

Avaliação do rendimento e caracterização físico-química de óleo de Cocos nucifera L (coco) extraído por fermentação, cocção e radiação solar

Estevão Boavida Zita^{*1,2}, Abel Alberto Massingue Júnior^{2,3},
Marla Fernando Langa², Nomeado Mário Gomacha²,
and e Izaldo Feliciano Inguane²

¹Engenheiro de Agro-Processamento, Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique.

²Engenheiro de Processamento de Alimentos, Departamento de Engenharia de Processamento de Alimentos, Instituto Superior Politécnico de Gaza, Divisão de Agricultura, Gaza - Moçambique.

³Engenheiro de Processamento de Alimentos, Departamento de Engenharia de Processamento e Controlo de Qualidade de Pescado, Instituto Superior Politécnico de Quissico (ISPQ), Divisão de Pesca e Aquacultura, Inhambane - Moçambique.

Corresponding author: **Estevão Boavida Zita** | E-mail: ebz0125epa@gmail.com

Citation: Estevão Boavida Zita, Abel Alberto Massingue Júnior, Marla Fernando Langa, Nomeado Mário Gomacha, and e Izaldo Feliciano Inguane (2026). Avaliação do rendimento e caracterização físico-química de óleo de Cocos nucifera L (coco) extraído por fermentação, cocção e radiação solar. *Journal of Food and Biotechnology*. 157 to 163. DOI: <https://doi.org/10.51470/FAB.2026.7.1.157>

15 February 2026: Received | 16 March 2026: Revised | 12 April 2026: Accepted | 10 May 2026: Available Online

Abstract

The extraction of coconut oil (*Cocos nucifera* L.), widely practiced in Mozambique, represents a viable alternative for communities with limited access to industrial technologies, and is valued for its nutritional and functional properties. The objective of this study was to evaluate traditional methods of coconut oil extraction (solar radiation, pulp cooking, milk cooking, and natural fermentation). The quality parameters determined were moisture content by drying at 105 °C, density by the gravimetric method in an oven at 105 °C, acidity index by titration with 0.1 KOH, and saponification index by titration with 0.01 N Na₂S₂O₃. The physical-chemical parameters showed moisture content ranging from 0.39 ± 0.05 to 0.87 ± 0.61%, density around 0.76 ± 0.01 to 0.81 ± 0.02 g/cm³, acidity index of 1.66 ± 0.08 to 1.96 ± 0.03%, and saponification index ranging from 0.65 ± 0.16 to 0.81 ± 0.23 mg KOH/g. The data were evaluated using RStudio 4.2.1 software in a DBC, with a significance level of 5%. The results showed that the fermentation extraction method produced better quality, with lower moisture content, controlled acidity, and density within established standards. Solar radiation, although economical, is highly dependent on environmental conditions, while pulp cooking resulted in higher acidity, affecting oil stability. It is concluded that traditional extraction methods have the potential to obtain quality oils, and it is recommended that practices be standardized and the use of sustainable techniques with potential for application be encouraged.

Keywords: coconut, oil, physicochemical quality, and artisanal extraction.

1. INTRODUÇÃO

O coco (*Cocos nucifera* L.), pertencente à família *Arecaceae*, é uma planta tropical amplamente distribuída nas regiões costeiras de países em desenvolvimento, como Moçambique. A polpa do coco é rica em lipídios, sendo tradicionalmente utilizada para a extração de óleo vegetal com elevado valor agregado e múltiplas aplicações nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica [27].

As propriedades físicas e químicas de um óleo estão relacionadas principalmente com a sua composição em ácidos graxos, com o grau de insaturação e posição destes na molécula de glicerol e com o comprimento da cadeia carbônica dos mesmos. A diferença entre uma gordura e um óleo está no estado físico em temperatura ambiente, isto é, uma gordura é um sólido e óleo é um líquido geralmente, as gorduras sólidas são indicadas por um maior índice de ácidos graxos saturados, e os líquidos por um alto nível de ácidos graxos insaturados [19].

O óleo de coco contém ácido caprílico, ácido cáprico, ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oleico, ácido linoleico e ácido láurico, este último encontrado em proporções mais elevadas. Outros componentes encontrados em menor concentração são os monoglicerídeos, diglicerídeos, fosfatídeos, ceras, pigmentos (carotenoides e clorofila) e esteróis (matéria insaponificável) como os tocoferóis, que inibem a oxidação das cadeias de ácidos graxos insaturados do óleo de coco [11].

O óleo de coco destaca-se por seu alto teor de ácidos graxos de cadeia média, especialmente o ácido láurico, conhecido por suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias [16]. Esses atributos tornam o óleo de coco um ingrediente funcional com potencial para promover a saúde e prevenir doenças, além de ser valorizado por suas características sensoriais e estabilidade oxidativa [20].

Possíveis alterações físico-químicas nos óleos, como a oxidação e a hidrólise, alterações no índice de acidez, índice de peróxido e índice de refração podem levar à produção de compostos tóxicos como peróxidos, aldeídos, cetonas, radicais livres, ácidos graxos trans e outros, prejudiciais à saúde humana, além de alterações de sabor, cor e odor. Tais compostos tóxicos podem desenvolver doenças de natureza cardiovascular, além de câncer, artrite e envelhecimento precoce [19].

