



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DIVISÃO DE AGRICULTURA

ENGENHARIA DE PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

Produção e controle de qualidade do óleo de coco extraído por três métodos diferentes(a frio, por cocção e por torrefação)

Monografia apresentada e defendida como requisito para a obtenção do grau de licenciatura em
Engenharia de Processamento de Alimentos

Autora: Duidade Abel Matavel

Tutora: Angélica Agostinho Machalela

Lionde, Novembro de 2022



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia científica sobre: **Produção e controle de qualidade do óleo de coco extraído por três métodos diferentes (a frio, por cocção e por torrefação)**, apresentada ao Curso de Engenharia de Processamento de Alimentos na Faculdade de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Processamento de Alimentos.

Monografia científica defendida e aprovada no dia 04 de Novembro de 2022.

Júri

Supervisora:

Angélica A. Machalela
(Eng^a. Angélica Agostinho Machalela, MSc)

Avaliador 1:

Enoque Moiane
(Eng^o. Enoque Moiane, MSc)

Avaliador 2:

Rafael Nanelo
(Eng^o. Rafael Nanelo, MSc)

Lionde, Novembro de 2022

ÍNDICE

Conteúdos	Pág.
ÍNDICE DE TABELAS E FIGURA	i
ÍNDICE DE EQUAÇÕES	ii
LISTA DE APÊNDICES	iii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	iv
DECLARAÇÃO.....	Erro! Indicador não definido.
DEDICATÓRIA.....	vi
AGRADECIMENTOS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objectivos.....	2
1.1.1. Geral	2
1.1.2. Específicos.....	2
1.2. Problema e Justificativa.....	2
1.3. Hipóteses	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Coqueiro	4
2.2. Produção do coco em Moçambique	4
2.3. Coco.....	5
2.3.1. Constituição de coco.....	6
2.4. Óleo de coco	6
2.5. Métodos de extração de óleo	10
2.5.1. Extração artesanal.....	11
2.5.2. Extração mecânica.....	11
2.5.3. Extração de óleo a frio.....	12
2.5.5. Extração por torrefação	13
2.6. Controle de qualidade.....	14
2.6.1. Humidade	14
2.6.2. Densidade	14

2.6.3. Índice de acidez	14
2.6.4. Índice de peróxido	15
2.6.5. Reacção de Kreiss.....	16
2.6.6. Estabilidade dos óleos	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1. Área de Estudo	17
3.2. Aquisição da matéria-prima.....	17
3.3. Processo de extração da polpa de coco.....	17
3.4. Métodos de extração do óleo	18
3.4.1. Extração do óleo usando o método a frio	18
3.4.2. Extração de óleo usando o método de cocção	18
3.4.3. Extração de óleo usando o método da torrefacção	18
3.5. Rendimento do óleo de coco	19
3.6. Preparação das amostras.....	19
3.7. Análises físico-químicas.....	19
3.7.1. Teor de humidade	19
3.7.2. Densidade	20
3.7.3. Determinação do índice de acidez	20
3.7.4. Determinação do índice de peróxido	21
3.7.5. Reacção de Kreiss.....	21
3.8. Análise de dados.....	21
3.9. Layout experimental.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Rendimento do óleo de coco	23
4.2. Análises físico-químicas.....	24
4.2.1. Teor de humidade	24
4.2.2. Densidade	25
4.2.3. Índice de acidez (% de ácido oleico).....	26
4.2.4. Índice de peróxido	27
4.2.5. Reacção de Kreiss.....	28
5. CONCLUSÃO.....	30
6. RECOMENDAÇÕES.....	31

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
8. APÊNDICES	38

ÍNDICE DE TABELAS E FIGURA

Tabela 1. Composição nutricional (100% ou g) de óleo de coco.	7
Tabela 2. Composição em ácidos graxos (100%) do óleo de coco.	8
Tabela 3. Proporções utilizadas no processo de extração de óleo de coco.	18
Tabela 4. Rendimento do óleo de coco.	23
Tabela 5. Avaliação da qualidade do óleo de coco extraído por três métodos diferentes (a frio, por cocção e por torrefação) após 60 dias de estabilidade.	24
Figura 1. Layout experimental.	22

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1: Determinação do rendimento do óleo de coco	19
Equação 2: Determinação de teor de humidade	20
Equação 3: Determinação de índice de acidez	20
Equação 4: Determinação de densidade.....	20
Equação 5: Determinação do índice de peróxido.....	21

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A. Polpa de coco.....	38
Apêndice B. Polpa de coco triturada.....	38
Apêndice C. Óleo extraído pelo método a frio, por cocção e torrefação.....	38
Apêndice D. Banho-maria à 25°C e placas de petri.....	38
Apêndice E. Bureta de 25mL e amostras tituladas.....	39
Apêndice F. Preparação das amostras para a reacção de kreiss.	39

LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA Agência Nacional De Vigilância Sanitária

DBC Delineamento em Blocos Casualizados

GLM *General Linear Model*

Hab Habitantes

ISPG Instituto Superior Politécnico de Gaza

MAE Ministério da Administração Estatal

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ Tiosulfato de Sódio

NaOH Hidróxido de Sódio

PET Politereftalato de etileno

S/D Sem data



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações da minha tutora, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, aos 30 de Novembro de 2022

Duidade Abel Matavel

(Duidade Abel Matavel)

DEDICATÓRIA

À memória do meu pai, Abel Israel Matavel, pela motivação, apoio e encorajamento prestados para que o sonho de alcance deste grau se concretizasse. Amor e sossego!

Dedico!

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida.

À minha supervisora Eng. Angélica Agostinho Machalela, MSc, pelo apoio incondicional que sempre dedicou e continua me dando desde o desenvolvimento do trabalho, pelas incansáveis sugestões e colaborações, por ter me aceite como filha científica. Serei imensamente grata!

Aos meus pais, Abel Israel Matavel e Lúcia Micas Sutho, por terem me trazido ao mundo e pela paciência, dedicação concedida e por guiarem-me sempre. Agradeço imensamente!

Agradeço aos meus irmãos, Nito Abel Matavel, Artides Lenine Matavel, Dolêncio Matavel, Genésio Matavel, Duela Matavel e José Victor Matavel, pelo apoio incondicional que sempre prestaram para comigo ao longo da minha formação.

Às minhas cunhadas, Hercilia da Jenny, Célia (em memória) e Nélia pelo incentivo. Agradeço imensamente a minha segunda mãe "Angélica Sutho", se sou essa pessoa que me tornei hoje foi em parte graças aos teus ensinamentos, que desde criança você me administrou.

Aos meus sobrinhos, Lúcido, Perseverança, Jenny, Israel, Abel e Dolêncio Jr., pelo amor e carinho incondicional.

Por conseguinte, agradeço em especial ao Abel Massingue Jr., pelo apoio e carinho que sempre me concedeu, pelas cingidas sugestões e colaborações prestadas ao longo da elaboração deste trabalho. Serei imensamente grata!

À minha amiga Edna Correia, aos meus colegas Amosse Mundai, Silvio Nhacume, Hédio Xerinda e Ivans Namacatipa, pelo apoio incondicional que sempre me dedicaram, pela incansável atenção ao longo da recolha de dados e pelo companheirismo ao longo da formação e a todos colegas do curso. Agradeço incansavelmente.

Por fim expresso com amor e carinho, o meu muito obrigado, a todos que directa ou indirectamente contribuíram quer moralmente e/ou materialmente.

RESUMO

O coco é o fruto originado de *Cocos nucifera*, usado como matéria-prima para diversas indústrias (alimentos, cosmética, têxtil), possui importante papel socio-econômico, e etimologicamente, o “coco” procede do português, que significamáscara ou cabeça e “*nucifera*” do Latim “*nucifer-um*”, que dá nozes. O óleo de coco é derivado da copra, e contém grande quantidade de lipídeos de baixo peso molecular como ácido láurico. A presente pesquisa teve como perspectiva a produção e controle de qualidade do óleo de coco extraído por três métodos diferentes (a frio, por cocção e por torrefação), buscando conhecer a constituição físico-química pela determinação do teor de humidade por dessecação em estufa à 105°C, da densidade através do método gravimétrico em estufa a 105°C, do índice de acidez através do método titulométrico com solução de hidróxido de sódio (NaOH, 0,1N), índice de peróxido através do método titulométrico com solução de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) e da reação de Kreiss através do emprego da solução de ácido clorídrico e solução de fluroglocina em éter. Os dados foram avaliados usando o pacote estatístico Minitab versão 16 em esquema DBC com três (3) amostras de óleo de coco e em triplicata, a nível de significância de 5%. Os resultados obtidos mostram que o método de extração a frio obteve melhor rendimento em torno de 3,42%, seguido do método de extração por torrefação 3,28% e o método que apresentou baixo rendimento foi o de extração por cocção com 2,40%. Todos os tratamentos não apresentaram diferenças significativas quanto ao teor de humidade e densidade. Por outro lado, os tratamentos A (método de extração a frio) e C (método de extração por torrefação) não se apresentaram estatisticamente diferentes quanto ao índice de acidez diferindo somente do tratamento B (método de extração por cocção); perante ao índice de peróxido o tratamento C (método de extração por torrefação) apresentou-se estatisticamente diferente em relação a A e B, respectivamente. Quanto a estabilidade hidrolítica, o óleo extraído a frio não apresentou rançidez, por outro lado, os óleos extraídos pelo método de cocção e torrefação apresentaram-se rancificados após 60 dias de estabilidade. Deste modo, verificou-se que o método de extração de óleo a frio é o melhor, favorece as características desejáveis e ideais do óleo acima de 60 dias de vida útil.

Palavras-chave: Óleo de coco, produção de óleo, controle de qualidade.

ABSTRACT

Coconut is the fruit originated from *Cocos nucifera*, used as raw material for several industries (food, cosmetics, textile), it has an important socio-economic role, and etymologically, "coco" comes from Portuguese, which means mask or head and "nucifera" from the Latin "nucifer-um", which gives nuts. Coconut oil is derived from copra, and contains a large amount of low molecular weight lipids such as lauric acid. The present research had as a perspective the production and quality control of coconut oil extracted by three different methods (cold, cooking and roasting), seeking to know the physical-chemical constitution by determining the moisture content by drying in an oven at 105°C, density using the gravimetric method in an oven at 105°C, acid value using the titration method with sodium hydroxide solution (NaOH, 0.1N), peroxide value using the titration method with sodium thiosulfate solution (Na₂S₂O₃) and the Kreiss reaction through the use of hydrochloric acid solution and fluoroglocin solution in ether. Data were evaluated using the Minitab statistical package version 16 in DBC scheme with three (3) coconut oil samples and in triplicate, at a 5% significance level. The results obtained show that the cold extraction method obtained the best yield, around 3.42%, followed by the extraction method by roasting 3.28% and the method that presented low yield was the extraction by cooking with 2.40%. All treatments showed no significant differences in terms of moisture content and density. On the other hand, treatments A (cold extraction method) and C (extraction method by roasting) were not statistically different in terms of acidity, differing only from treatment B (cooking extraction method); regarding the peroxide index, treatment C (extraction method by roasting) was statistically different from A and B, respectively. As for the hydrolytic stability, the oil extracted in cold did not show rancidity, on the other hand, the oils extracted by the cooking and roasting method were rancid after 60 days of stability. In this way, it was verified that the cold oil extraction method is the best, favoring the desirable and ideal characteristics of the oil above 60 days of useful life.

