



FACULDADE DE CIÊNCIAS

Departamento de Química

Mestrado em Química e Processamento de Recursos Locais

**Avaliação da Composição Nutricional da Casca do Fruto de Canhú
(*Sclerocarya birrea*) Usado Como Condimento Alimentar**

Chabane Rachide

Maputo, Abril de 2025



FACULDADE DE CIÊNCIAS

Departamento de Química

Mestrado em Química e Processamento de Recursos Locais

**Avaliação da Composição Nutricional da Casca do Fruto de Canhú
(*Sclerocarya birrea*) Usado Como Condimento Alimentar**

Dissertação a ser submetido ao Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane, em cumprimento de um dos requisitos exigidos para obtenção do grau académico de Mestrado em Química e Processamento de Recursos Locais

Autor: Chabane Rachide

Supervisora: Prof. Doutora, Telma dos Anjos Levi Jamisse Magaia

Maputo, Abril de 2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda minha família em especial aos meus filhos e sobrinhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Criador dos Céus e das Terras, aquele que ensinou ao homem o que não sabia e nos concedeu saúde e forças.

Agradeço imensamente à orientadora, Prof. Doutora Telma dos Anjos Levi Jamisse Magaia, que, incansavelmente, não mediu esforços nem paciência na orientação precisa e no apoio constante. Seu conhecimento e dedicação foram essenciais para que o meu sonho se tornasse realidade.

Agradeço aos professores do curso de mestrado em Química, especialmente ao Prof. Doutor Arão Manhique, pelas valiosas motivações psicológicas ao longo do desenvolvimento deste projecto. Igualmente, agradeço ao Prof. Doutor Miranda A. M. Muaualo pelo apoio e ensinamentos prestado na elaboração e análise dos dados estatísticos. Agradeço aos meus colegas de turma, especialmente ao Adriano Maculuve, que sempre esteve disposto a oferecer apoio nos momentos difíceis.

Agradeço imensamente à minha família, que sempre me incentivou e me deu forças para seguir em frente, mesmo nos momentos de desafio.

Agradeço a toda equipa do laboratório do IIAM, LNHA e ao pessoal do laboratório de solos da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da UEM pelo apoio na realização das análises laboratoriais, e aos demais que por de diversas formas contribuíram para a minha formação.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que o presente trabalho é resultado da investigação pessoal suportado pelas orientações da supervisora. Os dados aqui apresentados são originais da investigação por mim realizada, com referências bibliográficas indicadas ao longo do texto. O presente trabalho foi concebido para a obtenção do grau de Mestrado em Química e Processamento de Recursos Locais, na Faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, Abril de 2025

Chabane Rachide

RESUMO

O canhoeiro (*Sclerocarya birrea*), planta nativa da África Austral, está presente em Moçambique, com a excepção da província de Nampula. Seus frutos são consumidos frescos ou processados para produção de bebidas, o que gera grandes quantidades de resíduos como cascas e sementes. Devido à elevada produção e à curta vida pós-colheita, há grande desperdício, agravado pela falta de estratégias de processamento, apesar do seu valor nutricional. A utilização de técnicas como a secagem e produção de subprodutos pode agregar valor económico e gerar renda para as comunidades locais. As cascas, apesar de nutritivas e ricas em compostos bioativos, vitaminas, minerais, pectinas e fibras, são descartadas inadequadamente, causando impactos negativos ao ambiente. O presente estudo teve como objectivo avaliar a composição nutricional e mineral bem como identificar metabólitos secundários das cascas do fruto de canhú. As cascas seleccionadas após a colheita foram previamente higienizadas e divididas em duas quantidades iguais, sendo submetidas a dois métodos de secagem: secagem natural no laboratório por 336 horas e secagem em estufa com circulação de ar a 65° C por 72 horas. As amostras foram trituradas em processador de cereais e crivados para a obtenção de partículas finas (farinha), e posteriormente foram realizadas análises laboratoriais. Os teores médios dos parâmetros analisados na secagem natural e artificial foram: humidade (7,20% e 6,55%); cinzas (7,71% e 6,86%); fibra bruta (23,69% e 25,42%); gordura (4,50% e 4,74%); proteína (7,09% e 10,27%); carboidratos (57,0% e 52,69%); valor calórico (296,89 kcal e 294,56 kcal); pH (4,40 e 4,33); acidez total titulável (5,53% e 6,36%) e sólidos solúveis totais (3,0% e 3,50%), os minerais apresentam teores de Na (0,3 mg/100 g e 0,25 mg/100 g); K (6,57 mg/100 g e 5,84 mg/100 g); Ca (37,5 mg/100 g e 33,5 mg/100 g); Mg (4,25 mg/100 g e nulo), secagem natural e artificial respectivamente; Os teores de Fe e P não foram detectados. Quanto aos Taninos, flavonoides e saponinas testaram positivo nas cascas de canhú secas naturalmente, assim como artificialmente. Os métodos de secagem utilizados mostraram-se eficientes tanto para obtenção da farinha quanto para avaliação dos parâmetros nutricionais. Os resultados obtidos apresentam um carácter nutricional considerável para o uso de cascas de canhú como alimento.

