



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SAÚDE - CCBS  
DEPARTAMENTO DE FARMÁCIA  
CURSO DE FARMÁCIA**

**EDUARDO EWERTON DIAS SALES**

**FERMENTAÇÃO DE ÁGUA DE COCO SECO (*Cocos nucifera* L.) PARA  
PRODUÇÃO DE AGUARDENTE**

**CAMPINA GRANDE  
2019**

EDUARDO EWERTON DIAS SALES

**FERMENTAÇÃO DE ÁGUA DE COCO SECO (*Cocos nucifera* L.) PARA  
PRODUÇÃO DE AGUARDENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Farmácia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

**Área de concentração:** Bromatologia

**Orientadora:**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Flavia Carolina Alonso Buriti

**Coorientadora:**

Dr.<sup>a</sup> Isanna Menezes Florêncio

**CAMPINA GRANDE  
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S163f Sales, Eduardo Ewerton Dias.  
Fermentação da água de coco seco (*Cocos nucifera* L.)  
para produção de aguardente [manuscrito] / Eduardo Ewerton  
Dias Sales. - 2019.  
34 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em  
Farmácia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de  
Ciências Biológicas e da Saúde , 2019.  
"Orientação : Profa. Dra. Flávia Carolina Alonso Buriti ,  
Departamento de Farmácia - CCBS."  
"Coorientação: Profa. Dra. Isanna Menezes Florêncio ,  
Departamento de Química - CCT."  
1. Aguardente de fruta. 2. Fermentação alcoólica. 3.  
Destilação. 4. Aproveitamento de subproduto. I. Título  
21. ed. CDD 663.16

EDUARDO EWERTON DIAS SALES

**FERMENTAÇÃO DE ÁGUA DE COCO SECO (*Cocos nucifera* L.) PARA  
PRODUÇÃO DE AGUARDENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Farmácia da  
Universidade Estadual da Paraíba, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Farmácia.

**Área de concentração:** Bromatologia

Aprovado em: 10/12/2019.

**BANCA EXAMINADORA**

Flávia Carolina Alonso Buriti  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Flávia Carolina Alonso Buriti (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Pablícia Oliveira Galdino  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Pablícia Oliveira Galdino  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Eliane Rolim Florentino  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliane Rolim Florentino  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

A minha mãe, pela dedicação,  
companheirismo e amor, DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Maria Neide Dias e Jose Eduardo Araújo Sales que sempre me mostraram o caminho de uma boa educação e sempre se dedicaram para que eu a tivesse.

Ao meu irmão Diego Isaias Dias Marques que sempre me apoiou e me deu suporte para seguir em frente durante toda minha carreira escolar e acadêmica, sendo meu exemplo o tempo todo.

À minha namorada Laryssa Alves da Silva por sempre me dar força para seguir em frente e me apoiar durante todo o curso, sempre fornecendo conselhos para que pudesse ter uma boa carreira acadêmica.

Aos professores do Curso de farmácia da UEPB, em especial, Flavia Carolina Alonso Buriti, minha orientadora, e aos demais que contribuíram ao longo de cinco anos, por meio das disciplinas e debates, para a minha formação acadêmica.

À minha coorientadora Isanna Menezes Florêncio por me ensinar e auxiliar durante toda a pesquisa.

À equipe do Laboratório de Bebidas da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), Campus de Bananeiras, em especial ao técnico Luiz Fernando, pelo auxílio na etapa de destilação da aguardente do presente estudo.

Aos colegas de classe pelos momentos de amizade e apoio. Agradecimento especial aos colegas Beatriz Farias, Renan Silva e Carla Silva, por sempre me apoiarem e me ajudarem durante todo o curso.

Aos meus amigos Jailton Ventura, João Pedro, por sempre me dar força e me ajudar. Ao meu amigo Erivan Júnior, por me ajudar durante a pesquisa.

## RESUMO

O coco é uma fruta que possui grande importância social e econômica no Brasil pela geração de emprego e mão de obra durante o ano inteiro. Dentre os diversos produtos derivados desse fruto destacam-se farinhas, óleos, e principalmente a água do coco verde, uma das bebidas mais populares do país, considerada uma bebida saudável por ser rica em minerais, vitaminas e enzimas, além de possuir propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes. O mercado da água do coco verde é crescente, porém a água do coco seco possui qualidades sensoriais inferiores devido ao tempo de maturação do fruto e, dessa forma, é desagradável ao paladar da população brasileira, sendo um resíduo gerado pelas agroindústrias do coco. Com o objetivo de realizar o aproveitamento da água do coco seco, o presente estudo propôs a obtenção da aguardente utilizando esse resíduo, uma vez que as bebidas destiladas de frutas têm crescido no mercado. No presente estudo a aguardente foi produzida através do mosto obtido a partir da fermentação da água do coco seco com *Saccharomyces cerevisiae* (50, 75 e 100 g/L) e adição de sacarose (100, 120 e 140 g/L) utilizando, em princípio, o planejamento fatorial  $2^3$ , com 3 pontos centrais, posteriormente expandido para a configuração estrela (87,57 e 172,43 g/L de sacarose e 38,65 e 110,35 g/L de *S. cerevisiae*), totalizando 11 ensaios, de modo a alcançar 95% de significância do modelo. O processo fermentativo teve duração de 24 horas e foi estudada a interferência da quantidade de inóculo e de sacarose nas propriedades físico-químicas sólidos solúveis (°Brix), pH e produção de etanol no mosto. O ensaio escolhido para a produção de aguardente foi o de número 9, em que o mosto foi produzido com 172,43 g/L de sacarose e 75 g/L de *S. cerevisiae*, alcançando pH médio de 4,23, sólidos solúveis de 8,60 °Brix e grau alcoólico de 18,16 °GL. Após a destilação do mosto do fermentado da água de coco seco do ensaio 9, a fração coração (correspondente a 80% do destilado obtido) apresentou grau alcóolico dentro do permitido pela legislação brasileira para a produção de aguardente, alcançando teor alcoólico entre 38 e 54°GL. A produção tanto do fermentado como do destilado de água de coco seco se mostraram alternativas viáveis na utilização da água de coco seco. Mais estudos devem ser realizados para melhor caracterizar o mosto fermentado e a fração coração do destilado, utilizada para a produção industrial de aguardente, bem como trazer alternativas de aproveitamento também das frações cabeça e cauda do destilado.

**Palavras-Chave:** Aproveitamento de subproduto. Aguardente de fruta. Fermentação alcoólica. Planejamento experimental. Destilação.