A extracção do óleo de coco pode ser realizada por diferentes métodos, variando desde tecnologias industriais sofisticadas até técnicas tradicionais acessíveis a pequenas comunidades. Entre os métodos tradicionais, destacam-se a extracção por radiação solar, a fervura do leite de coco e o cozimento directo da polpa. Apesar de rudimentares, essas técnicas apresentam vantagens como baixo custo, simplicidade e independência de energia eléctrica, sendo ideais para regiões com recursos limitados. Contudo, o rendimento e a qualidade do óleo obtido podem variar significativamente em função do método utilizado, das condições ambientais e da padronização do processo [22].

O óleo de coco exerce um papel significativo na economia e cultura de várias comunidades tropicais, especialmente em países em desenvolvimento como Moçambique. Ele representa uma importante fonte de renda para pequenos produtores rurais e contribui para a geração de emprego local, além de ser um insumo valioso para indústrias alimentícias, cosméticas e farmacêuticas [20]. No entanto, apesar dos benefícios económicos e sociais, o sector enfrenta desafios como a falta de tecnologias adequadas para extracção eficiente, baixa padronização e dificuldades no acesso a mercados competitivos, o que limita o potencial de valorização do produto e a melhoria da qualidade de vida das populações envolvidas [27].

Um problema central reside na insuficiência de pesquisa aplicada que conecte as técnicas tradicionais de extracção com inovações tecnológicas sustentáveis e economicamente viáveis, visando aumentar o rendimento e a qualidade do óleo, bem como garantir a sustentabilidade ambiental e social dos processos [9]. Nesse contexto, a academia tem um papel fundamental no desenvolvimento de metodologias que integrem conhecimento científico e práticas locais, promovendo a capacitação técnica dos produtores e o desenvolvimento de cadeias produtivas mais resilientes e inclusivas [16].

O óleo de coco apresenta impactos positivos directos na saúde pública devido às suas propriedades funcionais, como acção antimicrobiana e anti-inflamatória, o que amplia seu potencial como produto de valor agregado para comunidades que tradicionalmente o consomem [20].

Além do rendimento, esta pesquisa visa contribuir para o fortalecimento do conhecimento técnico-científico sobre métodos de extracção artesanal, proporcionando subsídios para que comunidades locais possam aprimorar suas práticas e melhorar o aproveitamento económico do coco, com maior eficiência e menor desperdício de matéria-prima [3].

2. METODOLOGIA

2.1. Descrição do local

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Processamento Agroalimentar do Instituto Superior Politécnico de Gaza (ISPG), nas coordenadas entre: 24°31'03.6"S e 32°59'17.6"E), localizado no distrito de Chókwè, província de Gaza, com o rio Limpopo a norte separando os distritos de Mabalane, Massingir e Guijá, o distrito de Bilene a sul, e o rio Mazimuchope nos distritos de Bilene, Xai-Xai e Chibuto, que faz fronteira com os distritos de Bilene e Chibuto, e os distritos de Magude e Massingira a oeste [14].

2.2. Caracterização do local de estudo

O distrito é caracterizado por clima tropical semi-húmido. Durante o período experimental, as temperaturas médias variaram entre 28 °C e 32 °C, com humidade relativa do ar entre 60% e 80%, condições adequadas para condução de processos envolvendo evaporação natural e cozimento.

As instalações laboratoriais contam com bancadas para manipulação de alimentos, utensílios metálicos e plásticos esterilizáveis, balança digital de precisão, fontes de calor, recipientes de vidro e alumínio, além de acesso à água potável filtrada. Para o método de extracção por radiação solar, foi utilizado um pátio externo dentro do recinto da instituição, exposto à luz solar directa durante o dia. A escolha deste local permitiu a condução controlada, segura e reprodutível de todos os métodos de extracção, assegurando condições padronizadas de higiene, temperatura e tempo de processamento.

2.3. Métodos

2.3.1. Aquisição de matérias-primas

A matéria-prima utilizada foi adquirida no Mercado Central de Chókwè, em quantidade suficiente para a realização dos ensaios. Foram escolhidos frutos inteiros, com peso médio uniforme, descartando-se aqueles que apresentavam fissuras, manchas escuras ou sinais de deterioração. A seleção foi feita com base em critérios físicos e sensoriais, considerando a integridade da casca, o grau de maturação avaliado pela coloração e pelo som interno ao agitar o fruto, o peso e a presença de água de coco. Para reduzir viés na escolha, aplicou-se o método de amostragem aleatória simples, garantindo que apenas frutos em boas condições fossem utilizados no processamento experimental.