Palavras-chave: Avaliação; Nutricional; Casca; Metabólitos secundários; *Sclerocarya birrea*.

ABSTRACT

The marula tree (*Sclerocarya birrea*), a native plant of Southern Africa, is found in Mozambique, with the exception of Nampula Province. Its fruits are consumed fresh or processed to produce beverages, which generates large amounts of waste, such as peels and seeds. Due to high production levels and a short post-harvest shelf life, there is significant waste, worsened by the lack of processing strategies, despite the fruit's nutritional value. The use of techniques such as drying and the production of by-products can add economic value and generate income for local communities. The peels, although nutritious and rich in bioactive compounds, vitamins, minerals, pectins, and fibers, are often discarded improperly, causing negative environmental impacts. The present study aimed to evaluate the nutritional and minerals composition, as well as to identify secondary metabolites of canhú peels. The peels selected after harvesting were pre-cleaned and divided into two equal positions, then subjected to two drying methods: natural drying in the laboratory for 336 hours, and oven drying with air circulation at 65° C for 72 hours. The samples were then ground in a food processor and sieved to obtain fine particles (flour), after which laboratory analysis was conducted. The average levels of the analyzed parameters under natural and artificial drying were: moisture (7.20% and 6.55%); ash (7.71% and 6.86%); crude fiber (23.69% and 25.42%); fat (4.50% and 4.74%); protein (7.09% and 10.27%); carbohydrates (57.0% and 52.69%); caloric value (296.89 kcal and 294.56 kcal); pH (4.40 and 4.33); total titratable acidity (5.53% and 6.36%); and total soluble solids (3.0% and 3.50%), for natural and artificial drying, respectively. The mineral contents were: Na (0.3 mg/100 g and 0.25 mg/100 g); K (6.57 mg/100 g and 5.84 mg/100 g); Ca (37.5 mg/100 g and 33.5 mg/100 g); Mg (4.25 mg/100 g and not detected), for natural and artificial drying, respectively. Iron (Fe) and phosphorus (P) levels were not detected. As for tannins, flavonoids, and saponins, these tested positive in the naturally and artificially dried marula fruits peels. The drying methods used proved efficient both for producing the flour and for evaluating the nutritional parameters. The results obtained indicate a considerable nutritional value for the use of cashew peels as food.

Keywords: Assessment; Nutritional; Peel; Secondary metabolites; *Sclerocarya birrea*

LISTA DE ABREVIATURAS

AOAC	Association of Official Analysis Chemists
ATP	Adenosina Trifosfato
ATT	Acidez Total Titulável
Aw	Actividade da água
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IIAM	Instituto Investigação Agrária de Moçambique
LNHAA	Laboratório Nacional de Higiene, Águas e Alimentos
PANCs	Plantas Alimentícias Não Convencionais
pH	Potencial de Hidrogénio
SB	Sclerocarya Birrea
SST	Sólidos Solúveis Totais
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
UV-vis	Ultravioleta visível