## ABSTRACT

Coconut is a fruit that has great social and economic importance in Brazil by generating employment and labor throughout the year. Among the various products derived from this fruit, those that stand out are flours, oils, and especially green coconut water, one of the most popular drinks in the country, considered a healthy drink because it is rich in minerals, vitamins and enzymes, and has inflammatory and antioxidant activities. The green coconut water market is growing; however, the dry coconut water has lower sensory qualities due to the maturation time of fruit and, thus, results in an unpleasant taste to the Brazilian population, being a waste generated by the coconut agro-industries. Aiming to make use of dry coconut water, the present study proposed to obtain alcoholic distilled water using this waste, since distilled fruit drinks have grown in the Brazilian market. In the present study, the distilled water was produced by the mash obtained from the fermentation of the dried coconut water with *Saccharomyces cerevisiae* (50, 75 and 100 g/L) and the addition of sucrose (100, 120 and 140 g/L) using, in principle, the  $2^3$  factorial design, with 3 central points, which was later expanded to the central composite design (87.57 and 172.43 g/L sucrose and 38.65 and 110.35 g/L *S. cerevisiae*), totaling 11 experiments to achieve 95% significance of the model. The fermentation process lasted 24 hours and the interference of inoculum and sucrose amount on physicochemical properties of soluble solids (°Brix), pH and ethanol production in the mash was studied. The experiment chosen for the production of the distilled water was the number 9, in which the mash was produced with 172.43 g/L of sucrose and 75 g/L of *S. cerevisiae*, reaching an average pH of 4.23, soluble solids of 8.60 °Brix and alcohol content of 18.16 °GL. After the distillation of the fermented mash from the dried coconut water of the experiment 9, the “heart” fraction (corresponding to 80% of the obtained distillate) presented an alcoholic degree in accordance with the Brazilian regulatory standards for the production of fruits distilled waters, reaching an alcoholic content between 38 and 54°GL. The production of both fermented and distilled products from dry coconut water proved to be viable alternatives for the use of this agro-industrial waste. Further studies should be performed to better characterize the fermented mash and the “heart” fraction of the distillate, used for the industrial production of alcoholic distilled water, as well bring alternatives for the use of the distillate “head” and “tail” fractions.

**Keywords:** By-product upgrading. Alcoholic fermentation. Fruit alcoholic distilled drink. Experimental design. Distillation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Coco verde (A) e o coco seco (B) .....	13
Figura 2 – Esquema das partes estruturais do coco.....	14
Figura 3 – Fluxograma das etapas do estudo até a obtenção da aguardente.....	19
Figura 4 – Preparo da fermentação alcoólica.....	24
Figura 5 – Histograma dos valores de concentração de etanol (°GL) para os experimentos 1 a 11.....	29
Figura 6 – Destilação do vinho obtido a partir da fermentação do mostro da água de coco seco .....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Caracterização físico-química da água-de-coco anão verde com 7 meses de idade.....	15
Tabela 2 –	Valores reais e codificados das variáveis de entrada.....	21
Tabela 3 –	Matriz do planejamento fatorial completo $2^2$ com 3 pontos centrais.....	22
Tabela 4 –	Valores reais e decodificados das variáveis de entrada.....	22
Tabela 5 –	Matriz de planejamento fatorial $2^2 + 3$ pontos centrais + configuração estrela.....	23
Tabela 6 –	Resultado dos parâmetros físico-químicos das amostras de água de coco seco <i>in natura</i> (média $\pm$ desvio-padrão).....	26
Tabela 7 –	Condições dos ensaios realizados antes e após a fermentação (variáveis de entrada e respectivas respostas, média $\pm$ desvio padrão).....	28

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Cultivo de coco no Brasil.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Variedades de coco no Brasil.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b>Partes estruturais do coco e composição da sua água .....</b>	<b>13</b>
2.3.1	Partes estruturais do coco .....	13
2.3.2	Água de coco.....	14
<b>2.4</b>	<b>Produção de aguardente.....</b>	<b>16</b>
2.4.1	Definição.....	16
2.4.2	Fermentação alcoólica.....	16
2.4.3	Destilação.....	18
<b>2.5</b>	<b>Planejamento Experimental.....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Etapas envolvidas no presente estudo .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>Matéria-prima.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3</b>	<b>Análise físico-química da água de coco seco.....</b>	<b>20</b>
3.3.1	Análise de pH.....	20
3.3.2	Determinação de sólidos solúveis totais(°Brix).....	20
<b>3.4</b>	<b>Ensaio de fermentação alcoólica.....</b>	<b>20</b>
3.4.1	Microrganismo.....	20
3.4.2	Chaptalização (correção do açúcar) .....	21
3.4.3	Planejamento experimental.....	21
3.4.4	Fermentação alcoólica.....	23
3.4.5	Teor alcoólico dos ensaios do planejamento experimental.....	24
<b>3.5</b>	<b>Processo de destilação.....</b>	<b>24</b>
	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização físico-química dos experimentos.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2</b>	<b>Amostras obtidas através do planejamento experimental.....</b>	<b>27</b>
<b>4.3</b>	<b>Destilação.....</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de 280 mil hectares cultivados com coqueiro (*Cocos nucifera* L.), distribuídos, praticamente, em quase todo território nacional, com produção equivalente a dois bilhões de frutos. Apesar do cultivo do coqueiro estar sendo estimulado e introduzido em várias regiões do país, as maiores plantações e produção se concentra na faixa litorânea, especialmente no nordeste e parte da região norte, favorecida pelas condições de climáticas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2019).

Dentro desse amplo mercado do coco, existem várias empresas especializadas nesse produto, que o recebem, fazem a seleção, promovem o beneficiamento, transformando esse fruto em diversos produtos como: coco ralado, coco flocos, coco *chips*, coco em fitas, óleo de coco, farinha de coco e ainda a água do coco industrializada.

A água de coco é uma das bebidas mais populares em países tropicais com sabor delicado e único. É considerada uma bebida saudável, pois é rica em vários minerais (cálcio, magnésio e potássio), vitaminas (vitamina B e vitamina C), enzimas com propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes (DEBMANDAL; MANDAL, 2011).

Segundo Brito (2004), o coco para extração de água apresenta uso mais relevante em seu estágio de maturação verde porque a água do coco maduro, ou seco, possui um sabor fraco decorrente das perdas de substâncias durante o processo de maturação. Desta forma, a água do coco seco é considerada um rejeito na indústria de beneficiamento desse fruto, sendo descartada no meio ambiente, gerando um passivo ambiental devido à sua alta demanda bioquímica de oxigênio.

Por outro lado, esse subproduto ainda é muito rico em nutrientes e pode ser reaproveitado gerando produtos de maior valor agregado. Santoso et al. (1996) encontrou no coco seco 5,55% de matéria seca, sendo composta (porcentagem de matéria seca) de 8,42% de cinzas, 9,36% de proteína bruta, 2,67% de lípidos totais e 79,5% de carboidratos. Brito (2004) obteve média de sólidos solúveis de 4,01 °Brix, enquanto que Tavares et al. (1998) obteve variações nos sólidos solúveis do coco em seu 12º segundo mês de maturação entre 3,1 e 7,1 °Brix.

Dessa forma devido ao grande número de produtos obtidos a partir do coco, seja verde ou seco, a quantidade de resíduo gerado pela indústria também teve um

considerável aumento (SEBRAE, 2016). Por não possuir características sensoriais que agradem o seu consumo como bebida, a água de coco seco é, em sua maioria, descartada nas indústrias de processamento desse fruto.