2.3.2. Procedimentos de extracção

A extracção do óleo prosseguiu com a quebra da copra dos cocos e lavados em água corrente para remover eventuais impurezas. De seguida, a polpa do coco foi ralada para facilitar o processo de extração da polpa. A massa (500g) de coco extraída foi então colocada em recipientes de aço inoxidável para que se pudesse pesar a quantidade pré-estabelecida de polpa, seguindo-se as etapas de prensagem do leite com recurso a uma prensa manual e coado com recurso a um pano musselina. O processo de extração do óleo prosseguiu mediante a 3 métodos distintos (por radiação solar, fermentação e cocção: (i) polpa e (ii) leite) tendo em conta que a temperatura de extracção para cada método baseou-se em:

1. Radiação Solar: A extração foi realizada à temperatura ambiente, variando entre 15 °C e 27 °C, dependendo das condições climáticas do dia e do período de exposição ao sol.

A temperatura não foi controlada artificialmente, refletindo as condições naturais do local de exposição.

2. Fermentação Natural: O processo fermentativo decorreu também em temperatura ambiente, entre 25 °C e 28 °C, proporcionando um ambiente propício para a acção enzimática e microbiana responsável pela liberação do óleo da polpa.

3. Cozimento do Leite de Coco: O leite extraído da polpa foi aquecido até aproximadamente 99,7 °C, mantendo-se constante durante 90 minutos, permitindo a coagulação das proteínas e a separação do óleo.

4. Cozimento Direto da Polpa: A polpa ralada foi cozida em água, com temperaturas variando de 94,4 °C a 97,8 °C, durante 119 a 126 minutos, para facilitar a liberação do óleo antes da filtração. Tendo em consideração os factores descritos na tabela 1. O processo de extração do óleo de coco está apresentado na Figura 1.

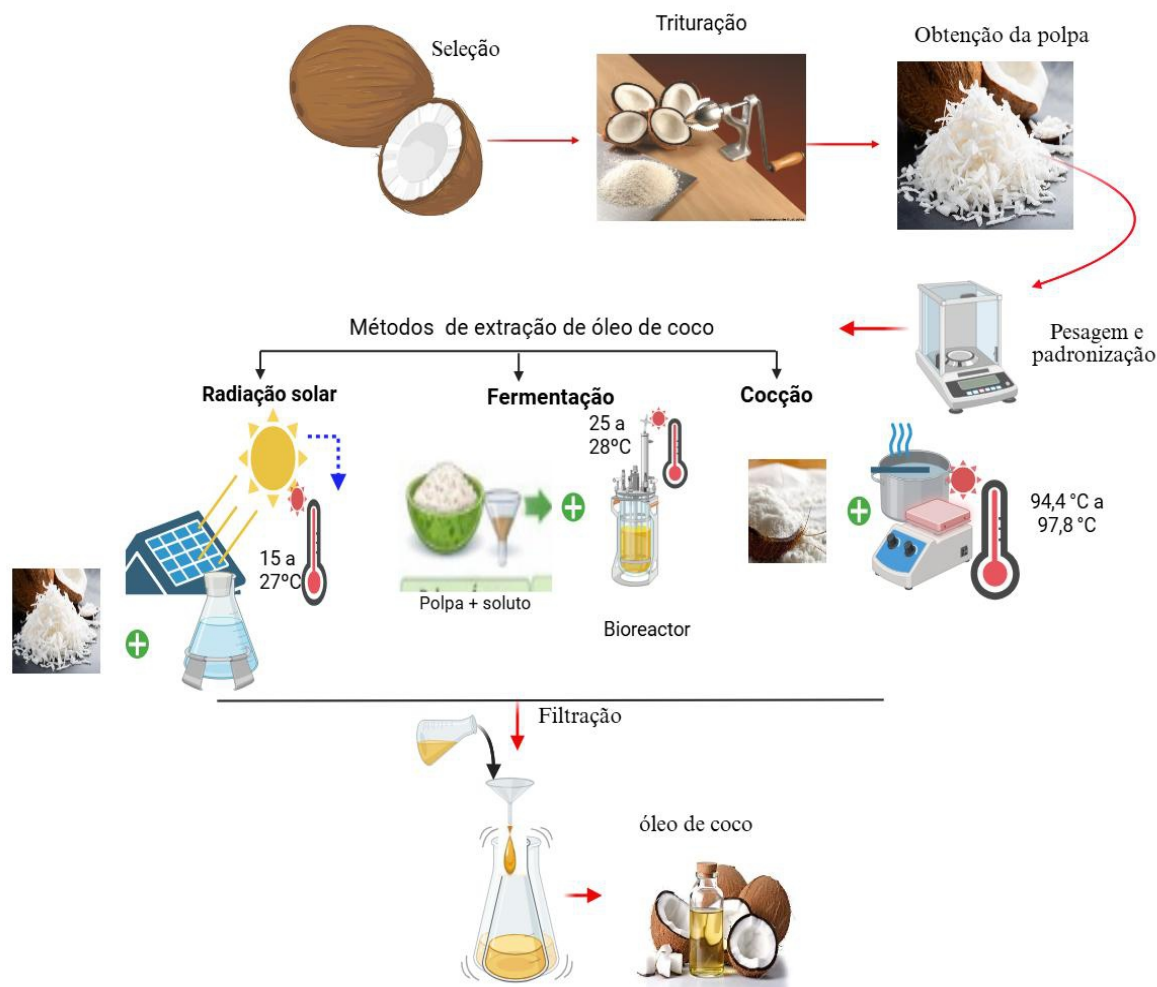


Figura 1: Fluxograma de extração de óleo de *Cocos nucifera*.