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT.....	v
LISTA DE ABREVIATURAS	vi
LISTA DE TABELAS.....	xi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Problema e Justificativa	2
1.2 Objectivos	3
1.2.1 Objectivo geral.....	3
1.1.2 Objectivos específicos	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Descrição do canhoeiro	4
2.1.1 Importância e utilização das diferentes partes do canhoeiro	5
Tabela 1: Composição centesimal da polpa do fruto de canhú.....	8
Tabela 2: Composição mineral da polpa do fruto de canhú	8
2.2 Valorização das cascas de frutas	11
2.3 Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs).....	12
2.3.1 Valor nutricional e vantagens das PANCs	14
2.4 Secagem de alimentos	14
2.4.1 Vantagens da secagem de alimentos	15
2.4.2 Tipos de secagem	15
2.4.3 Factores que afectam a secagem	17
2.5 Composição dos alimentos	19
2.5.1 Fibras.....	19

2.5.2 Cinzas.....	20
2.5.3 pH	21
2.5.4 Humidade	22
2.5.5 Acidez	22
2.5.6 Sólidos solúveis tituláveis.....	23
2.5.7 Carbohidratos	23
2.5.8 Proteínas	24
2.5.9 Lipídeos (Gordura).....	25
2.5.10 Valor calórico.....	25
2.5.11 Minerais.....	26
2.6 Metabólitos secundários.....	31
2.6.1 Taninos	32
2.6.2 Saponinas	33
2.6.3 Flavonoides.....	34
3 MATERIAIS E MÉTODOS	35
3.1 Descrição do local de estudo.....	35
3.1.1 Localização geográfica.....	35
3.2 Colecta e recepção da amostra.....	36
3.3 Pré-tratamento da amostra	37
3.4 Secagem, trituração e peneiração	37
3.5 Embalagem e conservação	37
3.6 Análises físico-químicas	37
3.6.1 Potencial de hidrogénio (pH).....	38
3.6.2 Acidez total titulável.....	38
3.6.3 Teor de sólidos solúveis totais (SST) (°Brix)	38
3.6.4 Determinação de humidade	39
3.6.5 Determinação de cinzas.....	39

3.6.6 Determinação de gordura.....	40
3.6.7 Determinação de fibra bruta.....	40
3.6.8 Determinação de carboidratos	41
3.6.9 Determinação do valor energético	41
3.6.10 Determinação de proteína.....	42
3.9.11 Determinação de minerais	43
3.10 Identificação de metabólitos secundários.....	47
3.11 Análise de dados.....	47
4.1.1 Humidade.....	50
4.1.2 Cinzas	50
4.1.3 Fibra bruta	51
4.1.4 Gordura.....	51
4.1.5 Proteína.....	52
4.1.6 Carboidratos	52
4.1.7 Valor calórico.....	53
4.1.8 pH	53
4.1.9 Acidez total titulável.....	54
4.1.10 Sólidos solúveis totais	54
4.2 Composição mineral	54
4.2.1 Sódio	56
4.2.2 Potássio.....	56
4.2.3 Cálcio	57
4.2.4 Magnésio	57
4.2.5 Ferro e Fósforo.....	57
4.3 Metabólitos secundários.....	58
4.3.1 Taninos	58
4.3.2 Flavonoides.....	58

4.3.3 Saponinas	59
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	60
5.1 Conclusões.....	60
5.2 Recomendações	60
5.3 Limitações.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS.....	83
<i>Anexo 1: Frutos de canhú em sacos de ráfia, sanitização, lavagem e remoção da casca..</i>	83
<i>Anexo 2: Processo de secagem, trituração, crivagem e conservação das cascas do fruto de canhú.</i>	84
<i>Anexo 3: Curva padrão de ferro.....</i>	85
<i>Anexo 4: Curva padrão de fósforo</i>	86
<i>Anexo 5: Credencial de autorização para a recolha de amostra.....</i>	87
<i>Anexo 6: Resultados de minerais</i>	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição centesimal da polpa do fruto de canhú.....	8
Tabela 2: Composição mineral da polpa do fruto de canhú	8
Tabela 3: Composição centesimal da amêndoa do fruto de canhú.....	10
Tabela 4: Composição mineral da amêndoa do fruto de canhú.....	10
Tabela 5: Composição centesimal de cascas de diferentes frutas em g/100 g	13
Tabela 6: Composição mineral de cascas de diferentes frutas em mg/100 g	13
Tabela 7: Composição centesimal, em termos de médias e desvio padrão das cascas de canhú (<i>Sclerocarya birrea</i>).....	499
Tabela 8: Composição mineral em (mg/100 g) e desvio padrão.	555
Tabela 9: Testes e resultados para a identificação de metabólitos secundários	588