Pelo seu teor de açúcares e por não ser aproveitada, uma alternativa viável para a utilização da água de coco seco seria a produção de aguardente. Dessa forma, esta possibilidade é vista como alternativa para a transformação de um rejeito (água de coco seco) em um produto que pode ser comercializado (aguardente) e gerar recursos adicionais para as indústrias de processamento desse fruto, além de minimizar os danos ao meio ambiente.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo geral avaliar a viabilidade de obtenção de uma aguardente de frutas a partir da fermentação da água do coco seco e da destilação do fermentado obtido. Os objetivos específicos foram: caracterizar a água de coco *in natura*, utilizada como matéria-prima, por meio dos parâmetros pH e sólidos solúveis (°Brix); definir as melhores condições de fermentação utilizando um planejamento experimental com diferentes concentrações de sacarose e do inóculo *Saccharomyces cerevisiae*; avaliar os parâmetros físico-químicos do mosto (pH e °Brix) e do vinho obtido (pH, °Brix e teor alcoólico); realizar a destilação do vinho e obter a graduação alcoólica das frações cabeça, coração e cauda.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Cultivo de coco no Brasil

A espécie do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), segundo Figueira (2012), está situada em mais de 86 países do trópico, com finalidades tanto para consumo *in natura* quanto para fins industriais. A espécie é oriunda de Cabo Verde e foi introduzida pelos portugueses por volta de 1553 no Nordeste do Brasil, onde encontrou condições climáticas favoráveis para o seu crescimento por toda região, estendendo posteriormente para outras regiões do Brasil (ARAGÃO; RIBEIRO; MELO, 2009).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016), no ano de 2001 a produção brasileira de coco chegou a 1,3 bilhões de frutos e nos últimos anos foi registrado um acréscimo dessa produção. A partir de dados do ano de 2016 o rendimento por hectare (ha) foi de 7.979 frutos, em uma área de 231.087 ha plantados, o que correspondeu a 1.8 bilhões de frutos.

Na região do Nordeste predomina o cultivo do coqueiro, onde são encontradas as principais agroindústrias de coco. Em 2009 essa região representou 85% da área colhida (220.259 ha) e 71% da produção brasileira, com 1.364.580 frutos (AGRIANUAL, 2013; LOIOLA, 2014).

A cultura do coco assume importante posição na questão econômica e social do país por ser uma atividade geradora de emprego e mão-de-obra durante o ano todo. O aproveitamento industrial do fruto do coqueiro se dá mediante o processamento do endosperma sólido ou albúmen submetido à secagem (copra) ou fresco, este último mais utilizado no Brasil (FONTENELE, 2005).

No Brasil, o crescimento da comercialização dos produtos obtidos da indústria do coco gera resíduos sólidos como a casca do coco verde e, no caso de processos industriais que envolvem o processamento do coco seco, ocorre o desperdício da água do fruto desidratado por não possuir características sensoriais agradáveis ao público equivalentes à água do coco verde.

De acordo com pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), estima-se que sejam descartados no Brasil cerca de sete milhões de toneladas de coco por ano (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2014).

## 2.2 Variedades de coco no Brasil

No Brasil, o cultivo de coco possui dois segmentos distintos e com finalidades de produção e mercado diferentes: o cultivo e produção do coqueiro destinado ao consumo do coco seco por meio da fabricação de produtos como óleos, farinhas, leite de coco e derivados; e o cultivo e produção de coco fresco ou coco verde na maioria destinado ao consumo do água de coco *in natura*.

As principais diferenças nesses dois segmentos dos frutos é justamente o tempo de maturação de cada na colheita. O coco verde destinado ao mercado de água de coco é colhido ainda imaturo com aproximadamente seis meses de idade, período este em que se inicia a formação do albúmen sólido (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2014).

No caso do coco seco, os frutos geralmente passam pelo dobro de tempo de maturação do coco verde, cerca de 11 a 12 meses e é nessa etapa onde geralmente o albúmen sólido encontra-se totalmente formado (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2014). Na Figura 1 são ilustradas as principais características dos frutos.

Figura 1 – Coco verde (A) e o coco seco (B)



Fonte: Martins e Jesus Júnior (2014).

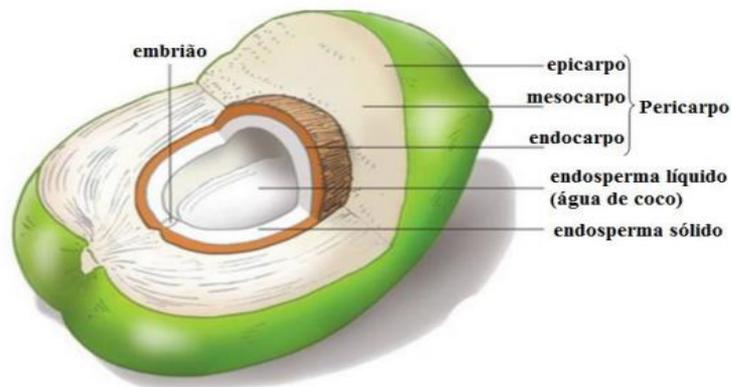
## 2.3 Partes estruturais do coco e composição de sua água

### 2.3.1 Partes estruturais do coco

O esquema da divisão das partes estruturais do coco está ilustrado na Figura 2. O fruto é composto por um exocarpo verde/marrom varia de acordo com o tempo

de maturação da colheita do fruto, associado a um mesocarpo branco, macio e úmido e um endocarpo escuro e rígido (NASCIMENTO, 2016). A água do coco é chamada de endosperma líquido que preenche a cavidade central do fruto.

Figura 2 – Esquema das partes estruturais do coco



Fonte: Nascimento (2016).

### 2.3.2 Água de coco

Por ser uma bebida refrescante e agradável, a água de coco se tornou uma bebida bastante consumida, tanto pelas suas qualidades sensoriais e pelas suas funções nutricionais. Em seu estado natural, a água de coco é estéril, sem presença de microrganismos, sendo utilizada como isotônico natural (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, 2016).

Em sua maioria a água de coco é comercializada a partir da espécie de coco verde, pois é nessa fase que possui maior rendimento da água e o sabor é mais agradável, tendo, portanto, a preferência do consumidor, o que é diferente da água do coco seco, a qual possui características sensoriais menos atraentes que não agrada os consumidores. No entanto, a água de coco verde possui características negativas quanto à perecibilidade por apresentar uma composição rica em açúcares e sais, tornando-se altamente sujeita à contaminação (ROSA; DE ABREU, 2000).

O crescimento e a comercialização da água de coco têm contribuído para o aumento da escala produtiva do produto envasado, o que passou a ser uma tendência natural, estimulando o desenvolvimento de processos que proporcionou estudos e pesquisas que permitem aumentar o *shelf-life* ou vida de prateleira do

produto envasado, desde que os custos e exigências sejam compatíveis com o mercado consumidor.

A água-de-coco apresenta um conteúdo em sais minerais e açúcares, que a torna uma bebida isotônica natural (ROSA; DE ABREU, 2000). A Tabela 1 apresenta dados de análise físico-química da água-de-coco verde.