Fonte: Autores.

2.4. Determinação das análises físico-químicas

Para avaliar as características físico-químicas das amostras submetidas à diferentes métodos de extração (radiação sol, fermentação e cocção (i) leite e (ii) da polpa), foram realizadas análises quanto ao teor de humidade, índice de saponificação, nível de acidez e densidade.

2.4.1 Índice de saponificação

Esta característica foi determinada por meio da reacção das amostras 0,5 a 1 g de óleo titulado com 25–50 mL de solução de KOH 0,5 M, ajustando-se conforme o método da AOAC, com solução de hidróxido de potássio (KOH), seguida de titulação do excesso com ácido clorídrico (HCl) padrão. Portanto, para cada amostra de óleo, a titulação do excesso de KOH foi feita com ácido clorídrico (HCl) 0,5 M padrão, permitindo determinar a quantidade de base consumida e calcular o índice de saponificação, permitindo calcular a quantidade de base consumida na saponificação dos ácidos graxos presentes aplicando a equação 1.

$$\text{Índice de saponificação} = \frac{28,06 * f * (B-A)}{P} \text{ (eq.1)}$$

Onde:

A = Volume gasto na titulação da amostra;

B = Volume gasto na titulação do branco;

f = factor da solução de HCL 0.5 M;

P = número de g da amostra.

2.4.2. Teo de humidade

O teor de humidade foi determinado pelo método gravimétrico. Para o efeito, foram pesados 3g de cada amostra em placas de Petri previamente limpas e secas. As amostras foram colocadas numa estufa com circulação de ar a 105 °C durante 2 horas. Após o tempo de secagem, as placas foram retiradas com auxílio de uma pinça, deixadas arrefecer à temperatura ambiente em dessecador e pesadas novamente. A perda de massa foi usada para calcular o teor de humidade, expresso em percentagem, conforme a equação 2:

$$\text{Humidade (\%)} = \frac{100 * N}{P} \text{ (eq. 2)}$$

Onde:

N = número de gramas de humidade (perda de massa em g);

P = número de gramas da amostra.

2.4.3. Acidez titulável

O índice de acidez foi determinado em triplicata pelo método titulométrico. Foram pipetados 5 mL de cada amostra para um erlenmeyer de 100 mL, adicionando-se 25 mL de éter-álcool com auxílio de um béquer graduado de 100 mL, homogeneizando-se a mistura. Em seguida, adicionaram-se 3 gotas de solução de fenolftaleína como indicador. A titulação foi realizada com solução de hidróxido de potássio (KOH 0,1 N) contida em uma bureta de 50 mL, homogeneizando-se continuamente até que o indicador atingisse o ponto de viragem. A quantidade de base necessária para neutralizar os ácidos livres presentes na amostra permitiu calcular a acidez em percentual, aplicando a equação 3:

$$\text{Acidez} = \frac{V * f * 20}{P} \text{ (eq. 3)}$$

Onde:

V = número de mL de solução de hidróxido de sódio 0.1 M gasto na titulação;

f = factor da solução de hidróxido de potássio;

P = número de g da amostra.

2.4.4. Densidade

Para determinar a densidade, uma porção da amostra foi pipetada para placas de Petri e submersa num banho de água a 25°C durante 30 minutos, sendo depois transferida com uma pinça para secar numa estufa de circulação de ar a 105°C. A densidade foi obtida pela relação entre a massa e o volume (equação 4), sendo expresso em g/cm³.

$$\text{Densidade} = \frac{A-B}{C} \text{ (eq. 4)}$$

Onde:

A = massa do recipiente contendo óleo;

B = massa do recipiente vazio;

C = massa da água à temperatura de 25°C.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO DE DADOS

3.1. Rendimento dos métodos de extracção

Para avaliar o rendimento dos métodos de extracção foram considerados alguns factores envolvidos directamente na eficácia para melhor perceber tudo aquilo que pode interferir na produção.

3.1.1. Factores analisados no método de radiação solar

Os factores envolvidos na produção de óleo (Tabela 1) na radiação solar, temperatura mínima, temperatura máxima, humidade relativa e velocidade média do ar.

Tabela 1. Factores que afectam a produção do óleo de coco

Ord.	Temp. Máx (°C)	Temp. Mín (°C)	Humidade Relativa (%)	Velocidade Média do Ar (km/h)
1	28	15	65	12
2	21	12	64	13
3	23	16	66	11
4	24	16	67	10
5	27	15	68	9
6	27	14	69	10
Média	25,5	15	66,5	10,5
DP	2,33	1,11	1,50	1,17
CV%	9,15	7,41	2,26	11,11
DMS	3,46	1,65	2,23	1,74

Fonte: Autores.