Keywords: Coconut oil, oil production, quality control.

1. INTRODUÇÃO

O coqueiro é uma das árvores de palma mais importantes, e geralmente é encontrada nos trópicos. Esta árvore tem um papel preponderante na colheita de subsistência devido ao seu óleo comercial. Os principais componentes observados no óleo de coco são os triacilgliceróis, que possuem uma composição diferente de ácidos graxos, que se caracterizam por uma abundância do teor de ácido láurico (MARTINS, 2015).

Em Moçambique são cultivadas várias variedades de coco, nomeadamente, o Gigante Verde de Moçambique (MZT), Gigante Vermelho de Moçambique (MRT), Gigante Castanho de Moçambique (MBT), Anão Verde do Brasil (BGD), Anão Amarelo da Malásia (MYD), Anão Vermelho da Malásia (MRD), e híbridos em pequena escala, mas a mais predominante é o MZT. Na Província da Zambézia existem 3 tipos de híbridos, a citar, híbrido proveniente do cruzamento entre MZT X MYD, MZT X MRD e MZT X BGD (PUDIVITRI, 2010).

O coco é um produto multiutilitário, pois desempenha papel importante na comunidade agrícola e econômica, no setor industrial, alimentício e medicinal (PINHEIRO, 2019). No óleo de coco pode-se encontrar ácido caprílico, cáprico, mirístico, palmítico, esteárico, oléico, linoleico e ácido láurico, sendo esse último encontrado em maior proporção. Outros componentes encontrados em menores concentrações incluem monoglicéridos, diglicéridos, fosfatídeos, ceras, pigmentos (carotenóides e clorofila) e esteróis (materiais saponificáveis) como os tocoferóis, que inibem a oxidação das cadeias de ácidos graxos insaturados do óleo de coco (PINHO e SOUZA, 2018).

Os óleos são extraídos, preferencialmente, com solventes como éter, éter de petróleo ou diclorometano. O material é colocado dentro de extratores em temperaturas adequadas com o solvente, e este penetra nas flores e dissolve-lhes o perfume natural e também ceras e corantes. Este é um método mais eficaz do que o de destilação, pois reproduzem mais fielmente o aroma da planta, no entanto, sua aparelhagem é muito complexa e seu custo é muito elevado, portanto, dependendo do caso, torna-se inviável (GRAMOLELLI JÚNIOR *et al.*, 2006).

Simões e Spitzer (2004), abordam que uma das técnicas de extração de óleo baseiam-se na prensagem (ou expressão), sendo que os pericarpos são prensados e a camada que contém o óleo volátil é separada. Posteriormente, o óleo é separado da emulsão formada com a água através de decantação, centrifugação ou destilação fracionada.

O presente trabalho foi realizado na perspectiva de avaliar os constituintes físico-químicos e do rendimento do óleo de coco extraído por três métodos diferentes (a frio, por cocção e torrefação).

1.1. Objectivos

1.1.1. Geral

- Avaliar as características físico-químicas do óleo de coco extraído por três métodos diferentes (a frio, por cocção e por torrefação).

1.1.2. Específicos

- Produzir o óleo do coco utilizando três métodos diferentes (a frio, por cocção e por torrefação);
- Identificar o método com maior rendimento;
- Determinar a vida útil do óleo;

1.2. Problema e Justificativa

Existem vários métodos para a extração de óleos, no entanto, os principais são a extração artesanal, mecânica e por solvente (GONZALEZ *et al.*, 2008). No método de extração artesanal a polpa do fruto é submetida ao cozimento intensivo. A extração mecânica é realizada pela técnica de prensagem, sem a utilização de solventes, desta forma, o produto obtido mantém suas propriedades naturais. Porém, devido a sua menor eficiência na retirada de óleo da fruta ou semente, essa extração pode ser combinada à extração por solvente para aumentar o rendimento. Um dos efeitos negativos da utilização de solventes orgânicos é a dificuldade na remoção de todo o solvente residual e a extração de compostos não voláteis. A extração por solvente proporciona maior rendimento, porém produz resíduos químicos, utiliza energia e gera aquecimento tanto no óleo quanto na torta.

Ao considerar os diversos benefícios proporcionados pelo óleo de coco e que o método de extração pode influenciar no rendimento, na composição química e nas propriedades bioativas do óleo, surge a necessidade de aprofundar até que ponto o óleo extraído a base de coco usando três métodos distintos (a frio, por cocção e por torrefação) poderá manter as suas propriedades naturais ao longo de 60 dias de conservação.

1.3. Hipóteses

As hipóteses usadas como alicerce para o presente trabalho estão devidamente apresentadas a seguir.

H₁: O óleo extraído de coco usando três métodos (a frio, por cocção e torrefação) não se difere quanto as propriedades físico-químicas e no rendimento;

H₂: Pelo menos, uma amostra do óleo de coco extraído pelos três métodos (a frio, por cocção e torrefação) difere-se quanto as propriedades físico-químicas e no rendimento.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.4. Coqueiro

O coqueiro (*Cocos Nucifera L.*) originário do Sudeste Asiático, proporcionando abundante matéria-prima tanto para as agro-indústrias regionais quanto para uso alimentício. Porém, *Cocus Nucifera L.*, é uma plantapertencente à família Palmae, originaria da Asia, sendo, portanto, uma palmeira que pode chegarauma altura de 25 metros (SANTOS,2014).

O coqueiro (*Cocus nucifera L.*) é uma cultura de origem Asiática e introduzida em Moçambique por grandes empresas no século XX, e é de grande importância sócio-económica no País. Ao nível do sector familiar, o cultivo do coqueiro surgiu mais tarde, em áreas adjacentes às das Empresas (LOURENÇO, 2012).

Esta cultura, baptizada como “árvore das 100 aplicações, tem a vantagem de oferecer vários subprodutos durante todo o ano. O fruto é rico em proteínas e calorias para a segurança alimentar de muitas famílias e fornecimento de matéria-prima para a indústria de óleos e sabões, a madeira para a construção e mobiliário, a palha usada para a cobertura de casas e a seiva da floração para a produção de bebida alcoólica e, ou acido acético. É uma cultura importante na geração de renda para muitas famílias que dependem desta cultura para subsistência (ARAÚJO, 2009).

1.5. Produção do coco em Moçambique

Em Moçambique, o coqueiro é cultivado ao longo da zona costeira, onde a maior parte das plantações se situam nas províncias de Cabo-Delgado, Nampula, Zambézia e Inhambane. A Província da Zambézia, com cerca de 110,000 ha de palmares, corresponde a 65% da área total do palmar em Moçambique, estimada em 170,000 ha. Com excepção da província da Zambézia, onde cerca de 30% da área de palmar pertence ao sector privado, o coqueiro é essencialmente uma cultura do sector familiar (MADAL, 2008).

A província de Inhambane, a segunda maior produtora de coco no País, beneficiou-se em 2010, do Projecto para Estabelecimento de áreas Livres de ALC, uma vez que até a altura, não havia sido identificado a doença neste ponto do País. O projecto tinha como objectivos, estabelecer e desenvolver capacidade fitossanitária em Moçambique para implementação dos padrões e, ou

normas internacionais de medidas fitossanitárias, tendo em vista controlar a doença do ALC e aumentar o acesso ao mercado internacional do coco, bem como estabelecer e manter a zona Sul do país, como zona livre da doença (VAZ, 2014).

Sendo uma das principais fontes de rendimento das populações das zonas costeiras. Estima-se que a renda obtida pelos camponeses é de aproximadamente 4.3 milhões de dólares americanos e cerca de 14 a 30% da população Moçambicana beneficia-se directa ou indirectamente desta cultura para sua sobrevivência (VAZ, 2014).

Nos últimos anos, o aumento de áreas de cultivo e de produção é vista em várias partes do mundo, o avanço da cultura ocorre não só pela evolução em patamares produtivos, que condicionam ao país lugar de destaque entre os maiores produtores mundiais, mas também, pela expansão da área cultivada, principalmente em regiões não tradicionais de cultivo (EMBRAPA, 2014).

O coqueiro é composto por determinadas variedades, entre as quais duas são as mais importantes do ponto de vista sócio-econômico e agro-industrial: *Cocus nucifera* variedade *Typica*, “Gigante” e *Cocus Nucifera* variedade *Nana*, chamado de “Anão” (SANTOS, 2014).

Na Ásia, principalmente na Índia, Filipinas, Indonésia, Sri Lanka e Tailândia, se situa a maior parte de cultivo de palmeiras, correspondendo a aproximadamente 70% da área mundial, enquanto que o restante se distribui nos continentes da África e também América Latina, Oceania e Caribe. A Indonésia é notoriamente a maior produtora mundial de coco, seguido por Filipinas e Índia. Entretanto, a Filipinas destaca-se com maior área cultivada, com mais de 500 mil hectares de coqueiros, a frente da Indonésia (EMBRAPA, 2014).

1.6. Coco

O coco é o fruto de *Cocus nucifera*, como matéria-prima para diversas indústrias (alimentos, cosmética, têxtil), o coco cumpre um importante papel socio econômico. Etimologicamente, a palavra “coco” procede do português, que quer dizer máscara ou cabeça e “*nucifera*” do Latim “nucifer-a-um”, que dá nozes. Nas indústrias, o coco é utilizado como alimento e matéria-prima na fabricação de cosmético, álcool, remédios óleos, entre outros produtos. Por outro lado, na

economia rural ele proporciona a sobrevivência do agricultor. A polpa do coco seco ou copra contém mais de 60% de óleo que pode ser extraído por diversos métodos. Além de rico em ácido láurico, o óleo de copra não sofre degradação a altas temperaturas (MALAJOVISH, 2013).

O coco verde e o coco seco podem ser obtidos durante todos os meses do ano, não existindo, portanto, uma estação climática definida para a colheita que é realizada normalmente em dois períodos de maturação, conforme sua finalidade ou mercado a que se destina. Vale salientar que, além do mercado, o ponto ideal para a colheita do coco está associado a indicadores relacionados à planta, ao fruto e às características de produção (ARAGÃO, 2002).