Tabela 1 – Caracterização físico-química da água-de-coco  
anão verde com 7 meses de idade

<b>Parâmetro</b>	<b>Valores médios</b>
Sacarose (mg/100ml)	280
Glicose (mg/100ml)	2378
Frutose (mg/100ml)	2400
P (mg/100ml)	7,40
Ca (mg/100ml)	17,10
Na (mg/100ml)	7,05
Mg (mg/100ml)	4,77
Mn (mg/100ml)	0,52
Fe (mg/100ml)	0,04
K (mg/100ml)	156,86
Acidez (%v/p)	1,11
Ph	4,91
Sólidos totais (g/100ml)	5,84
Sólidos solúveis (°Brix)	5,00
Vitamina C (mg/100ml)	1,2
Glicídeos totais (g/100g)	3,46
Proteína(mg/100g)	370
Valor calórico (Cal/100g)	27,51

Fonte: Rosa e de Abreu (2000).

Uma vez que as características sensoriais do coco seco tornam menor a aceitação de sua água no mercado consumidor como forma de hidratação, uma forma viável do aproveitamento dessa água se dá pela produção de aguardente.

## **2.4 Produção de aguardente**

### **2.4.1 Definição**

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2011), aguardente de fruta é a bebida com graduação alcoólica de 36 a 54% em volume, a 20 °C, obtida de destilado alcoólico do suco integral, do suco concentrado, ou da polpa, ou pela destilação do mosto fermentado do suco integral, todos da mesma fruta.

#### 2.4.2 Fermentação alcoólica

Fermentação é o processo de transformação de açúcares (sacarose, frutose e glicose) em álcool etílico (etanol) através da ação de microrganismos, o que gera uma grande produção de gás carbônico. Para cada molécula de etanol produzida ocorre a formação de uma molécula de gás carbônico (GONÇALVES, 2017).

O processo fermentativo ocorre através de fatores fundamentais: presença de açúcares, microrganismos capazes de transformar o açúcar em álcool e gás carbônico na ausência de oxigênio (BARBOSA; et al., 2010).

Os microrganismos responsáveis pela fermentação são conhecidos como leveduras e dentre elas, as mais comuns utilizadas para esse tipo de produção é a espécie *Saccharomyces cerevisiae*. As leveduras utilizadas na fermentação alcoólica devem apresentar características como alta tolerância ao etanol e bom rendimento, além de proporcionar uma fermentação rápida a fim de diminuir contaminações (ALVARENGA, 2011).

Segundo Barbosa et al. (2010),. Durante a fermentação alcoólica, as leveduras produzem uma enzima chamada invertase, responsável por hidrolisar a sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) em duas moléculas menores (glicose e frutose) chamadas monossacarídeos, a qual possibilita a formação do etanol (SOUZA, 2009). No entanto, pode-se obter uma maior ou menor quantidade de álcool de acordo com a transformação atingida, gerando um produto de menor ou maior qualidade de acordo com os fatores e agentes que fazem parte dessa transformação.

Geralmente a fermentação alcoólica tem duração média de 24 horas. Ressalta-se que esse tempo pode variar de acordo com as condições da fermentação: temperatura, pH, concentração do pé de cuba e concentrações de açúcares (°Brix) (SILVA, 2019).

Os fatores que indicam o término da fermentação são: diminuição de gás carbônico, redução gradativa da temperatura e diminuição do percentual dos teores de açúcar chegando a zero (CECATO-ANTONINI, 2011).

A Equação 1 demonstra a respiração das leveduras, na qual o açúcar é completamente convertido em gás carbônico e água, reação esta extremamente energética (GOMES et al., 2016).



A Equação 2 demonstra a reação da fermentação alcoólica através da oxidação parcial do açúcar na formação de gás carbônico e etanol. Nesse caso, a reação produz menos energia sendo essencial na produção de aguardente (GOMES et al. 2016).



No fim do processo observa-se a decantação das leveduras na parte inferior da dorna de fermentação. Após a remoção das leveduras, as mesmas são tratadas com água e ácido sulfúrico em recipientes denominados cubas de tratamento. Esse tratamento é utilizado para uma renovação do levedo para uma posterior fermentação, onde remove as leveduras velhas e obtém um levedo composto apenas por microrganismos novos, podendo ser reutilizado em uma nova fermentação. Esse procedimento é chamado de processo de Melle Boinot, que visa o reaproveitamento da levedura (LIMA et al., 2001).

O mosto fermentado, denominado vinho, é encaminhado a peneiras de filtragem para a remoção de impurezas que, após este processo, denomina-se vinho, o qual será conduzido à destilação (GOMES et al., 2016; SHREVE; BRINK 1997).

Em algumas situações é necessário realizar o procedimento de chaptalização, processo conhecido como a correção da quantidade de açúcar presente no mosto de fruta. A chaptalização pode ser realizada por meio da adição de sacarose quando o açúcar contido na matéria prima não se encontra na quantidade adequada para atingir a graduação alcóolica mínima desejada para o fermentado (BRUCH, 2012; RAMOS, 2018). A escala de °Brix, criada por Adolf F. Brix (1825-1893), estabelece que uma solução de 25 °Brix tem 25 gramas do açúcar da sacarose em 100 g de um líquido. Essa escala é útil em se avaliar a necessidade de chaptalização de um mosto. (DE ASSIS MOURA; DA SILVA, 2017).

### 2.4.3 Destilação

A destilação é uma operação unitária que consiste na separação de misturas do meio em solução. Portanto, no caso da aguardente, o aquecimento do vinho resultante da fermentação é arrastado em uma torre, gerando vapores que, por meio de pratos, são condensados pelo resfriamento, gerando uma quantidade de etanol. O produto resultante da destilação pode ser tradicionalmente dividido em três frações: cabeça, coração e cauda (MELO, 2018; SILVA, 2007).

A fração recolhida na parte superior da torre de destilação conhecida como fração cabeça corresponde à primeira fração recolhida na saída do alambique. A fração coração corresponde à aguardente propriamente dita e é recolhida em local abaixo da fração cabeça. Já a fração cauda é obtida quando o processo não é interrompido após obtenção da aguardente (MELO, 2018).

Aguardentes de frutas são bebidas compostas principalmente de água, etanol e outros componentes, os quais são responsáveis pelas características sensoriais da bebida (MELO, 2018; ALVARENGA, 2011).

## 2.5 Planejamento experimental

O planejamento experimental é uma ferramenta estatística utilizada para garantir uma melhor confiabilidade dos dados obtidos através dos experimentos, determinando e quantificando as influências das variáveis estudadas durante o processo. A aplicação do planejamento experimental na indústria é primordial para a inovação no desenvolvimento de produtos novos e para o controle de processos (DE ASSIS MOURA; DA SILVA, 2017).

Dessa forma, para uma melhor confiabilidade dos dados analisados durante o experimento, recomenda-se que os ensaios sejam feitos em replicatas e de modo aleatório, pois isso evitará distorções estatísticas que comprometem a qualidade dos resultados obtidos e os efeitos calculados para as variáveis estudadas.