A exposição excessiva à radiação solar durante o processo de extracção de óleo de coco pode levar à degradação de compostos bioactivos importantes, afectando a quantidade do produto final. Na avaliação feita por Manikantan *et al.* [15] em seu estudo sobre que características de secagem e qualidade das fatias de amêndoa de coco secas com secador solar, relatou que a radiação solar causa a diminuição dos teores de ácidos graxos insaturados e antioxidantes naturais no óleo, e por Naik *et al.* [18], referenciaram que a exposição excessiva leva à redução significativa nos níveis de ácidos láurico, ácido oleico e tocoferóis. Por outro lado, Chandrasekaran *et al.* [6] observou que, a radiação solar causa a oxidação dos ácidos graxos insaturados e degradação de compostos antioxidantes.

Para evitar problemas arrolados a oxidação e degradação de compostos antioxidantes, Manikantan *et al.* [15], sugerem que exposição solar ideal para extracção de óleo de coco entre 4 a 6 horas por dia, por sua vez, Naik *et al.* [18] as exposições superiores a 6 horas podem levar à degradação excessiva dos compostos bioactivos do óleo, atendendo a Chandrasekaran *et al.* [6], a temperatura ideal para extracção do óleo de coco varia entre 45°C a 55°C. Esses autores afirmam ainda que, o tempo de exposição deve ser ajustado de acordo com a intensidade da radiação solar e às condições climáticas locais.

Os mesmos autores revelam em média, de 3 a 5 dias, dependendo das condições climáticas. Importa referir que, para o presente estudo, a produção completa de óleo da primeira e segunda repetição (Tabelas 1) levou 6 dias e o tempo da exposição foi de 6 horas, por outro lado, repetições triplicatas levaram 8 dias para a produção total do óleo e tempo de exposição de 5 horas. Da primeira repetição a quarta repetição os dias são muitos comparando com o recomendado pelos Manikantan *et al.* [15] e Naik *et al.* [18], e as temperaturas foram inferiores em todas repetições comparadas com as recomendadas pelo Chandrasekaran *et al.* [6]

que apontam temperaturas que variam entre 45°C a 55°C, como pode-se observar, para a primeira e segunda repetições as temperaturas médias variaram de 15°C a 25,5°C e para terceira e quarta repetições as temperaturas médias variaram de 16°C a 27°C o que levou aumento de dias de exposição a radiação solar.

Quanto à humidade relativa, em todas as repetições observou-se 65,5%, esta quantidade é superior à humidade relativa do ar recomendada varia entre 1,0 e 1,5 m/s. Velocidades elevadas podem causar a perda excessiva de material e afetar negativamente a qualidade do produto.

3.2. Rendimento de extracção de óleo de coco

Os dados e resultados de rendimento obtido a partir da extracção de óleo de coco (*Cocos nucifera*, L) estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Rendimento de extracção de óleo de coco

Método	Polpa ralada (g)	Rendimento médio (mL/g)
Cocção da Polpa	500	0,544
Cocção de Leite	500	0,59
Fermentação	500	0,475
Radiação Solar	500	0,388

Fonte: Autores.

Na avaliação feita por Pinho & Souza [23], demonstraram que as amostras de óleo de coco extraídas pelo método artesanal apresentaram maiores rendimentos (0,152mL/g), quando comparado com a média amostral extraída por solvente orgânico (0,109 mL/g), esses valores, resultados inferiores aos obtidos na presente pesquisa, sendo que o rendimento método de cocção de leite apresentou maior (0,59 mL/g) rendimento, seguido de cocção da polpa que com 0,544 mL/g de rendimento. Por outro lado, o método de fermentação evidenciou rendimento de (0,475 mL/g). Menor (0,388 mL/g) rendimento foi observado no método de extracção por radiação solar. essa diferença possivelmente se correlaciona com o processo utilizado para cada técnica, uma vez que durante o processo a frio e por torrefação a prensagem é realizada, considerando Lourenço *et al.* [13] isso se verifica com o aumento do processo de pressão de prensagem que promove maior compressão nos glóbulos oleosos, levando a uma maior ruptura nas células, sendo assim responsável por uma melhor extração do óleo, inferindo um maior rendimento.

3.3. Parâmetros físico-químicos

As propriedades físico-químicas do óleo de coco extraído por diferentes métodos estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Propriedades físico-químicas de óleo de coco

Parâmetros	Métodos de extracção			
	Sol	Fermentação	Cocção do leite	Cocção da polpa
Humidade (%)	0,87 ± 0,61 ^a	0,73 ± 0,40 ^a	0,54 ± 0,11 ^a	0,39 ± 0,05 ^a
Acidez (%)	1,66 ± 0,08 ^b	1,70 ± 0,06 ^b	1,81 ± 0,03 ^{ab}	1,96 ± 0,03 ^a
Densidade (g/cm ³)	0,76 ± 0,01 ^a	0,79 ± 0,02 ^a	0,81 ± 0,02 ^a	0,76 ± 0,04 ^a
Índice de Saponificação (mg KOH/g)	8,10 ± 2,30 ^a	7,50 ± 0,90 ^a	7,20 ± 1,40 ^a	6,50 ± 1,60 ^a

Fonte: Autores.