1 INTRODUÇÃO

O canhoeiro (*Sclerocarya birrea*), nome vulgar em Moçambique, é uma planta nativa da África Austral, com distribuição que se estende até a Etiópia e o Sudão (Kamanula *et al.*, 2022; Mashau *et al.*, 2022). Tem a capacidade de prosperar em altitudes de até 1800 m e com precipitação entre 200 à 1500 mm (Shackleton *et al.*, 2005; Mokgolodi *et al.*, 2011). Seus frutos caem imaturos entre Janeiro à Março, variando em sabor conforme a árvore (Magaia, 2015; Bila & Vaz, 2017). Os frutos do canhoeiro, chamados de canhú, são consumidos frescos, especificamente em áreas rurais (Mokgolodi *et al.*, 2011), usados para processamento de bebidas não fermentadas ou fermentadas por alguns dias para obter uma bebida alcoólica tradicional denominada “Ucanhi”, no sul de Moçambique (Magaia, 2015; Bila & Vaz, 2017).

O consumo e processamento de frutas gera grandes quantidades de resíduos, como cascas e sementes (Santos *et al.*, 2021). Devido ao seu alto teor de humidade, os subprodutos frescos deterioram-se rapidamente, o que faz com que a sua utilização seja limitada (Orsat *et al.*, 2006). Além disso, a alta produção, a curta vida pós-colheita e a falta de processamento causam grandes desperdícios. O processamento, como a secagem e fabricação de subprodutos de frutas e vegetais tem sido um método viável para a redução desses resíduos, aumentando a vida útil do alimento, para além de agregar valor económico e criando renda para as comunidades (Nunes *et al.*, 2016; Lucchetta *et al.*, 2024).

As partes não consumidas dos alimentos frescos descartadas de maneira inadequada no solo, afectam o meio ambiente, levando à decomposição da matéria orgânica, geração de odores e formação de chorume, o que representa um contaminante para o solo, e afecta de certo modo os lençóis freáticos e os rios (Infante *et al.*, 2013; Guimarães *et al.*, 2023). O processo de descarte de algumas partes não convencionais dos alimentos, incluindo das frutas, limita o seu aproveitamento pela falta do conhecimento do valor nutricional e de técnicas adequadas para o processamento.

Segundo a revisão bibliográfica, as cascas de frutas apresentam nutrientes essenciais, compostos bioativos, incluindo vitaminas, minerais, pectinas e fibras, cujas concentrações variam de acordo com o estado de maturação (De Souza *et al.*, 2013; Romelle *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2021), e também fontes de compostos funcionais e conservantes (Singh *et al.*, 2020). Entretanto, tem sido notório nas zonas rurais que as cascas de canhú apresentam uma grande demanda na devida época, que poderiam ser aproveitadas incorporando em vários

produtos alimentares, como doces, geleias, caldos, bolos, pães, sorvetes, biscoitos, barras de cereais e farinhas, enriquecendo-os com compostos bioativos. (Oliveira *et al.*, 2002; Lucchetta *et al.*, 2024), reduzindo assim os impactos ambientais e oferecendo insumos valiosos para a indústria alimentar (Choon *et al.*, 2018).

A exploração desses recursos pode incentivar o desenvolvimento de novos produtos nas indústrias alimentícias e farmacêuticas (Pavithra *et al.*, 2017). Entretanto, existe uma lacuna em relação a literatura que reporta pesquisas realizadas e que apresentem a composição nutricional de cascas de frutas de modo a permitir a combinação com outros alimentos consequentemente fazer-se uso e aproveitamento dos possíveis nutrientes. Para a implementação desses alimentos no quotidiano, é necessário a produção de dados nutricionais que poderá estimular o uso sustentável dos recursos naturais, criar novas oportunidades económicas para as comunidades locais e promover pesquisas sobre o aproveitamento de outras partes de frutas que também são negligenciadas.