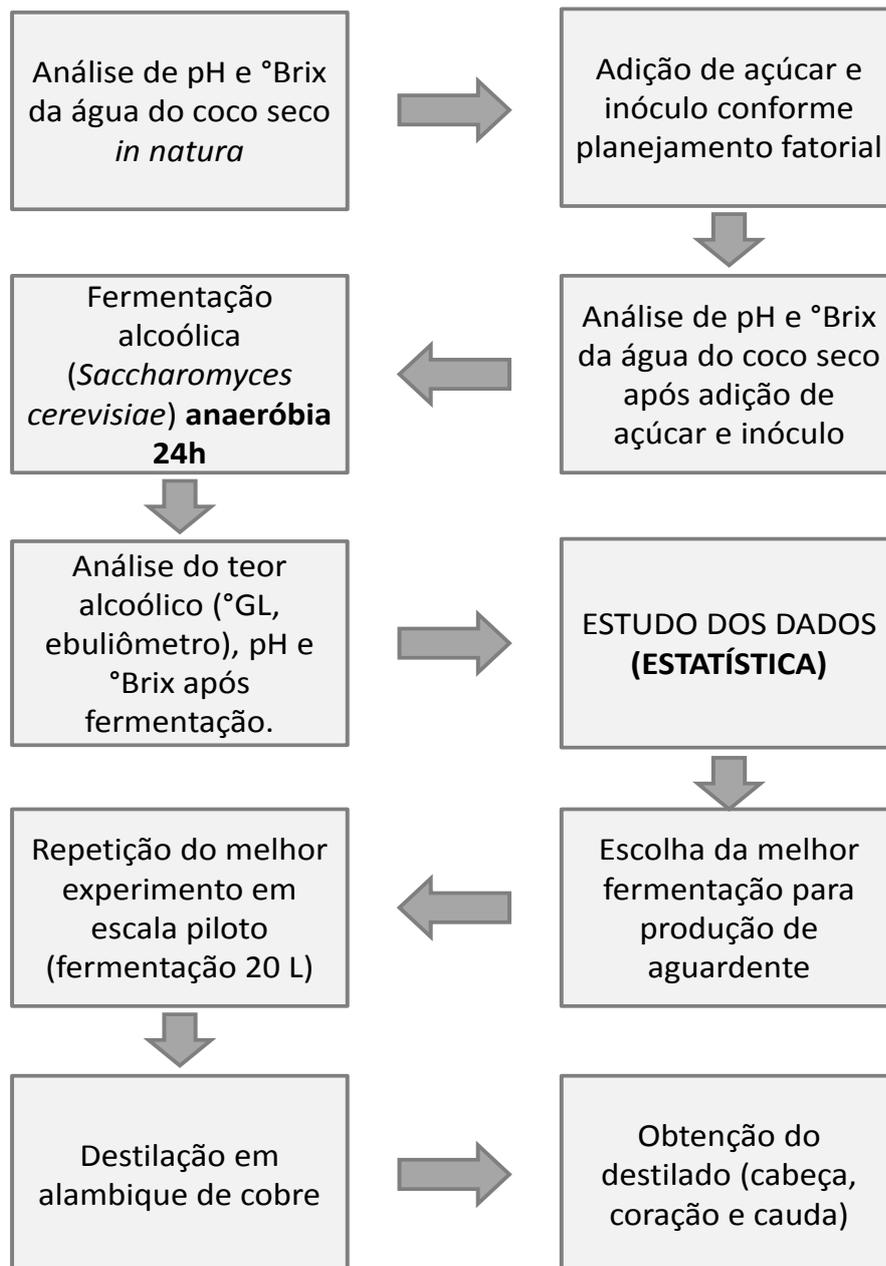
Na utilização do planejamento experimental há uma redução de experimentos, provocando melhor qualidade nos dados. Portanto, existe diminuição, do tempo e do custo final do processo (BARBOSA et al. 2010; RODRIGUES; IEMMA, 2005).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Etapas envolvidas no presente estudo

As etapas do presente estudo estão resumidas no fluxograma demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma das etapas do estudo até a obtenção da aguardente



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

### **3.2 Matéria-prima**

A matéria prima utilizada nesse trabalho foi obtida em uma indústria de produção de óleo de coco localizada na cidade de Serra Redonda, PB, que possui como fornecedor a empresa Nelson coco, localizada em Ceará-Mirim, RN. Essa água, fazia parte do rejeito de efluentes da produção de óleo de coco. A mesma foi coletada, e armazenada em recipientes plásticos em temperatura ambiente e transportada no tempo máximo de 30 minutos até o Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos (NUPEA), no Departamento de Química do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), onde foi desenvolvida a pesquisa.

### **3.3 Análise físico-química da água de coco seco**

A caracterização da água de coco utilizada no processo de obtenção de aguardente foi realizada através de análises de pH e de sólidos solúveis (°Brix) na água *in natura* e após à fermentação.

#### **3.3.1 Análise de pH**

O pH foi determinado, em triplicata, utilizado um pHmetro digital (Tecnal, modelo TEC-5, Piracicaba, Brasil), com auxílio de um béquer utilizou 100 mL da amostra de água de coco e determinou o pH, com o aparelho previamente calibrado, operando-o de acordo com as instruções do manual do fabricante por leitura direta.

#### **3.3.2 Determinação de sólidos solúveis totais (°Brix)**

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado, por leitura direta em triplicata, usando refratômetro digital (Brix/RI-Chek Refractometer, Reichert, Japan).

### **3.4 Ensaios de fermentação alcoólica**

#### **3.4.1 Microrganismo**

O microrganismo utilizado na preparação dos ensaios fermentativos foi a levedura *Saccharomyces cerevisiae* presente no fermento comercial da marca Saf-Instant (Lesaffre, La Matanza, GABA, Argentina) com 70% de umidade, obtido em diferentes supermercados da cidade de Campina Grande, PB.

### 3.4.2 Chaptalização (correção do açúcar)

É a etapa do processo em que se adiciona, ao mosto a sacarose para obter um produto com graduação alcoólica adequada. inicialmente foi realizada a medição dos sólidos solúveis (°Brix), por meio do refratômetro digital de bancada (Brix/RI-Chek Refractometer), para determinar a concentração inicial de sólidos solúveis na água de coco. A partir disso, foi realizada a chaptalização para a correção da quantidade de açúcar até alcançar o teor desejado acima de 12° Brix.

### 3.4.3 Planejamento experimental

Para avaliar quantitativamente a influencia das variáveis de entrada (sacarose e inóculo) sobre a resposta (teor alcoólico), foi realizado um planejamento fatorial  $2^2 + 3$  pontos centrais.

Na Tabela 2, estão dispostos os valores dos níveis reais e codificados das variáveis independentes de entrada para o planejamento fatorial.

Tabela 2 – Valores reais e codificados das variáveis de entrada

<b>Níveis</b>	<b>Sacarose (<math>x_1</math>)</b>	<b>Inóculo (<math>x_2</math>)</b>
-1	100 g/L	50 g/L
0	120 g/L	75 g/L
+1	140 g/L	100 g/L

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Na Tabela 3, a seguir, é apresentada a variação dos níveis estudados, no qual foram utilizados 4 pontos distintos do planejamento fatorial e 3 pontos centrais, totalizando 7 experimentos. Os níveis estudados estão de acordo com a literatura consultada (BARBOSA, 2010).