3.3.1. Humidade

As amostras avaliadas indicaram teor de humidade variando de 0,39±0,05 a 0,87±0,61%. Atendendo a legislação Moçambicana NM 425:2012 de óleos alimentares (INNOQ, 2014), a humidade de óleos vegetais

deve estar entre 0 e 0,2% m/m, portanto, os valores encontrados estão acima dos critérios estabelecidos para a qualidade de óleos vegetais. Maior teor de humidade foi observado na amostra extraído pelo método a Sol, em torno de 0,87%, seguida das amostras Fermentação, Cozimento e Polpa, com teores de humidade de 0,73%, 0,54% e 0,39%, respectivamente. As amostras não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$). Resultados superiores aos obtidos neste estudo foram relatados por Sales *et al.* [25] ao realizarem a caracterização físico-química do óleo de coco industrial e artesanal e suas aplicações tecnológicas, obtendo um teor de umidade de 2,52% para o óleo industrial e 3,41% para o óleo artesanal. Esse achado possivelmente está relacionado à etapa de prensagem do óleo extraído neste estudo.

Na avaliação realizada por Ghani *et al.* [10], ao analisarem óleos de coco extraídos por métodos tradicionais e centrifugação, obtiveram teores de humidade entre 0,35% e 0,85%, valores próximos aos verificados nas amostras do presente estudo. Similarmente, Raghavendra & Hwa [24], ao avaliarem a qualidade físico-química de óleos de coco processados artesanalmente, obtiveram teores de humidade entre 0,30% a 0,75%, resultados compatíveis com os obtidos nas amostras obtidas por Fermentação e Cocção. Por sua vez, Augusta *et al.* [5], em seu estudo sobre óleos de coco minimamente refinados, reportaram teor de humidade em torno de 0,25% a 0,60%, valores que se alinham com os resultados observados na amostra de cocção da polpa do presente trabalho.

3.3.2. Acidez titulável

Os resultados de acidez das amostras de óleo de coco indicam valores variando de 1,66 ± 0,08% (Sol) a 1,96 ± 0,03% (Polpa), sendo a amostra extraída pela Polpa a que apresentou maior acidez. A análise estatística revelou que existe diferenças significativas entre os métodos de extracção de óleo, sendo que a amostra extraída por cocção da Polpa evidenciou diferente das demais ($p < 0,05$), enquanto as amostras extraídas por radiação solar e por fermentação apresentaram os menores valores de acidez, sem efeitos significativos entre si. A diferença existente entre as amostras obtidas por diferentes métodos pode estar relacionada a factores como tempo e temperatura de processamento, presença de água residual e actividade enzimática, que favorecem a formação de ácidos graxos livres. Métodos de extração mais controlados, como centrifugação a frio ou refinamento leve, tendem a reduzir a acidez, enquanto processos artesanais ou a Sol podem resultar em valores ligeiramente mais elevados, como observado neste estudo.

Resultados semelhantes aos obtidos na presente pesquisa foram relatados por Correia *et al.* [8] que ao analisarem amostras de óleos de coco industrializados, encontraram valores de acidez entre 1,5% e 2,0%, e por Santana *et al.* [26] quando pesquisava sobre óleo extra virgem produzido por métodos artesanais, obtiveram acidez variando de 1,4% a 1,8%, valores compatíveis com os observados nas amostras de óleo extraída por radiação Solar e por Fermentação do presente estudo. Ainda, Almeida *et al.* [2], ao analisarem óleos de coco minimamente refinados, reportaram acidez em torno de 1,8% a 2,1%, alinhando-se com os resultados observados na amostra de óleo extraída pela cocção da Polpa.

3.3.3. Densidade

Os resultados da densidade dos óleos variaram em torno de $0,76 \pm 0,01$ a $0,81 \pm 0,02 \text{ g/cm}^3$. De acordo com Junior *et al.* [11], as variações observadas na densidade do óleo estão relacionadas à alta proporção de ácidos gordos insaturados e ao seu menor peso molecular, o que influencia a taxa de coalescência do óleo em emulsões aquosas. Estatisticamente, todos os tratamentos não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre si. Estes valores estão dentro da faixa reportada na literatura para óleo de coco virgem ($0,908\text{-}0,921 \text{ g/cm}^3$ a 25°C) por Codex Alimentarius [7].

Resultados próximos aos obtidos nesta pesquisa foram relatados por Alves *et al.* [4] ao analisarem as características físico-químicas do óleo essencial de coco, eles encontraram valores de densidade em torno de $0,86 \text{ mg/mL}$, e por Martins e Santos [17] em seu estudo comparativo das propriedades do óleo de coco obtido pelos processos industrial e artesanal, eles encontraram $0,89 \text{ g/mL}$. Essa diferença pode ser explicada pelo menor peso molecular dos ácidos gordos, bem como pela proporção de óleos insaturados, que afeta diretamente a taxa de coalescência do óleo em emulsões aquosas.