1.1 Problema e Justificativa

A actividade de processamento de canhú produz resíduos que normalmente são gerados para o ambiente. Pesquisas visando a busca de alternativas para o aproveitamento integral dos alimentos são necessários e importantes, uma vez que estes podem constituir fonte de nutrientes, agregar valor aos subprodutos, reduzir a poluição ambiental, benefícios a saúde e evitar a proliferação de microrganismo que podem impactar na saúde humana.

Esta pesquisa é sustentada pelo facto de que no processamento da bebida denominada “Ucanhi” na região sul de Moçambique, as cascas do canhú são descartadas de forma inadequada. Por outro lado, na região norte de Moçambique, província de Cabo Delgado, concretamente no povoado do distrito de Macomia, a população daquela região utiliza a casca do canhú “Maphepho” maduro para a obtenção de tempero que é adicionado no momento de preparo das refeições locais.

Partindo deste pressuposto, pode-se considerar que as cascas de canhú, apresentam uma tendência em ser uma alternativa de obtenção de um novo ingrediente em preparações culinárias que poderiam favorecer aos novos hábitos alimentares e no aproveitamento de recursos locais naturais e de baixo custo.

A presente pesquisa enquadra-se no aproveitamento integral dos alimentos, que segundo Liberato *et al.* (2019), estão no grupo de plantas alimentícias não convencionais, onde estão inclusas as partes de frutas não convencionais e de pouca pesquisa por parte da comunidade tecnocientífica.

A produção de dados nutricionais das cascas do canhú permitirá documentar e divulgar este conhecimento a população rural, de forma a valorizar os alimentos disponíveis e de baixo custo ao seu redor, reduzindo deste modo a produção de resíduos alimentares.

1.2 Objectivos

1.2.1 Objectivo geral

- Avaliar a composição nutricional das cascas do fruto de canhú (*Sclerocarya birrea*) usado como condimento alimentar.

1.1.2 Objectivos específicos

- Secar as cascas do fruto de canhú (*Sclerocarya birrea*) através de dois métodos: secagem natural e secagem artificial;
- Determinar a composição físico-química e mineral das farinhas das cascas do fruto de canhú (*Sclerocarya birrea*);
- Identificar metabólitos secundários nos dois métodos de secagem de (*Sclerocarya birrea*);
- Comparar os parâmetros nutricionais obtidos nos dois métodos de secagem (natural e artificial).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição do canhoeiro

O canhoeiro (*Sclerocarya birrea*), pertence a família *Anacardiaceae*, que inclui entre 70 à 73 géneros, 600 à 650 espécies (Masoko *et al.*, 2008; Mokgolodi *et al.*, 2011) e três subespécies: *Caffra*, *birrea* e *multifolio* (Gouwakinnou *et al.*, 2011). O nome *Sclerocarya* é derivado de duas palavras gregas: *sclero*, que significa “difícil”, e *Karyon*, que significa “noz” (Komane *et al.*, 2015; Mashau *et al.*, 2022).

É uma árvore frutífera nativa da África Austral, também conhecida no sul da África e em outros 25 países africanos. Distribui-se naturalmente na África Oriental e Ocidental, incluindo países como Gâmbia, Nigéria, Camarões e República Centro-Africana (Kamanula *et al.*, 2022). Foi introduzida em países como Austrália, Índia, Israel, Omã, Ilhas Reunião e Maurícias (Mokgolodi *et al.*, 2011).

A árvore do canhoeiro é de tamanho médio a grande porte, variando de 9 à 18 m de altura, com tronco único até 120 cm de diâmetro (Mashau *et al.*, 2022). Possui raízes longas, caule com uma aparência escamosa, salpicada com manchas contrastantes em tons de cinza e marrom claro (Mokgolodi *et al.*, 2011; Muok, *et al.*, 2011). Desenvolve-se em áreas com altitudes de até 1800 m com faixa pluviométrica de 200 à 1500 mm, sendo a geada o principal factor limitante de sua distribuição, (Mokgolodi *et al.*, 2011; Dube *et al.*, 2012).