1.6.1. Constituição de coco

De acordo com Almeida (2010), em termos constitucionais o fruto pode ser composto de várias partes que são:

- ✓ **Epiderme:** superfície externa lisa e cera, sua cor varia dependendo da variedade do fruto;
- ✓ **Mesocarpo fibroso:** também chamado de cairo, é a parte intermediária, tem aparência “palha” e geralmente cor castanha;
- ✓ **Endocarpo:** chamado de casca, com mais ou menos 5 mm de espessura, tem cor negra, é muito duro e apresenta três costuras longitudinais mais ou menos salientes, separando os três poros germinativos;
- ✓ **Albúmen:** também chamado de amêndoa ou polpa, geralmente tem a cor branca brilhante com 1 ou 2 cm de espessura, isto é, em sua extremidade imediatamente após o endocarpo, existe uma fina película castanha chamada de tegumento seminal (casca, chamada de copra);
- ✓ **Líquido opalescente:** conhecido como água de coco, ocupa cerca de 3/4 do volume da cavidade central;
- ✓ **Embrião:** semente germinativa, localizado no albúmen, abaixo de um dos três poros germinativos.

1.7. Óleo de coco

O óleo de coco é rico em ácido láurico, com uma concentração acima de 40%. As gorduras lauricas, caso do óleo de coco, são resistentes a oxidação não enzimática e ao contrário de outros

óleos e gorduras apresentam temperatura de fusão baixa e bem definida, isto é, os outros componentes encontrados em menores concentrações incluem monoglicéridos, diglicéridos, fosfatídeos, ceras, pigmentos (carotenóides e clorofila) e esteróis (matéria insaponificável) como os tocoferóis, que inibem a oxidação das cadeias de ácidos graxos insaturados do óleo de coco (PINHO e SOUSA, 2018).

O consumo regular de óleo de coco pode reduzir a concentração de colesterol total, triglicéridos, fosfolipídeos lipoproteínas de baixa densidade (LDL- *Low density lipoprotein*), bem como aumentar o nível de lipoproteínas de alta densidade (HDL - *High density lipoprotein*) no soro sanguíneo, reduzindo os riscos de doenças cardiovasculares (PINHO e SOUSA, 2018). Está apresentada a baixo a tabela 1, correspondente a composição nutricional (100%) do óleo de coco.

Tabela 1. Composição nutricional (100% ou g) de óleo de coco.

Informação nutricional	Por porção	Por percentagem
Valor calórico	117kcal/491kj	5,9%
Gordura	13,6g	20,9%
Gorduras saturadas	11,8g	53,5%
Gorduras monoinsaturadas	0,8g	2,7%
Carboidratos	0,2g	1,6%
Açúcares	0,0g	0,0%
Proteína	0,0g	0,0
Fibras	0,0g	0,0%
Colesterol	0,0mg	0,0
Sódio	0,0g	0,0%
Água	0,0g	0,0

Fonte: Giustina (2014).

Está apresentada a baixo a tabela 2, correspondente a composição em ácidos graxos (100%) do óleo de coco.

Tabela 2. Composição em ácidos graxos (100%) do óleo de coco.

Ácidos graxos	Teor de ácidos graxos (%)	
	Óleo de coco extra virgem (%)	Óleo de coco artesanal (%)
Ácido láurico	45,78	47,13
Ácido oleico	5,65	7,70
Ácido linoléico	0,94	1,34
Ácido palmítico	8,85	8,70
Ácido mirístico	18,56	18,60
Ácido caprílico	5,56	6,64
Ácido cáprico	4,99	6,00
Ácido capróico	0,38	0,30
Ácido esteárico	3,39	2,59

Fonte: Martins e Santos (2015).

Os ácidos graxos constituem as unidades básicas dos lipídios e a sua determinação é fundamental para o conhecimento da qualidade dos óleos, para a verificação do efeito de processamento e adequação nutricional do lipídio ou do alimento que o contém. A composição em ácidos graxos, em esteróis e em triglicérides são as principais análises utilizadas para a determinação da identidade dos óleos. De acordo com Martins (2015), as características principais dos ácidos graxos saturados e insaturados são descritas a seguir.

✓ Ácidos graxos saturados

São encontrados na maioria dos óleos e gorduras: láurico (C12); mirístico (C14); palmítico (C16) e esteárico (C18). O ácido palmítico e o esteárico ocorrem abundantemente em todos os óleos e gorduras. No entanto, os óleos de babaçu e de amêndoa de palma apresentam abundância de ácido láurico (45-50%) e mirístico (15-18%).

✓ **Ácidocaproico(ácido-hexanoico)**

É encontrado na gordura do leite de cabra ($\pm 2,5\%$) e em pequenas quantidades (1%) no óleo de coco. É também um líquido incolor, com PF $-3,5^{\circ}\text{C}$ e PE $205,8^{\circ}\text{C}$. É praticamente insolúvel em água, mas solúvel em etanol e éter etílico.

✓ **Ácido caprílico(ácido-octanoico)**

É também encontrado na gordura do leite, principalmente de cabra. Atinge teores de até 3,5%, sendo menor quantidade na gordura do coco. É incolor, de PF $16,3^{\circ}\text{C}$ e PE $239,6^{\circ}\text{C}$. É insolúvel em água, mas infinitamente solúvel em etanol e éter etílico. É também solúvel em benzeno, clorofórmio, sulfeto de carbono e ácido acético glacial.

✓ **Ácidocáprico(ácido n-decanoico)**

É encontrado no óleo de coco e na gordura do leite, principalmente de cabra, onde pode constituir até 9,0% dos ácidos graxos totais. É obtido na forma de agulhas incolores, de PF $30,2^{\circ}\text{C}$ e PE $270,0^{\circ}\text{C}$. Sendo insolúvel em água, mas solúvel em etanol e éter etílico.

✓ **Ácido láurico(ácido dodecanoico)**

O ácido láurico é um ácido graxo saturado de cadeia média (C12:0), encontrado não somente em óleos vegetais, mas também no leite materno humano que vem sendo estudado quanto à sua atividade antibactericida contra bactérias gram-positivas como a *Helicobacter* spp apresentando rápida inativação e baixa frequência de desenvolvimento espontâneo de resistência à atividade bactericida.

✓ **Ácido mirístico(ácido tetradecanoico)**

É encontrado em quantidades variáveis e na maioria das gorduras animais e vegetais. Pode chegar a constituir até 12% do total dos ácidos existentes na gordura do leite e até 80% dos ácidos do óleo da noz-moscada (*Myristica fragrans*), de onde deriva o seu nome. É um sólido cristalino com PF $58,5^{\circ}\text{C}$ e PE $250,5^{\circ}\text{C}$ a 100 mm/Hg. É insolúvel em água, solúvel em etanol e éter sulfúrico.

✓ **Ácido Palmítico(ácido hexadecanoico)**

É encontrado praticamente em gorduras de todos os animais e vegetais conhecidos, embora em pequenas quantidades. Óleos de sementes de algodão e de dendê contêm quantidades maiores, podendo chegar a até 40% dos ácidos totais e 27% dos ácidos totais da gordura do leite. Juntamente com o ácido esteárico constitui 40% dos ácidos totais da gordura animal. O ácido palmítico é sólido cristalino, PF 63,0°C e PE 215°C a 15 mm/Hg. A 345°C sofre decomposição.

✓ **Ácido Esteárico(ácido octadecanoico)**

É menos distribuído e encontra-se em menor quantidade na natureza do que o ácido palmítico. É encontrado na maioria das gorduras das sementes e polpas de frutas, em óleos de animais marinhos e na gordura do leite. Juntamente com o ácido palmítico constitui até 40% do total de ácidos graxos do toucinho e sebo. É sólido, formando cristais incolores, com PF 69,6°C e PE 383°C.

1.8. Métodos de extração de óleo

De acordo com Gonzalez *et al.* 2008, existem vários métodos para a extração de óleos, no entanto, os principais são a extração artesanal, mecânica e por solvente. A extração por solvente consiste em colocar um solvente orgânico em contacto direto com a matriz vegetal. Após um intervalo de tempo suficiente para que ocorra a transferência dos constituintes solúveis presentes na planta, efectua-se a separação das fases sólida e líquida. Obtem-se o óleo pela evaporação do solvente presente na fase líquida (STEFFANI, 2003).

Essa metodologia é indicada para óleos que são muito instáveis, não suportando aumentos de temperatura. Neste processo os solventes orgânicos mais utilizados para extração dos óleos são o hexano, benzeno, metanol, etanol, propanol, acetona, pentano e diversos solventes clorados (FILIPPIS, 2001).

Efeitos negativos da utilização de solventes orgânicos é a dificuldade na remoção de todo o solvente residual e a extração de compostos não voláteis. Para remoção destes compostos é necessária muita energia e alto investimento em equipamentos, além disso, os solventes podem provocar alterações químicas nas moléculas e efeitos tóxicos nos consumidores (SARTOR, 2009).

1.8.1. Extração artesanal

No método de extração artesanal a polpa do fruto é submetida ao cozimento intensivo em um recipiente contendo água, isto é, após a fervura, o óleo sobrenadante é separado da parte aquosa. Em seguida, ocorre a secagem do óleo em fogo baixo, com a utilização de um recipiente metálico sobre uma chapa quente até que o óleo perca a opacidade devido à humidade, após esse procedimento, o óleo é filtrado em papel de filtro (PINHO, 2018).

De acordo com Carvalho (2011), o método artesanal apresenta alguns inconvenientes, como baixo rendimento, produto com aspecto opaco e alta humidade. Para evitar o processo de oxidação em poucos dias, o óleo de coco artesanal deve ser centrifugado, o que proporciona melhor separação da fase oleosa e resíduos da extração.

De acordo com Mendonça (2020), a extração artesanal é uma técnica que proporciona uma tendência de baixo rendimento final, sendo recomendado para sementes oleaginosas. Na extração artesanal efectua-se o previo cozimento em água por 3 horas, seguidamente realiza-se a trituração em uma prensa hidráulica que resulta numa mistura heterogénea (composta por duas fases) óleo e água, sendo o óleo a fase leve, sobrenadante, separada por decantação com a água mais densa (GABRIEL, 2015).

1.8.2. Extração mecânica

A extração mecânica pode ser realizada pela técnica de prensagem, sem a utilização de solventes, desta forma, o produto obtido mantém suas propriedades naturais. Porém, devido a sua menor eficiência na retirada de óleo da fruta ou semente, essa extração pode ser combinada à extração por solvente para aumentar o rendimento. Quando realiza a prensagem com alta pressão, o conteúdo de óleo residual na torta é reduzido em 5%, dispensando o subsequente uso do solvente (PINHO, 2018).