Tabela 3 – Matriz do planejamento fatorial completo  $2^2$  com três pontos centrais

<b>Experimentos</b>	<b>Sacarose</b>	<b>Inóculo</b>
1	-1	-1
2	-1	+1
3	+1	-1
4	+1	+1
5	0	0
6	0	0
7	0	0

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Com o término do planejamento fatorial simples pode-se observar através do programa Statistica 7.0 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, EUA) que os dados de teor alcoólico não foram estatisticamente significativos com nível de 95% de confiança. Partindo desta análise, realizou-se uma descodificação do modelo para que a extrapolação dos valores fosse estatisticamente significativa. Com isto foi acrescentada a configuração estrela, que adiciona 4 novos experimentos ao planejamento, ficando uma matriz de planejamento fatorial  $2^2$  + 3 pontos centrais + configuração estrela, totalizando 11 experimentos. A Tabela 4 mostra os níveis do modelo descodificado e a Tabela 5 apresenta a nova matriz com todos os experimentos.

Tabela 4 – Valores reais e descodificados das variáveis de entrada

<b>Variáveis</b>	<b>Nível <math>-\alpha</math> (-1,4142)</b>	<b>Nível -1</b>	<b>Nível 0</b>	<b>Nível +1</b>	<b>Nível <math>+\alpha</math> (+1,4142)</b>
Sacarose (g/L)	87,57	100	120	140	172,43
Inóculo (g/L)	38,65	50	75	100	110,35

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Tabela 5 – Matriz de planejamento fatorial  $2^2 + 3$  pontos centrais + configuração estrela

<b>Experimentos</b>	<b>Sacarose (g/L)</b>	<b>Inóculo (g/L)</b>
1	- (100)	- (50)
2	- (100)	+ (100)
3	+ (140)	- (50)
4	+ (140)	+ (100)
5	0 (120)	0 (75)
6	0 (120)	0 (75)
7	0 (120)	0 (75)
8	- (87,57)	0 (75)
9	+ (172,43)	0 (75)
10	0 (120)	+ (110,35)
11	0 (120)	- (38,65)

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Concluído o planejamento experimental, utilizou-se o experimento que apresentou melhor rendimento para a produção da aguardente, conforme será detalhado em resultados e discussão.

#### 3.4.4 Fermentação alcoólica

Após a definição do melhor resultado obtido através do planejamento experimental (experimento 9) foi elaborado o processo fermentativo, em quantidade, suficiente para produção de aguardente a partir da água do coco maduro. Os cultivos foram conduzidos em uma faixa de temperatura entre 24 e 30 °C (ambiente) durante 24 horas em processo descontínuo, sem agitação.

Na figura 4 está representada a imagem do experimento da fermentação alcoólica da água do coco maduro.

Após o processo fermentativo o vinho foi destilado em alambique de cobre com capacidade de 50 litros uteis (fábrica de alambique Santa Efigênia, Itaverava, Brasil). O processo de destilação foi realizado no laboratório de bebidas da Universidade Federal da Paraíba, do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) campus Bananeiras.

Figura 4 – Preparo da fermentação alcoólica



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

#### 3.4.5 Teor alcoólico dos ensaios do planejamento experimental

Para determinação de teor alcoólico utilizou-se o ebuliômetro (Metalúrgica Leonardo, Mod. 0720, Guarulhos, Brasil), no qual foi verificada a temperatura de ebulição do fermentado e, em seguida, os dados foram ajustados com a Equação 3, na qual verificou-se o teor alcoólico real a partir da temperatura de ebulição obtida.

$$^{\circ}\text{GL} = (\%V/V) = 0,435 + 1,668 \times \Delta T + 0,1234 \times \Delta T^2 \quad (3),$$

onde  $^{\circ}\text{GL}$  é o grau alcoólico obtido e  $\Delta T$  é a variação da temperatura de ebulição da água menos a temperatura de ebulição do mosto fermentado.

### 3.5 Processo de destilação

Primeiro mediu-se o volume do fermentado a ser destilado, analisou-se a concentração inicial de etanol do fermentado, calculou-se a concentração para saber a quantidade teórica do destilado, de acordo com o teor alcoólico desejado (36 a 54  $^{\circ}\text{GL}$ ).

Logo após foi adicionado 20 litros do vinho no alambique. Logo após o ebulidor foi fechado e aquecido a 93°C Em cada fração obtida na destilação foi realizada a medição do teor alcoólico.

O processo de destilação foi basicamente desenvolvido controlando o nível do produto a ser destilado no alambique, a temperatura de ebulição do álcool e a

pressão da base do tacho. Os vapores hidroalcoólicos seguiram para o sistema de condensação por meio de serpentina até a base inferior do alambique, onde foram resfriados a temperatura média de 25°C.

O destilado foi coletado separando as frações: cabeça (10%), coração (80%), e cauda (10%).

Para o processo de destilação (produção da aguardente), mediu-se o volume do fermentado a ser destilado e, a partir de análise da concentração inicial de etanol do fermentado, fez-se o cálculo da concentração teórica do destilado, de acordo com a concentração alcóolica desejada (36 a 54 °GL).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização físico-química dos experimentos

As medições dos sólidos solúveis (°Brix) e o pH (Tabela 6) foram realizadas com o objetivo de conhecer os componentes presentes na água do coco seco (média de 7 diferentes amostras, em triplicata) visando a sua utilização como substrato para a fermentação alcoólica, uma vez a que constituição dessa matéria-prima depende de fatores como origem, manipulação, tempo de maturação do fruto.

Tabela 6 – Resultado dos parâmetros físico-químicos das amostras de água de coco seco *in natura* (média  $\pm$  desvio-padrão)

Experimentos*	pH	°Brix
1	5,46 $\pm$ 0,03	4,20 $\pm$ 0,20
2	5,25 $\pm$ 0,05	4,33 $\pm$ 0,15
3	5,22 $\pm$ 0,01	4,80 $\pm$ 0,10
4	5,29 $\pm$ 0,11	4,53 $\pm$ 0,25
5	4,29 $\pm$ 0,07	4,30 $\pm$ 0,10
6	5,25 $\pm$ 0,05	4,37 $\pm$ 0,21
7	5,22 $\pm$ 0,01	4,90 $\pm$ 0,10

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

\* valores analisados em triplicata.

Os valores de pH obtidos para as amostras de água de coco seco *in natura* no presente estudo foram inferiores ao encontrado por Brito (2004) que também estudou a água do coco seco (5,51). Porém, Brito (2004) também reportou valores de outros estudos, na faixa de 4,93 a 5,72, estando estes mais próximos ao do presente trabalho. Valores baixos de pH criam condições desfavoráveis para o desenvolvimento de bactérias que são indesejáveis na fermentação (SOUZA; C. S., 2009).

Por outro lado, os valores de sólidos solúveis do presente estudo estiveram dentro da faixa de valores para o coco seco encontrado por Brito (2004) e aos demais valores reportados naquele estudo (de 3,1 a 7,1 °Brix).