A figura a seguir ilustra a distribuição geográfica do Canhoeiro

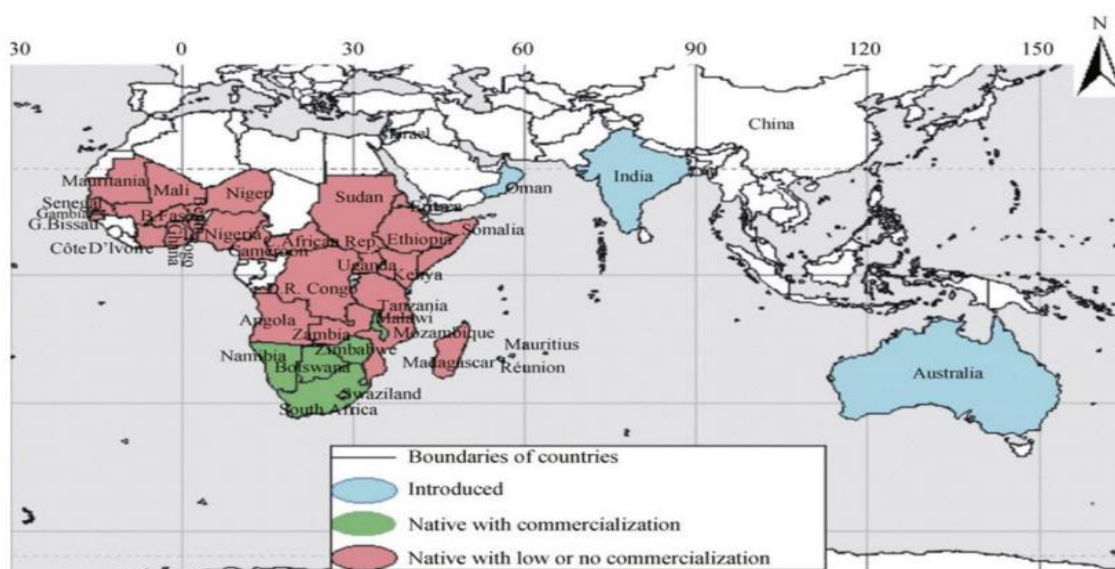


Figura 1. Mapa de distribuição geográfica do canhoeiro

Fonte: Mokgolodi *et al.* (2011).

A subespécie *Caffra*, amplamente distribuída em Moçambique (Aganga & Mosase, 2001), encontrada na maioria das províncias, excepto na província de Nampula (Da Silva *et al.*, 2004), com várias denominações como: Canhi (Ronga), Chereco, Nfura (Tete), Medangwa, Mochangua (Manica), Mefula (Sofala), Maphepho (Macua), Merola (Zambézia), Mococo (Niassa) (Burrows *et al.*, 2018).

A produção média do seu fruto difere entre regiões, influenciada pelas condições climáticas e factores genéticos, podendo chegar aproximadamente 1,5 toneladas por árvore (Cheikhyoussef *et al.*, 2013). Estudos desenvolvidos por Bila & Vaz (2017), indicam que o distrito de Chigubo, província de Gaza, possui uma estimativa de 53.38 árvores por hectare, com uma produção média anual de 26.690 Kg por hectare.

As folhas possuem 10 ou mais pares de folíolos, com cerca de 60 mm de comprimento, de cor verde-escuro, com pontas afiadas (Dube *et al.*, 2012; Mariod & Abdelwahab, 2012), organizados em espiral nas extremidades dos galhos (Muok *et al.*, 2011). As flores apresentam sépalas vermelhas e pétalas amarelas (Mashau *et al.*, 2022), separadas em masculinas e femininas. As flores masculinas apresentam cor vermelho-escuro e mudam para rosa ou branco ao abrirem, localizando-se abaixo das folhas novas. As femininas, a cor inicial é vermelho-sangue, passando para rosa ou branco e estão posicionadas abaixo das folhas em pedúnculos longos (Mashau *et al.*, 2022). Os mesmos autores salientam que a floração ocorre de Setembro à Novembro, na primavera, quando as árvores produzem novas folhas (Mashau *et al.*, 2022). A polinização é realizada por insectos, como abelhas e moscas, e, menos frequente por vespas (Ngorima, 2006; Muok *et al.*, 2011).

2.1.1 Importância e utilização das diferentes partes do canhoeiro

O canhoeiro é uma árvore multifuncional, valorizada pelo seu uso comercial, medicinal e sociocultural (Gouwakinnou *et al.*, 2011). Durante a domesticação, tem sido escolhida para melhorar a nutrição, saúde e renda das comunidades africanas (Jama *et al.*, 2008; Mariod & Abdelwahab, 2012; Komane *et al.*, 2015).