Resultados semelhantes foram relatados por Kadir *et al.* [12], quando analisavam as propriedades do óleo de coco minimamente processado, observaram densidade na faixa de $0,78$ a $0,80 \text{ g/cm}^3$ à temperatura ambiente, valores próximos aos obtidos nas amostras extraída por Fermentação e por cocção do presente estudo, e por Oliveira *et al.* [21], ao estudarem óleos de coco comercial e artesanal, encontraram densidade variando de $0,75$ a $0,79 \text{ g/cm}^3$, e também por Augusta *et al.* [5] reportaram densidade de $0,77$ a $0,81 \text{ g/cm}^3$, para óleo de coco virgem extraído por diferentes métodos, alinhando-se com os resultados observados em todas as amostras do presente estudo.

3.4.4. Índice de Saponificação

No presente estudo, as amostras de óleo de coco apresentaram índice de saponificação variando de $6,5 \pm 1,6 \text{ mg KOH/g}$ (Polpa) a $8,1 \pm 2,3 \text{ mg KOH/g}$ (Sol), sem diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de extração avaliados ($p > 0,05$).

Resultados semelhantes foram relatados por Ghani *et al.* [10], que encontraram índice de saponificação em óleos de coco minimamente processados na faixa de $6,8$ a $9,0 \text{ mg KOH/g}$, indicando consistência com os valores observados na presente pesquisa, e por Raghavendra & Hwa [24], ao analisarem óleo de coco extraído por métodos artesanais, reportaram índice de saponificação entre $7,0$ e $8,5 \text{ mg KOH/g}$, valores compatíveis com os obtidos nas amostras extraídas pelo método de cocção da polpa. Estes resultados indicam que, apesar das diferenças entre os métodos, a composição de ácidos graxos permanece relativamente constante, refletindo a estabilidade da fração lipídica principal do óleo de coco durante os diferentes processos de extração.

Resultados superiores aos obtidos na presente pesquisa foram reportados por Almeida *et al.* [2], em estudo sobre óleos de coco minimamente refinados, encontraram índice de saponificação (IS) em torno de 249 a 262 mg KOH/g , alinhando-se com os padrões internacionais estabelecidos pela APCC e Codex Alimentarius. Semelhantemente, Kadir *et al.* [12] observaram que o índice de saponificação de amostras de óleo de coco extra virgem variou entre $248,1$ a $261,3 \text{ mg KOH/g}$, e por

Oliveira *et al.* [21] relataram que amostras de óleo de coco extraídas industrialmente apresentaram índice de saponificação próximos de 253 mg KOH/g , o que está alinhado com as especificações de qualidade da APCC e da Codex, indicando boa integridade dos triglicerídeos.

CONCLUSÃO

A presente análise evidenciou que o método de extração influencia significativamente os parâmetros físico-químicos dos óleos. A fermentação natural apresentou os melhores resultados em termos de acidez e teor de humidade, revelando-se eficaz na obtenção de um óleo mais estável e com melhor qualidade. A densidade e o índice de saponificação mostraram-se relativamente consistentes entre os métodos, sem comprometimento significativo da composição lipídica. Quanto à acidez, observou-se que métodos como a cocção tendem a elevar este parâmetro, possivelmente por degradação térmica de triglicerídeos e liberação de ácidos graxos livres, o que pode impactar negativamente a estabilidade oxidativa. Contudo, a adoção de métodos como a fermentação, desde que controlados adequadamente, representa uma alternativa sustentável para a produção de óleo com boas características físico-químicas e funcionais.

References

1. Akpan, E. J., Umoh, I. B., & Eka, O. U. (2023). Thermal stability of vegetable oils: Effects of extraction methods on oxidative parameters. *Journal of Food Composition and Analysis*, 105, 104-112. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104112>.
2. Almeida, F. S., Souza, P. R., & Nascimento, R. F. (2023). Propriedades físico-químicas de óleos de coco minimamente refinados: acidez, peróxidos e estabilidade oxidativa. *Anais do Congresso de Ciências Alimentares*, 18(2), 112-120. <https://static.even3.com/anais/669864.pdf>.
3. Almeida, R. R., Silva, L. M., & Costa, J. A. (2020). Solar-dried coconut oil: Feasibility and quality assessment for rural applications. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 35(4), 410-419. <https://doi.org/10.1017/S174217052000012X>.
4. Alves, W.; Souza, M. C.; Almeida, A. N. S. (2015). Physicochemical characteristics of essential oils from plants in the Juruá Valley region.
5. Augusta, E. C., et al. (2024). The physicochemical and nutritional analysis of coconut oil (*Cocos nucifera*) extracted from the tall tree variety. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 24(9), 75-84. https://www.researchgate.net/publication/384236588_The_Physicochemical_and_Nutritional_Analysis_of_Coconut_Oil_Cocos_nucifera_Extracted_from_the_Tall_Tree_Variety.
6. Chandrasekaran, M., Raghavan, G. S. V., & Balasubramanian, S. (2022). Solar-assisted extraction of coconut oil: Process optimization and quality evaluation. *Renewable Energy*, 182, 1-12.
7. Codex Alimentarius. (2021). Standard for named vegetable oils (CXS 210-1999). FAO/WHO Food Standards Programme. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>.
8. Correia, E. T., Lisboa, N. B. da S., Pereira, A. B., Santana, L. D., & Barrientos, M. O. (2025). Quantificação e comparação do índice de acidez titulável em óleo de coco alimentar industrializado. *Revista Formadores*, 21(5). <https://adventista.emnuvens.com.br/formadores/article/view/2291>.