## 4.2 Amostras obtidas através do planejamento experimental

O planejamento experimental tem o propósito de demonstrar com precisão a realidade das variáveis estudadas no experimento. Dessa forma, a partir do planejamento estudado nesse trabalho, foi possível obter uma variabilidade nos parâmetros estudados para a posterior obtenção da aguardente. Portanto na Tabelas 7 é possível observar os experimentos 1 a 7 inicialmente realizados para o delineamento experimental  $2^2$  (com 3 pontos centrais), acrescidos dos experimentos 8 a 11 para compor o delineamento  $2^2$  estrela (com 3 pontos centrais), apresentando as características físico-químicas do coco seco acrescido da sacarose e da levedura antes da fermentação, bem como os produtos das fermentações obtidas.

Os resultados da Tabela 7 foram analisados utilizando o programa Statistica 7.0 para verificar se os mesmos apresentaram resultados estatisticamente significativos e viáveis para produção de aguardente, com uma margem de 95% de confiança, como mostra a Equação 4.

$$\% \text{ Conversão} = 5,957143 + 1,405 S + 0 I + S I \quad (4)$$

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 7 e analisados através do *software* Statistica 7.0, observou-se que os resultados dos experimentos 1 a 7 não eram favoráveis a reprodutibilidade. Portanto, através do referido *software*, foi realizada a extrapolação necessária para confirmar uma maior reprodutibilidade e uma melhor performance na fermentação e obtenção de teor alcoólico na aguardente. Por meio disso, foram realizados os quatro experimentos complementares (ensaios 8 a 11).

A partir dos ensaios complementares realizados, observou-se que a extrapolação das variáveis (inóculo ou sacarose) se fez necessária para aumentar a fermentação do mosto, particularmente a produção de etanol verificada no ensaio 9.

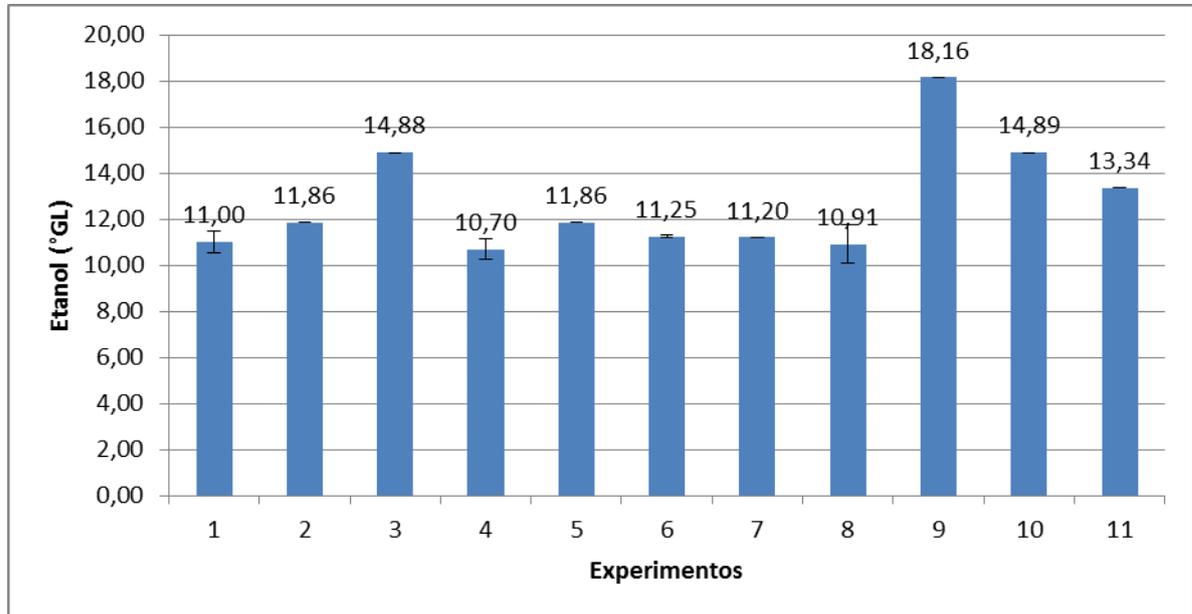
Tabela 7 – Condições dos ensaios realizados antes e após a fermentação (variáveis de entrada e respectivas respostas, média ± desvio padrão).

Experimentos	Sacarose (g/L)	Inóculo (g/L)	Parâmetros antes da fermentação		Parâmetros após a fermentação		
			pH	°Brix	pH	°Brix	% Etanol (°GL)
1	100	50	5,09 ± 0,11	13,77 ± 0,29	4,22 ± 0,01	6,53 ± 0,38	11,00 ± 0,48
2	100	100	4,96 ± 0,04	15,23 ± 0,06	4,33 ± 0,02	8,03 ± 0,21	11,86 ± 0,01
3	140	50	5,21 ± 0,06	17,43 ± 0,06	4,17 ± 0,02	7,67 ± 0,31	14,88 ± 0,00
4	140	100	4,62 ± 0,10	18,83 ± 0,06	4,38 ± 0,01	8,60 ± 0,20	10,70 ± 0,44
5	120	75	4,17 ± 0,03	14,77 ± 1,01	4,18 ± 0,01	7,70 ± 0,26	11,86 ± 0,00
6	120	75	5,18 ± 0,09	14,80 ± 0,10	4,47 ± 0,05	8,50 ± 0,20	11,25 ± 0,05
7	120	75	4,82 ± 0,04	16,70 ± 0,10	4,37 ± 0,05	8,67 ± 0,29	11,20 ± 0,05
8	87,57	75	4,17 ± 0,03	13,53 ± 0,15	4,22 ± 0,02	7,53 ± 0,31	10,91 ± 0,82
<b>9</b>	<b>172,43</b>	<b>75</b>	<b>4,16 ± 0,01</b>	<b>20,23 ± 0,40</b>	<b>4,23 ± 0,08</b>	<b>8,60 ± 0,20</b>	<b>18,16 ± 0,00</b>
10	120	110,35	4,96 ± 0,02	18,03 ± 0,12	4,54 ± 0,04	9,83 ± 0,22	14,89 ± 0,00
11	120	39,65	4,92 ± 0,06	16,43 ± 0,32	4,36 ± 0,02	7,80 ± 0,20	13,34 ± 0,00

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A Figura 5 expõe o gráfico com os valores de concentração de grau alcoólico de acordo com cada experimento.

Figura 5 – Histograma dos valores de concentração de etanol (°GL) para os experimentos 1 a 11



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

De acordo com a Tabela 7 e a Figura 5, observamos que o experimento 9 utilizando 172,43 g/L de sacarose e 75 g/L de inóculo obteve o melhor resultado, com a maior concentração de etanol, alcançando um valor médio de 18,16 °GL. Portanto, como a melhor resposta foi obtida para o experimento 9, o mesmo foi o escolhido para ser utilizado na etapa de destilação.

### 4.3 Destilação

Na Figura 6 é demonstrado o processo de destilação do mosto a base de água de coco seco, para a obtenção da aguardente. À medida que o destilado era formado, estes foram coletados em copos, os quais preenchidos com um volume aleatório. Nos copos de 1 a 9 foi coletada a fração cabeça, Na etapa de destilação a fração cabeça, a qual apresentou graduação alcóolica entre 53 a 70 °GL. Esta fração foi descartada por apresentar teor muito elevado de álcoois voláteis para consumo. No entanto, em estudos futuros, sugere-se aproveitar essa fração para a

produção de álcool de limpeza, de modo a não haver resíduo da destilação do fermentado da água de coco seco, com foco no seu aproveitamento máximo.