A extração por prensagem apresenta menor custo de extração, devido ao facto de não utilizar energia eléctrica e solventes, como também não gera aquecimento do óleo e da torta, sendo necessário apenas uma prensa e um cilindro extractor (CARVALHO, 2011).

A extração mecânica é realizada por dois métodos (i) a quente e (ii) a frio onde a quente recorre-se a aparelho Soxhlet e prensagem. Por outro lado, a extração a frio que consiste na extração por

solvente orgânico e, ou ultrassom, e a prensagem realizada é sucedida pela aplicação de solvente (BORGES *et al.*, 2016).

De acordo com Lira *et al.* (2021), no processo de extração mecânica não há necessidade de recorrer a nenhum composto químico, para além de não gerar nenhum resíduo tóxico aos ecossistemas. Porém, o método apresenta baixo rendimento, sendo recomendado para sementes oleaginosas, para o caso de andiroba, amendoim (*Arachis hypogaea L.*), oliva (*Olea europaea*), babaçu (*Orbignya phalerata*), castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*), girassol (*Helianthus annuus*).

1.8.3. Extração de óleo a frio

Segundo Dias (s/d), o óleo “prensado a frio”, nos referisse aos óleos extraídos de sementes e amêndoas processadas com calor máximo de 50 °C. Isso garante a preservação dos ácidos graxos essenciais (AGEs) do tipo cis, que são muito importantes na constituição e regulação das membranas das células do corpo. Além disso, a prensagem a frio de sementes e amêndoas assegura a preservação dos tocoferóis ou vitaminas naturais. Os óleos extraídos a frio possuem fitoesteróis naturais benéficos à saúde.

A extração por prensagem a frio associa-se ao elevado teor de compostos fenólicos e alta capacidade antioxidante, quando comparado ao método de extração por solvente mediante a baixa temperatura de extração (MENDONÇA, 2020).

De acordo com Ferreira *et al.* (2011), o método de extração de óleo de coco por prensagem a frio apresenta alto teor de compostos fenólicos e alta capacidade antioxidante, quando comparado ao método de extração por solventes orgânicos devido a baixa temperatura.

Segundo Santos *et al.* (2013), a extração mecânica e, ou prensagem a frio são utilizadas máquinas despulpadoras em que os frutos são imersos em água a 45°C por 60 minutos, seguidamente adicionados com água potável. Posteriormente, a polpa deve ser desidratada em estufa até peso constante à 45°C durante 48 horas, esta passa para uma prensa hidráulica manual e o óleo é obtido e coletado, preferencialmente em vidro âmbar.

1.8.4. Extração por solvente

Atendendo a Ramalho e Suarez (2013), os produtos como a soja e algodão, apresentam pouco conteúdo de óleo, em torno de 20% do peso dos grãos de material graxo, e a extração do óleo dos mesmos recorre-se a prensagem mecânica e os grãos após serem torrados e triturados sofrem directamente a extração por solventes orgânicos.

Na extração por uso de solventes orgânicos, o material a ser submetido à extração é previamente triturado e, ou retalhado em fatias de modo a facilitar a penetração do solvente e a retirada do óleo, visto que, o óleo contido ao redor das partículas obtido através da dissolução e a camada de óleo que está no interior das células intactas é removida por difusão (MANDARINO, 2013).

De acordo com Suarez (2007), o solvente mais utilizado é o hexano, devido a sua capacidade de satisfazer uma série de exigências apropriadas para a operação, como (i) a dissolução do óleo, sem agir nos componentes dos grãos; (ii) este composto apresenta composição homogênea e estreita faixa de temperatura de ebulição, em torno de 70°C, que diminui a decomposição do óleo; (iii) por ser imiscível em água, atua de forma a inibir a formação de azeótropos, e (iv) possui baixo calor latente de ebulição.

2.5.5. Extração por torrefação

Torrefação é um processo de aquecimento a seco que é dividido em três fases, na primeira chamada de fase de secagem a temperatura vai até 100°C, na segunda tem-se uma fase que atinge 170 a 220°C do qual resulta a maioria dos componentes de aroma e finalmente a fase de resfriamento (POISSON *et al.*, 2017).

De acordo com Lee *et al.* (2004), Tradicionalmente a torrefação é aplicada em sementes de condimentos para extração de óleo e durante esse processo são desenvolvidos aroma e sabores agradáveis, os quais são transferidos ao óleo depois da extração. Dessa forma o processo de torrefação é o passo fundamental para produção de óleo de condimento, ocasionando modificações na cor, sabor, na composição e na qualidade do óleo que são influenciadas pelas condições do processo.

1.9. Controle de qualidade

1.9.1. Humidade

Geralmente, o teor de humidade é determinado por uma abordagem Termo gravimétrica, ou seja, pela perda na secagem, na qual a amostra é aquecida e a perda de peso devido à evaporação da humidade é registada. As tecnologias de análise de humidade geralmente usadas são o analisador de humidade e o forno de secagem combinados com uma balança (TOLEDO, 2019).

O método determina teor de humidade e matéria volátil em óleo e gordura, através do aquecimento da porção teste a 103°C, por várias etapas até que a substância volátil seja completamente eliminada. A humidade é responsável pela diminuição da energia, por causa do aumento da concentração de ácidos graxos livres, e é recomendável que seja menor do que 1% o conteúdo de humidade (MARTINS, 2015). O óleo de coco obtido deve apresentar teor de humidade em torno de 0,20%. Por sua vez, Carneiro (2011) e Santos *et al.* (2005), relatam que o teor de humidade deve encontrar-se dentro do limite máximo de 0,12% de humidade.

1.9.2. Densidade

A densidade de uma amostra é definida como razão entre sua massa e seu volume, $p = m/v$. As unidades de medida comuns para densidade são g/cm^3 . Ao contrário de grandezas como massa e comprimento, que são grandezas fundamentais, a densidade é uma grandeza derivada, pois é definida através de outras grandezas. É a relação existente entre o peso de um determinado volume de matéria e o peso de igual volume de água medido a mesma temperatura. Na prática os métodos mais comumente utilizados para determinar a densidade utilizam hidrometros ou picnometros (MARTINS, 2015). Sales *et al.* (2020), propõem que a densidade do óleo de coco varia de 0,9202 a 0,9202 g/cm^3 . Atendendo a Lima (2012), assume que os resultados deste parâmetro devem variar em torno de 0,910, similarmente com a pesquisa de Maciel Junior (2010), elucida que a densidade do óleo é de 0,912 g/cm^3 ao ser emulsificado em água.

1.9.3. Índice de acidez

Segundo a AOCS (2009), o índice de acidez é definido como o número de miligrama de hidróxido de potássio necessário para neutralizar um grama da amostra. O método pode ser aplicado a óleos brutos e refinados, por meio de titulação, com solução álcali-padrão. De acordo

com o Codex-Stan (2015), o valor máximo de índice de acidez permitido é de 0,6 mg KOH/g óleos refinados.

A acidez é geralmente expressa como índice de acidez ou conteúdo de ácidos graxos livres. O índice de acidez é definido como a quantidade em miligramas de KOH necessários para neutralizar os ácidos graxos livres presentes em um grama de óleo. O conteúdo de ácidos graxos livres é definido como a porcentagem em massa desses ácidos. Quando assumidos como ácido oleico, a massa molecular relativa é de 282 e o resultado é expresso como % em massa de ácido oleico. A presença de ácidos graxos livres em excesso é indesejável principalmente por causar alteração nas características organolépticas (escurecimento, aparecimento de odor e sabor desagradáveis, entre outras) do óleo. De acordo com a Instrução Normativa Nº 49, os óleos vegetais devem estar na faixa de 3,0mg de acidez (Brasil, 2006). Atendendo a Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece que o índice de acidez do óleo deve estar na faixa de 4,0m/g óleo para óleos vegetais não refinados.

1.9.4. Índice de peróxido

O índice de peróxido é um indicador dos estágios iniciais de deterioração oxidativa de óleos e gorduras, sendo expresso em miliequivalente de peróxido por quilograma de amostra. Os procedimentos analíticos para avaliar o índice de peróxidos são empíricos e a precisão depende das condições experimentais. Os peróxidos (ROOH) podem ser medidos por métodos titulométricos baseados no seu potencial de oxidação para oxidar o iodeto (I⁻) a iodo (I₂), o qual é titulado com solução padrão de tiosulfato (PEGG, 2001).

Segundo a pesquisa de Shahidi (2005), o índice de peróxidos é responsável por quantificar os compostos primários da oxidação, de forma limitada aos estágios iniciais, uma vez que pode haver instabilidade dos produtos medidos. Quanto maior o índice de peróxidos, maior será sua fragilidade em relação às reações de oxidação (WHITE, 2000). Neste âmbito, a Instrução Normativa Nº 49, mediante a sua legislação estabelece que o máximo do índice de peróxido deve estar na faixa de 15mEq para óleos vegetais (BRASIL, 2006). Por outro lado, a ANVISA (2009), padroniza que o índice de peróxido dos óleos deve apresentar o limite de 10mEq/kg.

1.9.5. Reação de Kreiss

De acordo com Moreira (2019), a rancificação trata-se de qualquer alteração no sabor e/ou odor de óleos e gorduras, seja de origem oxidativa ou cetônica, e esse processo químico gera triglicerídeos oxidados, sendo a presença destes revertida no aparecimento de coloração avermelhada ao fim do experimento, estando a intensidade da cor proporcional ao grau de rancificação do óleo.

1.9.6. Estabilidade dos óleos

Na tentativa de aumentar a vida de prateleira dos óleos e gorduras surgiram os métodos para a determinação da estabilidade oxidativa. A oxidação é a causa maioritária da deterioração de óleos e gorduras, implicando na perda de qualidade e valores nutricionais. As deteriorações sofridas nas condições de armazenamento são muito lentas, portanto para avaliar a estabilidade oxidativa, o lipídio é submetido a testes de oxidação acelerada (ROQUE, 2017).

De acordo com Roque (2017), que diversos mecanismos complexos estão envolvidos no fenômeno da oxidação lipídica, que estão relacionados com o tipo de estrutura do lipídio, como o número e natureza das insaturações presentes em seus ácidos graxos. Os triglicerídeos são considerados os principais responsáveis pelo desenvolvimento de ranço e também são os principais componentes das gorduras naturais consumidas .

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1.

Área de Estudo

O estudo foi realizado no distrito de Chókwè, situado a sul da província de Gaza, no curso medio do Limpopo, tendo como limites a norte o rio Limpopo que separa dos distritos de Mabalane, Massingir e Guijá a sul o distrito de Bilene, e o rio Mazimuchope por distrito de Bilene, Xai-Xai e Chibuto, este confina com os distritos de Bilene e Chibuto e a Oeste com os distritos de Magude e de Massingir. A superfície do distrito é de 2.450 km² e a sua população esta estimada em 197 mil habitantes, com uma densidade populacional aproximadamente a 80,3 hab/km²(MAE,2014).O ISPG encontra-se nas seguintes coordenadas: **Latitude:** -24.5333 e **Longitude:** 32.9833.