9. DebMandal, M., & Mandal, S. (2019). Coconut oil: Antimicrobial effects and potential health benefits. *Journal of Food Science and Technology*, 56(3), 1082–1096. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3542-y>.
10. Ghani, N. A. A., Channip, A.-A., & Chok Hwee Hwa, P. (2023). Evaluation of quality of the virgin coconut oil extracted by traditional and cold centrifugation methods. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/372171363_evaluation_of_quality_of_the_virgin_coconut_oil_extracted_by_traditional_and_cold_centrifugation_methods
11. Junior, A. A. M., Machalela, A. A., Matável, D. A., Nanelo, R. F., & José, A. E. (2024). Production and quality evaluate of cold extracted, cooking and roasting coconut oil. *ISSRA Journal of Agriculture and Life Sciences*, 3(1), 1-6.
12. Kadir, A., et al. (2024). Physicochemical and nutritional analysis of coconut oil (*Cocos nucifera*). *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 24(9), 75–84. <https://doi.org/10.9734/ajaar/2024/v24i9548>.
13. Lourenço, J. E. S.; Silva Neto, L. D.; Silva, C. S.; Coêlho, D. G.; Carvalho, S. H. V. and Soletti, J. I. (2016). Mechanical extraction of coconut oil (*Cocos nucifera* L.). Brasil.
14. MAE- Ministério da Administração Estatal e Função Pública. (2020). Diagnostico integrado de infraestrutura e serviços básicos para os municípios da província de Gaza, Moçambique.
15. Manikantan, M. R., Barnwal, P., & Goyal, R. K. (2017). Drying characteristics and quality of coconut kernel slices dried using solar cabinet dryer. *Journal of Food Science and Technology*, 54(6), 1612-1621.
16. Marina, A. M., Che Man, Y. B., & Amin, I. (2018). Fermentation-assisted coconut oil extraction: Effects on physicochemical properties. *Food Research International*, 106, 542-550. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.023>.
17. Martins, J. S; Santos, J. C. O (2015). Comparative study of the properties of coconut oil obtained by industrial and artisanal processes. Federal University of Campina Grande – UFCG.
18. Naik, A., Patel, M., & Patel, V. (2021). Effect of solar drying on the chemical composition of coconut oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), e14938.
19. Nanelo, R. F.; Massingue Júnior, A. A.; José, A. E. (2023). Quality of Glycine max (soybean) and *Helianthus annuus* (sunflower) oils stored in different environments and their suitability for consumption. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 9, p. e0212942762. DOI: 10.33448/rsd-v12i9.42762.
20. Ng, M. H., Choo, Y. M., & Ma, A. N. (2021). Comparative analysis of traditional and modern coconut oil processing techniques. *Food and Bioprocess Technology*, 14(2), 245-256. <https://doi.org/10.1007/s11947-020-02534-6>.
21. Oliveira, A., et al. (2023). Avaliação físico-química de óleo de coco comercial. *Anais do 53º Congresso Brasileiro de Química*. Recuperado de <https://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/9/2376-16426.html>.
22. Pereira, E. F., Abreu, V. K. G., & Silva, F. A. (2019). Thermal degradation of coconut oil under different extraction conditions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(5), 589-598. <https://doi.org/10.1002/aocs.12233>.
23. Pinho, A. P. S., & Souza, A. F. (2018). Extração e caracterização do óleo de coco (*Cocos nucifera* L.). *Perspectivas Online: Biológicas & Saúde*, v. 8, n. 26, p. 9-18.
24. Raghavendra, R., & Hwa, P. C. (2024). Physicochemical and quality assessment of virgin coconut oil produced by traditional methods. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 24(9), 75–84. https://www.researchgate.net/publication/384236588_The_Physicochemical_and_Nutritional_Analysis_of_Coconut_Oil_Cocos_nucifera_Extracted_from_the_Tall_Tree_Variety.
25. Sales, A. R. R.; Albuquerque, T. N.; Xavier, L. E.; Santana, A. G.; Silva, O. S.; Costa, S. S. (2020). Physico-chemical characterization of industrial and artisanal coconut oil and its technological applications.
26. Santana, L. D., Pereira, A. B., & Correia, E. T. (2024). Avaliação da qualidade físico-química do virgin coconut oil produzido por métodos artesanais. *Revista de Ciências Agrárias*, 12(3), 45–53. https://ojs3.perspectivasonline.com.br/biologicas_e_saude/article/download/1241/1005.
27. Santos, J. L., Silva, R. B., & Machado, E. R. (2020). Coconut oil extraction methods: Impact on yield and quality. *Journal of Food Chemistry*, 45(3), 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127112>.