S. B.; SILVA, J. N.; SANTOS, M. L. dos; NUNES, M. S.; SOUSA, S. de F. **Avaliação sensorial de iogurte sabor coco adoçado com açúcar e com mel**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Tecnologia CENTEC, Cariri, 2010.

FELLOWS, P. **Food processing technology: principles and practice**. 2nd ed. Boca Raton: Woodhead publishing Ltda e CRC Press LLC, 2000. 575 p.

FERREIRA, J. M. S; WARWICK, D. R. N; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2 ed. Brasília: Embrapa-CPATC, 1998. 292p.

FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, J. S. de; FOLEGATTI, M. V.; GHEYI, H. R.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F. Qualidade do fruto do coqueiro anão verde em

função de nitrogênio e potássio na fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 453-458, set./out. 2007.

FONTENELE, Raimundo Eduardo Silveira. **Cultura do Coco no Brasil: Caracterização do Mercado atual e Perspectivas Futuras**, 2005. XLIII Congresso da SOBER. Disponível em: Acesso em: 20 de set. de 2018.

FORNARI JUNIOR, C. C. M. Aplicação da ferramenta da qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no desenvolvimento de pesquisa para a reutilização dos resíduos sólidos de coco verde. **Revista INGEPRO**, v. 2, n. 9, p. 104-112, set. 2010.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2003.

GAVA, A. J. **Princípio de Tecnologia de Alimentos**. (1998). São Paulo: Nobel, 1ª Ed., 242 p.

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

IMAIZUMI, V. M. et al. Análise físico-química e energética de água de coco in natura e industrializada. **Energia na agricultura**, v. 31, n. 3, p. 298-304, 2016.

KAJI, C. I.; SISLIAN, P., PAVÃO, V.S. Aplicação de Polpa de Coco Verde em Pão de Forma. **Revista Cerealtec**, v.2, n.7, 2011.

KANZAWA, C.Y., DITCHFIELD, C. **Propriedades físico-químicas e microbiológicas da polpa de coco verde (Cocos nucifera Linn.)** 18º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo, 2010, São Paulo. [...]. São Paulo: USP, 2010.

KLUGE, R.A., NACHTIGAL, J.C., FACHINELLO, J.C., BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Livraria e Editora Rural Ltda. Campinas-SP, Brasil. 2 ed. 214p. 2002.

LADEROZA, M.; BALDINI, V.L.S. **Ênzimos e a qualidade de vegetais processados**. Campinas: ITAL, 1991. 58p. (Manual Técnico)

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. (2sd ed). New York: Springer. 2010.

LOPES, L. C. **Controle metrológico da cor aplicado à estamperia digital de materiais têxteis**. 2009. 142 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia, Qualidade e Inovação) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

MACDOUGALL, D. B. **Colour in food**. New York: CRC Press, 2002.

MAGALHÃES, M. P.; GOMES, F. S.; MODESTA, R. C. D.; MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C. Conservação de água de coco verde por filtração com membrana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 72-77, 2005.

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

MAIA, G.A. e CASTRO, F.A. Coco – **Leite e Coco Ralado**. Série Informações Tecnológicas. Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial – NUTEC – Fortaleza, Ceará, n. 13, 1985. 48p.

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

MARQUES, L. M. P. C.; GALLI, V. Água de coco: propriedades nutricionais, funcionais e comercialização. SEMANA DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS, 5. **Anais...** Ponta Grossa, [s.n.], v. 2, n. 1, p. 1-10, 2007.

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).

MARTINS, C. R.; JESUS JUNIOR, L. A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional**: panorama 2010. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 28 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 164). BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio; Secretaria de Comércio Exterior. Comexstat. Disponível em: < <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em: 10 fev. 2019

MARTINS, C. R.; JESUS JÚNIOR, L. A. de. Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional – panorama. **Embrapa Documentos 164**, Aracaju, 164, p. 8-9, jun. 2011.

MATSUI, K.N. et al. Inactivation kinetics of polyphenol oxidase and peroxidase in green coconut water by microwave processing. **Journal of Food Engineering**, [S.l.], v.88, n.2. p.169-176, 2008.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective colour measurements. **Horticultural Science**, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

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.

MEDINA, J.C.; GARCIA, J.L.M.; DE MARTIN, Z.J.; KATO, K.; TERVO, P.; TURRATI, J.M.; SANTOS L.C.dos; SILVA, M.T.C.; CANTO, W.L. do; BICUDO NETO, L.C.; MORETTI, V.A. Coco – da cultura ao processamento e comercialização. **Série Frutas Tropicais 5**. Campinas, ITAL. 1980, 285p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory evaluation techniques. **Boca Raton: CRC Press**, v.2, p. 354, 1991.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3. Ed. Boca Raton, CRC Press, 1999. Cap. 1, p. 1-4, Cap. 9, p. 144-145.

MEHINAGIC, E. et al. Relationship between sensory analysis penetrometry and visible NR spectroscopy of apples belonging to different cultivars. **Food Quality and Preference**, v. 14, n. 5, p-473-484, 2003.

MENEZES, MARINA. **Aproveitamento da polpa de coco verde para produção de gelado comestível**. 2018. 49 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2018. 1 CD-ROM.

MONTEIRO, C.L.B. **Avaliação Sensorial**. 2.ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná - Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, 1984.

MURASAKI-ALIBERTI N.D. et al. Thermal inactivation of polyphenoloxidase and peroxidase in green coconut (*Cocos nucifera*) water. **International Journal of Food Science and Technology**, New Jersey, v. 4, n. 12, p. 2662-2668, 2009.