3.2. Aquisição da matéria-prima

Foram adquiridos 27 cocosno mercado Tomene da cidade Chókwè, seleccionadosatravés das suas características organolépticas quanto a cor, tamanho, peso e da quantidade de água contida no endosperma de cada coco, seguidamente acondicionados em sacos de polipropileno,e levados ao laboratório deAgro-Processamento, Higiene e qualidade de alimentos do Instituto Superior Politécnico de Gaza,para o efeito da extração e caracterização do óleo, respectivamente.

3.3. Processo de extração da polpa de coco

A obtenção da polpa de coco, prosseguiu com a quebra da copra, por conseguinte, efectuou-se a lavagem dos mesmos em água corrente para a remoçãode possíveis impurezas.Seguidamente, foi realizada a ralagem da polpa de coco com ênfase a facilitar o processo de remoção da polpa.Posteriormente, a massa de coco extraída foi acondicionada em recipientes de aço inoxidável (apêndice A) de modo a prosseguir com a pesagem da quantidade de polpa pré-estabelecida, e seguir-se às etapas de prensagem do leite e realizar-se o processo de extração de óleo para o método (a frio e por cocção).As proporções empregues no processo de extração do óleo de coco estão devidamente apresentadas na tabela 3. Para o efeito, foram utilizados 500g de polpa de coco, e 400mL de água.

Tabela 3. Proporções utilizadas no processo de extração de óleo de coco.

Matéria-prima	Métodos de extração de óleo		
	Frio	Cocção	Torrefação
Polpa de coco	500g	500g	500g
Água	400mL	400mL	400mL

Fonte: (Autora).

3.4. Métodos de extração do óleo

3.4.1. Extração do óleo usando o método a frio

Para o efeito, foram pesadas 500g de polpa de coco (Apêndice A), colocadas em triturador de vegetais e adicionou-se 400mL de água morna, em seguida, foi realizada a etapa de prensagem com um pano branco até a retirada total do leite de coco, transferindo-a para garrafa de politeraftalato de etileno (*PET*) e deixando a temperatura ambiente (25°C) durante 24 horas, no âmbito de promover a separação do óleo dos outros componentes como a água e alguns resíduos suspensos, após as quais o recipiente contendo o leite de coco foi colocada na geladeira por 3 horas. Por conseguinte, com auxílio de uma colher efectuou-se a remoção do óleo e colocou-se sob processo de banho-maria (100°C) durante 15-20 minutos com ênfase a inferir na dissolução do mesmo, em seguida realizou a transferência do óleo obtido para potes vidro de 750mL.

3.4.2. Extração de óleo usando o método de cocção

Este método consistiu em triturar 500g de polpa de coco (Apêndice A), no triturador de vegetais adicionando-se 400mL de água, por conseguinte, efectuou-se a prensagem manual com auxílio de pano branco extraíndo o leite de coco, após este processo o leite foi transferido para uma panela de aço inoxidável e deixado ferver durante 2 horas até a evaporação completa do leite ficando somente o óleo.

3.4.3. Extração de óleo usando o método da torrefação

Neste processo de extração, prosseguiu-se com a trituração de 500g de polpa de coco (Apêndice A), colocando em panela de aço inoxidável e levado ao fogo até que a polpa ficasse completamente torrada, em seguida a polpa torrada foi transferida para o triturador de vegetais e

adicionou-se 400 mL de água, triturando por 3 minutos. Feita então a trituração (Apêndice B), realizou-se a prensagem manual com recurso a um pano de cor castanho. O filtrado foi colocado em panela de aço inoxidável e deixado ferver durante 2 horas até a evaporação completa do leite ficando somente o óleo.

3.5. Rendimento do óleo de coco

O rendimento total do óleo de coco (*Cocos nucifera* L.) extraído (Apêndice C), foi determinado pela relação entre a massa do óleo medida por sua densidade a partir do volume de óleo obtido no sistema de extração, dividido pela massa inicial do coco utilizado, atendendo a metodologia descrita por Netto *et al.*, (2007). A fórmula (1) foi usada para a determinação do rendimento do óleo a base de coco.

$$\frac{\text{Volume do óleo} * \text{Densidade}}{\text{Massa inicial do coco}} * 100\% = \text{Rendimento} \quad (1)$$

3.6. Preparação das amostras

A preparação das amostras para as análises prosseguiu com a filtração do óleo. Para o efeito efectuou-se a pipetagem de uma porção da amostra de óleo extraído pelo método (a frio, por cocção e torrefação) no papel de filtro sob forma de cone contendo a solução Anidro Sulfato de Sódio (*sodium Sulphate Anhydrous*).

3.7. Análises físico-químicas

Foram avaliados os seguintes parâmetros: Teor de humidade, densidade, índice de acidez, índice de peróxido e reacção de Kreiss, seguindo os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz.

3.7.1. Teor de humidade

A determinação do teor de humidade foi realizada em triplicata pelo método gravimétrico por emprego de calor. Para o efeito, 5 gramas da amostra foram pesadas em placas de Petri e colocadas em uma estufa com ar circulante a 105°C durante 2 horas, após as quais foram retiradas com auxílio de uma pinça, deixadas arrefecer a temperatura ambiente e novamente pesadas. A equação (2) foi usada para a determinação do percentual de humidade.

$$\frac{(\text{Peso da placa} + \text{amostra})}{\text{Peso da amostra}} * 100 = \% \text{ de humidade} \quad (2)$$

3.7.2. Densidade

Para determinação da densidade, uma porção da amostra foi pipetada em placas de petri e submersas em banho-maria na temperatura de 25°C (Apêndice D) durante 30 minutos, seguidamente com auxílio de uma pinça foram transferidos para secagem em estufa com ar circulante à 105°C. A expressão (3) foi empregue para a determinação da densidade.

$$\frac{(A - B)}{C} = \text{densidade relativa} \quad (3)$$

Onde:

A - Massa do recipiente contendo óleo;

B - Massa do recipiente vazio;

C - Massa da água a temperatura de 25°C.

3.7.3. Determinação do índice de acidez

O índice de acidez foi determinado em triplicata através do método titulométrico, prosseguiu com a pipetagem de 2mL da amostra em erlenmeyer de 100mL, adicionando-se posteriormente uma quantidade de 25mL de éter-álcool com auxílio de uma proveta graduada de 100mL, seguidamente foi feita a homogeneização e a adição de 3 gotas da solução de fenolftaleína, titulando com a solução de hidróxido de sódio (NaOH a 0.1N) em uma bureta de 25mL (Apêndice E) homogeneizando até atingir o ponto de viragem do indicador. Efectuou-se a leitura do valor de hidróxido de sódio a 0.1N gasto na titulação. Está apresentado a baixo a equação (4) para a determinação do percentual da acidez.

$$\frac{V * f * 56,1}{P} = \% \text{ índice de acidez} \quad (4)$$

Onde:

V- Número de mL de solução de hidróxido de sódio 0,1N gasto na titulação;

P- Número de gramas da amostra utilizada no ensaio;

f- Factor de solução de hidróxido de sódio 0,1N;

56,1- Factor de conversão.

3.7.4. Determinação do índice de peróxido

Para a determinação do índice de peróxido foram pipetados 5 mL da amostra em um erlenmeyer de 100 mL, com posterior adição de 30 mL da solução de ácido acético-cloroformio e cuidadosamente homogeneizada, seguidamente adicionou-se 0,5 mL da solução saturada de iodeto de potássio e deixada em repouso num local escuro durante 1 minuto, por conseguinte foi feita a adição de 30 mL de água destilada, titulando com a solução de tiosulfato de sódio homogeneizando até atingir o ponto de viragem da coloração amarela do óleo, em seguida adicionou-se 0,5 mL da solução indicadora de amido, titulando até atingir o ponto de viragem do indicador da cor azul à transparente. Está apresentado a baixo a equação (5) para a determinação do percentual de peróxido.

$$\frac{(A - B) * N * f * 1000}{P} = \% \text{ peróxido} \quad (5)$$

Onde:

A – Volume da solução de tiosulfato de sódio 0,1 (ou 0,01 N) gasto na titulação da amostra;

B - Volume da solução de tiosulfato de sódio 0,1 (ou 0,01 N) gasto na titulação do branco;

N - Normalidade da solução de tiosulfato de sódio;

f - Fator da solução de tiosulfato de sódio;

P - Número de g da amostra.

3.7.5. Reação de Kreiss

A reação de Kreiss foi determinada com a inoculação de 2 mL da amostra em tubos de ensaio (Apêndice F) contendo 2 mL de éter e foram cuidadosamente homogeneizados, em seguida, foi feita a adição de 2 mL de ácido clorídrico com posterior homogeneização, após este processo efectuou-se a adição de 2 mL da solução de fluroglocina em éter, homogeneizando e em seguida aferir o resultado.

3.8. Análise de dados

Para a análise dos dados foi utilizado Delineamento em Blocos Casualizado (DBC) para 3 tratamentos T1 (extração do óleo usando o método a frio), T2 (extração usando o método de cocção) e T3 (extração do óleo usando o método da torrefação). Os dados foram organizados em

uma planilha Excel e submetidos a análise de variância (ANOVA) através do modelo linear geral (GLM), as médias foram avaliados através do teste de Tukey a nível de significância de 5%, usando o pacote estatístico Minitab versão 16.

3.9. Layout experimental

A figura 1, apresenta o esquema metodológico do delineamento experimental.

BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III
TA I	TC II	TB III
TB I	TA II	TC III
TC I	TB II	TA III

Figura 1. Layout experimental.

Fonte: Autora

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Rendimento do óleo de coco

Os resultados obtidos mediante a extração de óleo de coco, com emprego de três métodos distintos (a frio, por cocção e torrefação), estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Rendimento do óleo de coco.

Proporções empregues e obtidas na extração de óleo			
Método de extração	Polpa de cocoem (g)	Rendimento do óleo em (mL)	Rendimento do óleo em (%)
Frio	500	90ml	3,42
Cocção	500	60ml	2,40
Torrefação	500	82ml	3,28

Fonte: Autora.