Figura 6 – Destilação do vinho obtido a partir da fermentação do mosto de água de coco seco

Fonte: Dados da Pesquisa, 2019.

A partir do copo de número 9 já foi possível coletar a fração coração que apresentou faixa alcoólica de 42 a 53 °GL (% v/v). Esta é a fração que poderia ser destinada à produção industrial de aguardente de frutas, uma vez que seu conteúdo alcoólico se apresentou dentro do exigido pela legislação nacional em vigor para este tipo de produto, Instrução Normativa nº. 15 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que estabelece valores entre 36% e 54% de teor alcoólico em volume, a 20 °C (BRASIL, 2011).

No caso da fração cauda, parte final da destilação, houve uma queda na graduação alcóolica, sendo esta parte separada com 33 °GL. Esta fração também foi descartada, por se apresentar abaixo da faixa de conteúdo alcoólico exigido para a produção de aguardentes. Porém, sugere-se avaliar sua possibilidade de aproveitamento, mesmo que não seja em bebidas ou produtos alimentícios, com o foco no aproveitamento integral do destilado obtido do fermentado da água do coco seco, minimizando o seu desperdício e impactos ambientais.

## 5 CONCLUSÃO

A água de coco seco, proveniente do descarte das agroindústrias de processamento desse fruto, demonstrou-se uma matéria-prima de grande potencial para a fabricação de aguardente. Através de ajuste da concentração do seu teor de sólidos solúveis com sacarose, foi possível obter alto potencial fermentativo, com valor de pH baixo, favorecendo a multiplicação da levedura utilizada, criando também condições descritas na literatura como desfavoráveis para o desenvolvimento de bactérias que são indesejáveis na fermentação.

A fração coração do destilado, obtida através da fermentação da água de coco seco, apresentou grau alcoólico considerado adequado pela legislação brasileira para a obtenção de uma aguardente de frutas.

Reforça-se a importância do presente estudo para a apresentação de uma alternativa de aproveitamento de um resíduo industrial e de estudos complementares para o uso integral do destilado obtido, os quais deverão ser direcionados às frações cabeça e cauda.

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2013: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2013. 458p.
- ALVARENGA, Raquel Mendonca. **Avaliação de parâmetros da fermentação e da destilação para adequação dos teores de compostos secundários em aguardente de banana**. 2011. Tese (Doutorado em Farmácia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; MELO, M. F. V. Cultivares de coqueiro para a produção de coco seco: coqueiro gigante vs híbridos. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 37-60.
- BARBOSA, A. S. et al. Estudo cinético da fermentação do soro de queijo de coalho para produção de aguardente. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, p. 237-254, 2010.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº. 15 de 31 de março de 2011. Complementação dos padrões de identidade e qualidade para bebidas alcoólicas destiladas, comercializadas em todo o território nacional. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 158, n. 63, p. 4-5, 1 abr. 2011.
- BRITO, I. P. **Caracterização e aproveitamento da água de coco seco (*Cocos nucifera* L.) na produção de bebidas**. 2004. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.
- BRUCH, K. L. **Nem tudo que fermenta vira vinho**. Bento Gonçalves: IBRAVIN, 2012. Disponível em: <http://www.ibravin.org.br/downloads/1377636234.pdf>. Acesso em 29 de fevereiro de 2018.
- CECCATO-ANTONINI, S. R. **Microbiologia da fermentação alcoólica: a importância do monitoramento microbiológico em destilarias**. São Carlos: EDUFSCar, 2011. (Coleção UAB-UFSCar: tecnologia sucralcoleira).
- DE ASSIS MOURA, H. N.; DA SILVA, D. C. Avaliação do planejamento experimental no processo de secagem do inhame (*Discorea* spp.). **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 4, n. 6, 2017.
- DEBMANDAL, M.; MANDAL, S. Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae): in health promotion and disease prevention. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 4, n. 3, p. 241-247, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Árvore do conhecimento: coco**. Brasília, DF: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, [201-]. Disponível em:

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000fo7hz6ox02wyiv8065610d6ky3ary.html>. Acesso: 02/11/2019.

FIGUEIRA, C. N. T. **Avaliação da atividade antimicrobiana, citotóxica e capacidade sequestradora de radicais livres de extratos brutos do *Cocos nucifera* Linn.** 2012. 120 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem e Farmácia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

FONTENELE, R. E. S. Cultura do coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras. *In*: CONGRESSO DA SOBER: “Instituições, eficiência, gestão e contratos no sistema agroindustrial”, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais [...]**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005. p. 20-23.

GOMES, A. D.; PEREIRA, A. A.; MARINI, D. C.; ZUIM, N. R. B. Análise de acidez, cobre e graduação alcoólica de aguardantes. **Foco**: caderno de estudos e pesquisas, n. 11, p. 7-21, 2016.

GONÇALVES, R. H. **Desenvolvimento e análise de aguardente de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.)**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201609.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201609.pdf). Acesso 21/09/2016.

LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia industrial: processos fermentativos e enzimáticos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. v. 3.

LOIOLA, C. M. **Diversidade genética em coqueiro-gigante (*Cocos nucifera* L.) por meio de marcadores microssatélites e características morfoagronômicas**. 2014. 100 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.

MARTINS, C. R.; JESUS JÚNIOR, L. A. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio Internacional**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, 2014. (Documentos, 184).

MELO, S. A. **Desenvolvimento e análise de aguardente de banana**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

NASCIMENTO, R. J. A. **Monitoramento em tempo real da hidrólise enzimática do bagaço da casca de coco verde por espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS)**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**: uma estratégia sequencial de planejamentos. 1 ed.. Campinas: Editora Casa do Pão, 2005. 326f.

ROSA, M. de F.; DE ABREU, F. A. P. **Água-de-coco**: métodos de conservação. Fortaleza: EMBRAPA – CNPAT; SEBRAE/CE, 2000. (Documentos, 37).

SANTOSO, Umar et al. Nutrient composition of kopyor coconuts (*Cocos nucifera* L.). **Food Chemistry**, v. 57, n. 2, p. 299-304, 1996.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **O cultivo e o mercado do coco verde**. [S.l.]: Sebrae Nacional, 2016. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-coco-verde,3aba9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso: 16/09/2019.

SHREVE, R. N.; BRINK, J. R. JA Indústria de processos químicos. **Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan SA**, v. 341, p. 355, 1997.

DA SILVA, M. V. P . **Comportamento da fermentação alcoólica para produção de cachaça com e sem controle da temperatura em diferentes concentrações de brix e pH**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Produção Sucoalcooleira) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

DA SILVA, A N R S ; ECKSCHMIDT, Alex; VARVAKIS, Gregorio; HORII, Jorge. **Produção de cachaça: uma análise do processo de certificação**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu

SOUZA, C. S. **Avaliação da produção de etanol em temperaturas elevadas por uma linhagem de *S. cerevisiae***. 2009. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

TAVARES, M. et al. Estudo da composição química da água de coco anão verde em diferentes estágios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Rio de Janeiro: **Anais...** SBCTA, 1998. p. 1262-1265.