PENHA, E. M.; CABRAL, L. M. C.; MATTA, V. M. Água de coco. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord). **Bebidas não alcólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher. v. 2. 2010.

PILÓ, F. B.; PEREIRA, N. O.; FREITAS, L. F. D. de, MIRANDA, A. N. D.; CARMO, L. S. do, GOMES, F. de C. O.; NARDI, R. M. D.; ROSA, C. A. Microbiological testing and physical and chemical analysis of reconstituted fruit juices and coconut water. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 4, p. 523-532 out./dez. 2009.

PORTER, M; LINDE, van der. C. **Green and Competitive**. Harvard Business Review, [s.l.], p.120-134, set./out. 1995.

RASO, J.; PAGÁN, R.; CANDÓN, A. Nonthermal technologies in combination with other preservation factors. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; TAPIA, M.S.; CANO, M.P. **Novel food processing technologies**. New York: Crc Press, 2005. Cap. 21, p. 453-475.

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.

RESENDE, J. M. **Revestimentos biodegradáveis para conservação do coco: Anão Verde**. Campinas, SP: [s.n.], 2007.

REIS, F.R. **Efeito dos processos de branqueamento e acidificação sobre a cor e a absorção de gorduras de batatas palha**. Dissertação de Mestrado [Tecnologia de Alimentos], Universidade Federal do Paraná. 2007.

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

ROBINSON, D. S. Peroxidases and catalases in foods. In.: ROBINSON, D. S.; ESKIN, N. A.M. **Oxidative enzymes in foods** . New York: Elsevier Applied Science, 1991. p. 1-45.

ROSA, M. F.; ABREU, F. A. P. **Água de coco - Métodos de Conservação**. Fortaleza: SEBRAE/CE, EMBRAPA, 2000. 42 p.

ROSA, M. F.; ABREU, F.A.P. Processos convencionais de conservação de água de coco.IN: ARAGÃO, W. M. **COCO - Pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. Cap. 6, p. 42-53.

SANTANA, I. A. **Avaliação química e funcional de polpa de coco verde e aplicação em gelado comestível**. 2012. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2012.

SAHARI, M. A.; BOOSTANI, F. M.; HAMIDI, E. Z. Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry. **Food Chem.**, v. 86, n. 3, p. 357-63, 2004.

SCHMIDT, F. L. et al. Boas práticas de fabricação e aplicação do sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle no processamento de água de coco. **Revista Higiene Alimentar**, v. 18, n. 121, p.65-76, 2004.

SENHORAS, E. M. **Oportunidades da Cadeia Agroindustrial do Coco Verde: do coco verde nada se perde, tudo se desfruta**. Revista Urutágua, Maringá, n.5, 2004.snack-like product. In: 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11), Procedia Food Science 1. 1618 – 1627p.

SHIVASHANKAR, S. Biochemical changes during fruit maturation in coconut. **Journal of plantation Crops**, v. 19, n. 2, p. 102-119, 1991.

SILVA, L. R.; BARRETO, N. D. S.; MENDONÇA, V.; BRAGA, T. R. Características físicas e físico-químicas da água de frutos de coqueiro anão verde. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Pombal – PB, v. 07, n. 02: p. 1022-1032, 2013.

SILVA, D. R. N., SERAVALLI, E. A. G. Congresso Nacional de Iniciação Científica, 17º., 2017, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. **Aproveitamento da polpa de coco verde submetida ao armazenamento sob refrigeração e congelamento [...]**. São Paulo: [s. n.], 2017.

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).

SOARES, G.L, DAIUTO, E.R., MENDONÇA, V.Z., VIETES, R.L. Caracterização físico-química de polpa de coco verde submetida ao congelamento lento e rápido. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**, São Paulo, Brasil, v. 03, n. 03, p. 185-190, 7 jul. 2015.

SOUSA, C.R.de. **Avaliação de processo de produção de água de coco (Cocos nucifera) por ultrafiltração e envase asséptico em garrafas de vidro**. 2006. 138p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOUSA, D.A. de; OLIVEIRA, E. de; NOGUEIRA, M. da C.; ESPÓSITO, B.P. **Development of a heavy metal sorption system through the P = S functionalization of coconut (*Cocos nucifera*) fibers.** *Bioresource Technology*, v. 101, p. 138-143, 2010.

SOUSA, I. F.; NETTO, A. O. A.; CAMPECHE, L. F. M. S.; BARROS, A. C.; SILVA, V. de P. R. da; AZEVEDO, P. V. de. Lisímetro de pesagem de grande porte: parte II: consumo hídrico do coqueiro anão verde irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 5, maio 2011.

SREBERNISH, S. M. **Caracterização física e química da água de fruto de coco (*Cocos nucifera*), variedades gigante e híbrido PB-121, visando o desenvolvimento de uma bebida com características próximas às da água de coco.** 1998. 189p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices.** 3a ed. New York: Academic Press, 408 p. 2004.

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: 10 de abril de 2019.

TANGO, J.S. et al. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.17-23, 2004.

TAVARES, M.; CAMPOS, N.C.; NAGATO, L.A.F.; LAMARDO, L.C.A.; INOMATA, E.L.; CARVALHO, M.F.H.; ARAGÃO, W.M. Estudo da composição química da água de coco anão verde em diferentes estágios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16, Rio de Janeiro, 1998. [**Anais...**] Rio de Janeiro, SBCTA, 1998. v. 2, p. 1262-1265 CD-ROM.

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.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M.; BARBETTA, P.A. **Análise sensorial de alimentos.** Florianópolis: Editora da UFSC, 1987

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni (Coord). **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia.** São Paulo: Blucher, 2010. 385p.