Acima encontram-se representados os dados da massa inicial da polpa de coco, resultados obtidos quanto a quantidade de óleo extraído, e do rendimento do óleo extraído. Neste processo, verificou-se que a massa inicial da matéria-prima foi de 500g de polpa para o método a frio, por cocção e torrefação. Após a etapa de prensagem obteve-se extração correspondente a 90mL, 60mL e 82mL para o método a (frio, cocção e torrefação), respectivamente. O rendimento obtido variou de 2,40 a 3,42% de óleo, esta diferenciação possivelmente correlaciona-se com o processo empregue para cada técnica, visto que durante o processo a frio e por torrefação efectua-se a prensagem, considerando Lourenço *et al.* (2016) isso verifica-se com o aumento do processo da pressão por prensagem o que promove na maior compressão nos glóbulos eginosos, levando à uma ruptura maior nas células, sendo assim, responsável por uma melhor extração de óleo inferindo a maior rendimento. Em contrapartida o método por cocção envolveo processo a quente, fenómeno que pode ter inferido na volatilização do conteúdo oleico gerando tendências de baixo rendimento.No estudo realizado por Carvalho (2011) que consistia na comparação entre métodos de extração do óleo de mauritia flexuosa (*arecaceae - buriti*), obteve rendimento em torno de 4,01% de óleo extraído pelo método a frio, resultados superiores aos obtidos no presente estudo. Por outro lado, Correia *et al.* (2014), ao desenvolverem sua pesquisa acerca da avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de Girassol (*Helianthus annuus L.*) e

Coco (*Cocos nucifera*L.), relataram que orendimento obtido foi de 69,57%, resultado acima dos resultados obtidos no presente estudo.

4.2. Análises físico-químicas

Os componentes físico-químicos estudados no presente trabalho estão apresentados na tabela 5, quanto aos parâmetros: teor de humidade, densidade, índice de acidez, índice de peróxido, e reacção de Kreiss.

Tabela 5. Avaliação da qualidade do óleo de coco extraído por três métodos diferentes (a frio, por cocção e por torrefação) após 60 dias de estabilidade.

Tratamentos	Parâmetros				
	Humidade	Densidade	Índice de acidez	Índice de peróxido	Reacção de Kreiss
A	0,14±0,20 ^a	0,19±0,01 ^a	1,30±0,16 ^a	0,02±0,00 ^b	Não rancificado
B	0,13±0,13 ^a	0,20±0,00 ^a	1,12±0,00 ^b	0,04±0,00 ^b	Rancificado
C	0,12±0,03 ^a	0,20±0,00 ^a	1,77±0,23 ^a	0,11±0,00 ^a	Rancificado

Medias ± desvio padrão, seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não possuem diferenças significativas entre si a nível de 5% de Tukey. **A**- Óleo extraído através do método a Frio; **B**- Óleo extraído através do método de Cocção; **C**- Óleo extraído através do método de Torrefação.

Fonte: Autora.

4.2.1. Teor de humidade

Os resultados de teor de humidade variaram de 0,12±0,03 a 0,14±0,20%. Neste âmbito, verificou-se que o tratamento A obteve maior percentual de humidade na faixa de 0,14±0,20%, seguido pelo tratamento B com humidade em torno de 0,13±0,13% e C na faixa de 0,12±0,03%. Considerando Timilsena *et al.* (2017), as variações observadas quanto ao teor de humidade dos óleos de coco, correlacionam-se com susceptibilidade da quebra hidrolítico do óleo actuando no aumento do conteúdo de ácidos graxos livres e do sabor ranço. Estatisticamente, todos tratamentos não apresentam diferenças significativas ($p > 0,05$) entre si.

De acordo com a avaliação realizada por Maranhão (2018), obteve teor de humidade em torno de 0,31%, estando acima dos resultados obtidos no presente estudo com teores de humidade na faixa

de 0,12 a 0,14%. No estudo desenvolvido por Sales *et al.* (2020) sobre caracterização físico-química do óleo de coco industrial e artesanal e suas aplicações tecnológicas, obtiveram teor de humidade em torno de 2,52% para o óleo industrial e 3,41% para o óleo artesanal, respectivamente, resultados acima dos encontrados no presente estudo nas faixas de 0,12 a 0,14%, assemelhando-se aos resultados obtidos por Martins e Santos (2015) em seu estudo que objectivou no estudo comparativo das propriedades do óleo de coco obtido pelo processo industrial e artesanal, na faixa de 0,2% de humidade.

Por sua vez, Carneiro (2011) e Santos *et al.* (2005), relatam que o teor de humidade deve encontrar-se dentro do limite máximo de 0,12%, concordando com o tratamento A do presente estudo (extraído pelo método a frio) com 0,12%, podendo ser classificado comercialmente como óleo do tipo 1. Resultados inferiores foram reportados por Correia *et al.* (2014) em seu estudo sobre avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de coco (*cocos nucifera L.*), em que obtiveram teor de humidade em torno de 0,5%. Resultados inferiores foram observados no estudo de Lima (2012), em que relatou que o teor de humidade variou de 0,051 a 0,106%.

4.2.2. Densidade

Os resultados obtidos demonstraram que os valores da densidade variaram entre $0,19 \pm 0,01$ a $0,20 \pm 0,00$ g/mL. Maior densidade foi verificado nos tratamentos B e C com valores em torno de $0,20 \pm 0,00$ g/mL, respectivamente. Menor valor de densidade foi notório no tratamento A na faixa de $0,19 \pm 0,01$ g/mL. Atendendo a Ribeiro e Saravalli (2004), as variações observadas quanto a densidade do óleo, relacionam-se com elevadas proporções de insaturações e menor peso molecular dos ácidos graxos, influencia na taxa de coalescência do óleo em emulsões na água. Estatisticamente, todos tratamentos não apresentam diferenças significativas ($p > 0,05$) entre si.

Na pesquisa desenvolvida por Maranhão (2018) com ênfase à extração e caracterização física e química do óleo de baru, obteve densidade na faixa de $0,34 \pm 0,01$ g/mL, resultado superior aos encontrados no presente estudo em torno de 0,19 a 0,20 g/mL, resultados acima dos obtidos foram verificados de igual forma no estudo conduzido por Sales *et al.* (2020) sobre caracterização físico-química do óleo de coco industrial e artesanal e suas aplicações tecnológicas, que obteve

densidade de $0,9204\text{g/cm}^3$ ao óleo industrial e $0,9202\text{g/cm}^3$ para o artesanal. A densidade encontrada do óleo de coco no presente estudo, foi inferior ao obtida no estudo de Lima (2012), na faixa de 0,910, assimilando aos resultados obtidos por Maciel Junior (2010) em torno de 0,912%, ao pesquisar acerca de caracterização físico-química, qualidade e estabilidade oxidativa do óleo de baru.

Os resultados encontrados para o parâmetro densidade no presente estudo, são inferiores aos verificados por Correia *et al.* (2014) em sua avaliação acerca das potencialidades e características físico-químicas do óleo de coco (*cocos nucifera L.*), em que obtiveram densidade na faixa de $0,91\text{g/cm}^3$. Resultados próximos foram reportados por Alves *et al.* (2015), ao analisar as características físico-químicas de óleo de cocose essenciais, verificaram valores de densidade em torno de $0,86\text{mg/mL}$. Por sua vez, Martins (2015) relataram em seu estudo que objectivou no estudo comparativo das propriedades do óleo de coco obtido pelo processo industrial e artesanal foi de $0,89\text{mg/mL}$, esta diferenciação pode ser justificada devido a menor peso molecular dos ácidos graxos, considerando também as proporções de insaturações dos óleos, afectando directamente na taxa de coalescência do óleo em emulsões na água.

4.2.3. Índice de acidez (% de ácido oleico)

Os resultados obtidos para o índice de acidez demonstram que as médias dos tratamentos variaram entre $1,12\pm 0,00$ a $1,77\pm 0,23\%$ de ácido oleico. Variações não consideráveis foram verificadas entre o tratamento A e C, com níveis de acidez de 1,30% para o tratamento A; tratamento C com 1,77%. Variação significativa com tendência de baixo índice de acidez em relação as demais foi verificada perante o tratamento B com valor em torno de 1,12%. As variações observadas quanto ao índice de acidez dos óleos de coco, atendendo Soares (2013) correlacionam-se aos factores como o manuseamento, armazenamento e do método de extração empregue. Estatisticamente, os tratamentos (A e C) não possuem diferenças significativas ($p > 0,05$) entre si. Diferenças significativas ($P < 0,05$) foram verificadas perante o tratamento B em relação a A e C.

Os resultados obtidos no presente estudo, vão de acordo com a Instrução Normativa N° 49, que estabelece que os óleos vegetais, devem estar na faixa de 3,0 mg (Brasil, 2006).

Resultados inferiores aos obtidos no presente estudo na faixa de 1,12 a 1,77%, foram reportados por Machado et al. (2006) ao avaliarem as características físicas e químicas de óleos de coco, obtiveram 0,092% de ácido láurico para a primeira amostra e 0,096% de ácido láurico para a segunda, assemelhando com os resultados obtidos na avaliação realizada por Maranhão (2018) ao efectuar a extração e caracterização física e química do óleo de baru, obteve índice de acidez na faixa de 0,150%, resultado inferior aos encontrados no presente estudo em torno de 1,12 a 1,77%. Ferreira et al. (2006) ao desenvolverem seu estudo na extração do óleo de castanha (*Bertholletia excelsa*), obtiveram índice de acidez de $0,207 \pm 0,05\%$, igualando aos resultados encontrados por Abrantes et al. (2013) em óleos de coco extra virgem, índices de acidez na faixa de $0,262 \pm 0,00$ e $0,795 \pm 0,02\%$. Por outro lado, Sales et al. (2020) ao efectuarem a caracterização físico-química do óleo de coco industrial e artesanal e suas aplicações tecnológicas, obtiveram índices de acidez de 0,05 e 0,12% o óleo industrial e artesanal, respectivamente, assemelhando-se aos resultados obtidos por Martins (2015) em sua pesquisa acerca do estudo comparativo das propriedades do óleo de coco obtido pelo processo industrial e artesanal, obtiveram índice de acidez em torno de 0,55%.

Na pesquisa de Lima (2012) sobre efeitos dos parâmetros da extração e avaliação da qualidade física e química dos óleos, obteve índice de acidez na variação de 0,420 a 1,193% em ácido oleico, concordando com os resultados obtidos no presente estudo no intervalo de 1,12 a 1,77%.

Resultados acima dos encontrados no presente estudo na faixa de 1,12 a 1,77%, foram observados no estudo conduzido por Rodrigues et al. (2013) acerca de extração artesanal e caracterização físico-química do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*), obtiveram índice de acidez de 3,22%, similando aos resultados obtidos por Alves et al. (2015), ao avaliar as características físico-químicas de óleo de coco, obteve índice de acidez na faixa de 3,09%. Estes valores encontram-se de acordo com os valores permitidos pelas Normas Padrões, estabelecidas pela ANVISA (2009), que são de 4,0% óleo para óleos vegetais não refinados.

4.2.4. Índice de peróxido

Os resultados obtidos para o índice de peróxido evidenciaram que os tratamentos variaram entre $0,02 \pm 0,00$ a $0,11 \pm 0,00\%$. Variações não consideráveis foram observadas entre o tratamento A e B, com médias de índice de peróxido na faixa de 0,02% para o tratamento A; 0,04% para o

tratamento B. Variação significativa com tendência de elevando índice de peróxido foi aferido no tratamento C com média de 0,11%. As diferenciações que se observam no índice de peróxido dos tratamentos de óleos de coco extraídos, considerando Ribeiro (2010), justificam-se pela presença de compostos fenólicos e carotenoides, inferem na capacidade antioxidante que actua dificultando a rancidez oxidativa. Estatisticamente, os tratamentos (A e C) não possuem diferenças significativas ($p > 0,05$) entre si. Diferenças significativas ($P < 0,05$) foram verificadas perante o tratamento B em relação a A e C.

Os resultados obtidos no presente estudo ao efectuar a avaliação físico-química e do rendimento do óleo de coco extraído por três métodos distintos (a frio, cocção e torrefação) variaram de 0,02 a 0,11%, são inferiores aos obtidos no estudo conduzido por Maranhão (2018) em seu estudo sobre extração e caracterização física e química do óleo de Baru, que obteve índice de peróxido na faixa de 6,45%. Por sua vez, Sales et al. (2020), obtiveram índice de peróxido em torno de 3,22 a 5,73, respectivamente, estando acima dos resultados obtidos no presente estudo. Oliveira et al. (2021), estudando a avaliação físico-química do óleo extraído de amendoim (*arachis hypogaea*), encontraram índice de peróxido em torno de 1,20%, indicando boa qualidade e bom estado de conservação. Resultados superiores foram relatados de igual forma no estudo realizado por Lima (2012), na faixa de 1,0 a 2,09% em seu estudo sobre efeitos dos parâmetros da extração e avaliação da qualidade física e química dos óleos de baru e amendoim, assim como, Martins (2015) obtiveram 0,95% de índice de peróxido.

Os resultados obtidos no presente estudo são concordantes com a Instrução Normativa N° 49, que determina legislação máximo de 15% para óleos vegetais, segundo Brasil (2006), valores de índice de peróxido baixos caracterizam óleo com boa estabilidade oxidativa. Segundo a ANVISA (2009) o índice de peróxido dos óleos deve apresentar o limite de 10%.

4.2.5. Reacção de Kreiss

Os resultados obtidos na reacção de Kreiss evidenciam que o tratamento A (óleo extraído pelo método a Frio) não se apresentou rancificado (-) após 60 dias de estabilidade, indicando boa qualidade e bom estado de conservação. Por outro lado, os tratamentos B e C (óleo extraído através do método por Cocção e Torrefação) caracterizaram-se rancificados (+) após 60 dias de estabilidade, respectivamente.

De acordo com a pesquisa realizada por Moreira (2019) reportou em seu estudo sobre avaliação da qualidade dos óleos de fritura usados em estabelecimentos comerciais do ramo alimentício em palmas, que três amostras de óleo, apresentaram-se ranços, características semelhantes foram observadas no presente estudo para o óleo B e C. Na mesma senda Moreira (2019), referenciou ainda que a rancificação trata-se de qualquer alteração no sabor e/ou odor de óleos e gorduras, seja de origem oxidativa ou cetônica, e esse processo químico gera triglicerídeos oxidados, sendo a presença destes revertida no aparecimento de coloração avermelhada ao fim do experimento, estando a intensidade da cor proporcional ao grau de rancificação do óleo.

5. CONCLUSÃO

Produzido o óleo de coco, o método de extração a frio caracterizou 3,42% do rendimento final, 2,4% e 3,28% dos métodos de extração por cocção e torrefação.

Os parâmetros físico-químicos do óleo de coco, evidenciaram semelhanças quanto ao teor de humidade e densidade. Diferenças foram verificadas quanto aos níveis de acidez e índice de peróxido, desta forma quanto ao objectivo geral do presente estudo foi alcançado.

Determinada a vida útil dos óleos ao longo de 60 dias, observou-se que o óleo extraído pelo método a frio apresentou boa estabilidade hidrolítica.

Diante dos resultados obtidos verifica-se que dos métodos de extração de óleo de coco empregues no presente estudo, o procedimento de extração a frio é ideal para a extração de óleo de coco pois não infere ao extravio das características do produto final após 60 dias de praticidade.

6. RECOMENDAÇÕES

Realizado o estudo constataram-se aspectos cruciais que necessitam de extrema atenção. Deste modo, aos próximos estudos recomenda-se:

- ✚ Que sejam criadas condições que promovam à eficiência da prensagem;
- ✚ Determinar o ponto de fusão do óleo extraído pelos três métodos distintos;
- ✚ Determinar o índice de refração do óleo extraído pelos três métodos distintos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Abrantes, T. E 2013, *Caracterização físico-química do óleo de coco extra-virgem (Cocos nucifera L.)*.
- ✓ Almeida, A. P 2010, *Etanolise de óleo de coco: estudo das variáveis de processo*, Maceló.
- ✓ Alves, W.; Souza, M. C.; Almeida, A. N. S 2015, *Características físico-químicas de óleos essenciais de plantas da região do vale do juruá*.
- ✓ ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, resolução RDC nº 482, de 23 de Setembro de 2009, *Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Óleos e Gorduras Vegetais*. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em: 01 de setembro de 2017.
- ✓ AOCS - American Oil Chemists' Society. 2009, *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society*, Chicago, 6 ed.
- ✓ Aragão, W. M 2002, *Colheita e pós-colheita do coco*. In: *Sistema de produção para a cultura do coqueiro*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 63p.
- ✓ Araújo, J. S. 2008, *Produção de Biodiesel a partir de óleo de coco (Cocos nucifera L)*. UFRN.
- ✓ Araújo, M. 2009. *Renasce esperança na produção de copra*. Zambézia-on-line. <http://manueldearaujo.blogspot.com/agricultura-renasce-esperanca-na.html>. May 10.
- ✓ Arquivos Brasileiros de cardiologia 2013, vol.100, n.1. São paulo.
- ✓ Borges, A. J., Collicchio, E., Campos S, G. A. 2016, *A cultura da palma de óleo (Elaeis guineenses Jacq.) no Brasil e no mundo: aspectos agrônômicos e tecnológicos - uma revisão*. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 17, n. 27. 66-77.
- ✓ BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2006 *Instrução Normativa Nº 49, DE 22 DE DEZEMBRO*.
- ✓ Carneiro, T. B. 2011, *Frutos e polpa desidratada de BURITI (Mauritia flexuosa L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos*. Revista Verde, Mossoró – RN, v.6, n.2, p. 105.
- ✓ Carvalho, C. O. 2011. *Comparação entre métodos de extração do óleo de mauritia flexuosa l.f. (arecaceae - buriti) para o uso sustentável na reserva de desenvolvimento tupé: rendimento e atividade antimicrobiana*. Manaus-AM.
- ✓ CODEX-STAN -CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION 2015. *Codex Satandard for vegetable oils*. CODEX STAN 210 – 2015. Codex Alimentarius, Roma.

- ✓ Correia, I. M. S.; Araújo, G. S.; Paulo, J. B. A.; Sousa, E. M. B. D 2014, *Avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de Girassol (Helianthus annuus L.) e Coco (Cocos nucifera L.)*.
- ✓ Costa, O. K 2014, *Aspectos físico-químicos e nutricionais da amêndoa e óleo de coco de babaçu (orbignya phalerata mart.) e avaliação sensoriais de pães e biscoitos preparados com amêndoas*. Universidade federal do Ceará, Fortaleza.
- ✓ Dauber, R. A. 2015, *Óleo de coco: uma revisão sistemática*, Porto Alegre.
- ✓ Dos santos, T. A. F. 2014, *Extração, caracterização e aplicações do óleo essencial do cravo-da-índia (Syzygium Aromaticum)*. Pindamonhangaba- SP.
- ✓ Ferreira, B. S.; Almeida, C. G.; Faza, L. P.; Almeida, A.; Diniz, C. G.; Silva, V. L.; Grazul, R. M., & Hyaric, M. L. 2011, *Comparative properties of Amazonian oils obtained by different extraction methods*. *Molecules*, 16, 5875-5881.
- ✓ Ferreira, E.C. 2006, *Análise da cicatrização da bexiga com o uso do extrato aquoso da*
- ✓ Filippis, F. de M. 2001, *Extração com CO₂ supercrítico de óleos essenciais de Hon-sho e Ho-sho experimentos e modelagem*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ✓ Giustina, A. D. 2014, *Efeito dos óleos de coco e cártamo na adiposidade abdominal e perfil lipídico de ratas realimentadas com frutose*. Florianópolis.
- ✓ Gonzalez, W.A. 2008, *Biodiesel e óleo vegetal in natura*. Brasília: Ministério de Minas e Energia, Gurupá – Pará. Relatório de Visita Técnica.
- ✓ Gramolelli Júnior, F. 2006, *Extração de óleos essenciais e verificação da atividade antifúngica*. Jundiaí, n. 14, p.
- ✓ Lira, G. B.; Lopes, A. S. C.; Nascimento, F. C. A.; Conceição, G. S.; Brasil, D. S. B. 2021, *Processos de extração e usos industriais de óleos*. *Research, Society and Development*, v. 10, n.12, e229101220227.
- ✓ Lee, Y. C.; OH, S. W.; Chang, J.; KIM, I. H. 2004, *Chemical composition and oxidative stability of safflower oil prepared from safflower seed roasted with different temperatures*. *Food Chemistry*, v. 84.
- ✓ Lourenço, E. 2012, *Informação verbal, não publicada*. Director da Agricultura do Grupo Madal S.A.R.L. Província da Zambézia, Moçambique.

- ✓ Lourenço, J. E.S.; Silva Neto, L. D.; Silva, C.S.; Coêlho, D. G.; Carvalho, S. H. V. e Soletti, J. I. 2016. *Extração mecânica de óleo do coco (cocos nucifera l.)*. Brasil.
- ✓ Machado, G.C.; Chaves, J.B.P.; Antoniassi, R. 2006, *Composição em ácidos graxos e caracterização física e Química de óleos hidrogenados de coco babaçu*. Revista Ceres, v. 53, n. 308, p. 463-470.
- ✓ Maciel junior, S. 2010, *Caracterização físico-química, qualidade e estabilidade oxidativa do óleo de Dipteryx alata Vog. (baru)*. Rio de Janeiro.
- ✓ Malajovich, M. A. 2013, *Óleo de copra*, <http://www.bteduc.bio.br>
- ✓ Mandarin, J. M. G.; Roessing, A. C. 2014, *Tecnologia para a produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos*. Londrina: Embrapa Soja. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/462866/1/doc171.pdf>>. Acessado em 01 Outubro de 2022.
- ✓ Maranhão, P. F. 2018, *Extração e caracterização física e química do óleo de Baru*. Barra do Garças – MT.
- ✓ Marina, A. M. 2009, “*Propriedades químicas do óleo de coco extra virgem*”. Journal of the American Oil Chemists' Society, v. 86, n. 4, p. 301-307.
- ✓ Marina, A. M.; Chemany, Y. B.; Nazimah, S. A.H., Amin, I. 2009, “*Chemical Properties of Virgin Coconut Oil, Journal of the American Oil Chemists' Society,*” v. 86, p. 301-307.
- ✓ Martins, J. K. 2015, *Estudo comparativa das propriedades do óleo de coco (coco nucifera) obtido pelos processos industriais e artesanal*. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.
- ✓ Mendonça, A. P.; Almeida, F. A. C.; Oliveira, A. S.; Rosa, J. C.; Araújo, M. E. R., & Sampaio, P. T. B. 2020, *Extração de óleo de andiroba por prensa: rendimento e qualidade de óleo de sementes submetidas a diferentes teores de água e temperatura de secagem*. Scientia Florestalis. 48 (125), e2995.
- ✓ Mondjana, A.M.; Santos, L., Vaz, A., Caniço, A., Mangana, S., Nuaila, V., Massingue, F. E Massinga, J. 2010, *Manual Prático para Identificação e Maneio do Amarelecimento Letal do Coqueiro*. Arranjo gráfico e impressão: LEIMA IMPRESSÕES ORIGINAIS, LDA.
- ✓ Moreira, M. C. 2019, *Avaliação da qualidade dos óleos de fritura usados em estabelecimentos comerciais do ramo alimentício em palmas*.

- ✓ Netto, S.P; Girard, E. A; Koehler, H. S. 2007, Volume, *biomassa e rendimento de óleos essenciais do craveiro (pimenta pseudocaryophyllus (gomes) landrum)*. Rev. Acad., Curitiba, v. 5, n. 2, p. 147-165.
- ✓ OLIVEIRA, A. M.S.; SANTOS, J. C.; SILVA, E.F. (2021). *Avaliação físico-química do óleo extraído de amendoim (arachis hypogaea)*.
- ✓ Pegg, R. B. 2001, *Measurement of primary lipid oxidation current protocols in food analytical chemistry*.
- ✓ Pinheiro, A. A. 2019, *Avaliação da qualidade físico-química de óleos compostos por soja, girasol médio oleico e coco sob elevadas temperaturas*. São José do Rio Preto.
- ✓ Pinho, P.; Santos, S.; Francisca. A. 2018, *Extração e caracterização do óleo de coco (Cocos nucifera L.)*, v. 8, n 26.
- ✓ PLANO DIRECTOR SUB- SECTOR COQUEIRO 2005, DRAFT, Dezembro 2005, p 124. Ministério da Agricultura. Direitos reservados a KPMG International.
- ✓ PUDIVITRI, J. (2010). *Informação verbal sobre variedades cultivadas na Zambézia*. Coordenador do Projecto FISP/MCA.
- ✓ POISSON, L.; BLANK, I.; DUNKEL, A.; HOFMANN T. 2017, *The Chemistry of Roasting - Decoding Flavor Formation*. In: **FOLMER. The Craft and Science of Coffe**. Elsevier, 1 ed., p. 273-309
- ✓ Ramalho, Hugo F.; Suarez, Paulo A. Z. 2013, *A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino*. Revista Virtual de Química, v. 5, nº.1, jan/fev. p. 2-15.
- ✓ Ribeiro, E. P.; Saravalli, E. A. G. 2004, *Química de alimentos*. São Paulo, SP. Instituto Mauá de Tecnologia, Edgard Blucher. p. 184.
- ✓ Ribeiro, J. C. 2010, *Avaliação do potencial mutagênico e antimutagênico da polpa de açaí (Euterpe oleracea Mart) e do óleo de buriti (Mauritia flexuosa) in vivo*. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP. Ribeirão Preto,
- ✓ Rodrigues, F. M. 2013, *Caracterização físico-química do óleo de pequi (Caryocar brasiliense camb) a partir de sua extração artesanal no estado do Tocantins*.
- ✓ Rodrigues, S.; Lima. J.; Magalhães. M. J.; Oliveira, S.; Santos, C. A.; Nunes; R, A. 2016. *Química: tecnologia, desafios e perspectivas na amazônia*, Belem.

- ✓ Roque, D. V.; 2017, *Avaliação do efeito da temperatura, ciclos de aquecimento e adição de metais na estabilidade oxidativa de óleos vegetais*. Ponta Grossa. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- ✓ Salles, A. R. R.; Albuquerque, T. N.; Xavier, L. E.; Santana, A.G.; Silva, O.S.; Costa, S.S. 2020,. *Caracterização físico-química do óleo de coco industrial e artesanal e suas aplicações tecnológicas*.
- ✓ Santos, J. C. O.; Santos, L M. G.; Souza, A. G. 2005,*Effect of heating and cooling on rheological parameters of edible vegetable oils*. *Journal of Food Engineering*. Essex. v.67, p. 401-405.
- ✓ Santos, M. G. 2014, *Análise do percentual de lipídios em coco (cocos nucíferos l.) in nature do sector chacareiro de Ariquemes, Ariquemes*.
- ✓ Santos, M. N.; Cunha, H. F. A.; Lira-Guedes, A. C.; Gomes, S. C. P. & Guedes, M. C. 2014,*Saberes tradicionais em uma unidade de conservação localizada em ambiente periurbano de várzea: etnobiologia da andirobeira (Carapa guinensis Aublet)*. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeld. *Ciências Humanas*, 9 (1), 93-108.
- ✓ Sartor, R. B. 2009, *Modelagem, Simulação e Otimização de uma Unidade Industrial de Extração de Óleos Essenciais por Arraste a Vapor*. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento de Processos). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- ✓ Schecther, A.; Amaral, T. 2013,*O coco (Cocos nucífera) como matéria-prima*, Rio de Janeiro.
- ✓ Shahidi, F. 2005, *Bailey's industrial oil & fats products*. 6 ed. New York. 3616 p.
- ✓ Simões, C.M.O.; Sptizer, V. 2004, *Óleos voláteis*. Porto Alegre: UFSC.
- ✓ Soares, N. R. 2013, *Avaliação da atividade antimicrobiana e caracterização físico-química de sabonete líquido à base de óleo de baru, buriti e pequi*. 2013. 158 f. Dissertação (Mestrado) –Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiás.
- ✓ Souza, I. P. 2012,*Avaliação da implantação de uma unidade de extração do óleo de coco babaçu para o desenvolvimento sustentável de comunidades tradicionais da região amazônica*, Curitiba.
- ✓ Steffani, E. 2003,*Modelagem matemática do processo de extração supercrítica de óleo essencial de Ho-Sho (Cinnamomum camphora Nees, Eberm var. linaloolífera Fujita) Utilizando CO₂*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

- ✓ Suarez, P. A. Z.; Meneghetti S. M. P.; Meneghetti, M. R.; Wolf, C. R. 2007. *Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos: algumas aplicações da catálise na oleoquímica*. Química Nova, v. 30, n.º. 3. p. 667-676.
- ✓ Suplemento 3, p.33-39.
- ✓ Timilsena, Y. P.; Vongsvivut, J.; Adhikari, R.; Adhikari, B. 2017, *Physicochemical and thermal characteristics of Australian chia seed oil*. Food Chemistry, Vol. 228 Pag. 394–402, Austrália.
- ✓ Toledo, M. 2019, *Determinação do teor de humidade*.
- ✓ Vaz, A. 2014, *Avaliação da Eficiência e Eficácia da Estratégia de Controlo da doença do Amarelecimento Letal do Coqueiro na Província da Zambézia*. Desenvolvimento Rural – Protecção Vegetal. Maputo.
- ✓ White, P. J. O'brien, R. D., Farr, W. C., Wan, P. J. 2000, *Flavor quality of fats and oils*. In: *Introduction to fats and oils technology*, Chicago, 2. ed. Champaign.

8. APÊNDICES



Apêndice A. Polpa de coco.



Apêndice B. Polpa de coco triturada.



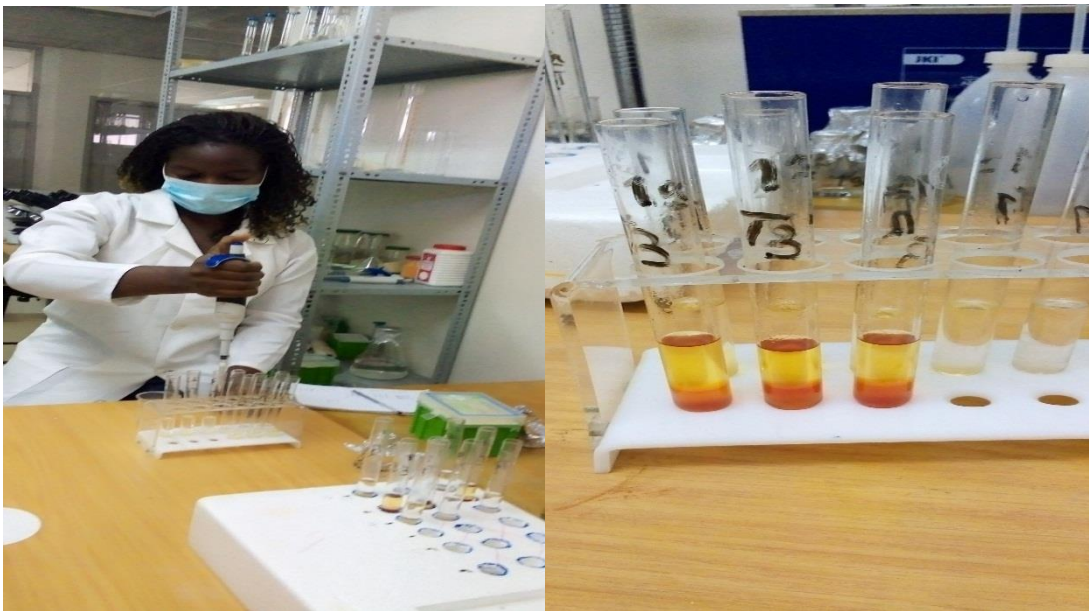
Apêndice C. Óleo extraído pelo método a frio, por cocção e torrefação.



Apêndice D. Banho-maria à 25°C e placas de petri.



Apêndice E. Bureta de 25mL e amostras tituladas.



Apêndice F. Preparação das amostras para a reacção de kreiss.