Devido ao seu grande porte, o canhoeiro desempenha um papel crucial na ecologia, dominando a comunidade onde se encontra e criando um ambiente fresco e húmido que beneficia outras espécies. Sua remoção pode levar à perda dessas espécies dependentes (Muok *et al.*, 2011), pela capacidade de proteger o ecossistema e, também oferecer sombra em ruas, parques urbanas e áreas agrícolas (Maroyi, 2013a).

2.1.1.1 Raiz

As raízes do canhoeiro têm diversas aplicações no tratamento de doenças. Na medicina tradicional, são utilizadas para tratar o alcoolismo que é uma condição do consumo excessivo do álcool. Os extractos metânicos com concentração de 0,5 mg/ml das raízes inibem o crescimento de várias cepas de microrganismos, incluindo *Candida albicans* e *Cryptococcus neoformans* (Masoko *et al.*, 2008). A infusão ou vapor de raízes fervidas são empregues no tratamento de menstruação intensa, bilharziose, tosse, fraqueza, dores nos olhos e coração (Shackleton *et al.*, 2002). Segundo Gouwakinnou *et al.* (2011) a eficácia das raízes é também conhecida no tratamento de inchaços e infecções por gonococos.

2.1.1.2 Tronco do canhoeiro

Do tronco do canhoeiro pode-se obter uma madeira macia, sem lascas e fácil de trabalhar, sendo tradicionalmente utilizada na fabricação de utensílios domésticos como: pilões, almofarizes, tambores, tigelas, pratos, colheres, caixas para tomate, rosários, assentos sanitários, canoas e estatuetas (Nerd *et al.*, 1993; Mbuya *et al.*, 1994). As árvores masculinas e grandes menos produtivas, servem de lenha para confecção de alimentos e fabricação de tijolos (Shackleton, 1993; Gouwakinnou *et al.*, 2011). Outros usos incluem móveis, painéis, pisos e produtos laminados, como saltos de sapatos (Ngorima, 2006).

2.1.1.3 Casca do caule do canhoeiro

A casca do canhoeiro possui diversas propriedades medicinais, no tratamento de diarreia, reumatismo, queimaduras e picadas de insectos (Watt & Breyer-Brandwijk, 1962). Sua infusão tem sido utilizada para aliviar a tosse, infecções de garganta, tuberculose, febres, dores de cabeça, além de auxiliar em problemas como infertilidade e diabetes (Watt & Breyer-Brandwijk, 1962; Gouwakinnou *et al.*, 2011). Por outro lado, a casca seca em pó tem sido utilizada para cicatrização de feridas, banho de bebês para fortalecimento (Gouwakinnou *et al.*, 2011), preparação de um corante marrom claro, como suplemento alimentar e insecticida, acrescidas de usos tradicionais simbólicos (Shackleton *et al.*, 2012).

2.1.1.4 Folhas

Segundo estudo desenvolvido por Shackleton *et al.* (2002), as folhas do canhoeiro são utilizadas no processo de compostagem juntamente com galhos, como forragem e ração

animal. As folhas frescas podem ser cozidas com temperos ou trituradas com milho para fazer mingau, que estimula a produção de leite em mães lactantes (Gouwakinnou *et al.*, 2011).

Ecologicamente, as folhas servem como hospedeiras para parasitas do visco (Dzerefos *et al.*, 1999). Em um estudo desenvolvido por Magaia *et al.* (2012), afirmam que o chá feito com folhas de canhoeiro fervidas pode tratar má digestão e dores de ouvido, enquanto Gouwakinnou *et al.* (2011) reportaram que a seiva das folhas novas têm sido eficazes para aliviar olhos doloridos. Os extractos das folhas possuem propriedades terapêuticas como: antidiabéticas, anti-inflamatórias, antissépticas, antimicrobianas, antiplasmodiais, anti-hipertensivas, anticonvulsivantes e antioxidantes (Ojewole *et al.*, 2010). Na sua composição contêm aproximadamente 3,5% de taninos, podendo atingir até 20,5% em Outubro (Nakafeero *et al.*, 2007).

2.1.1.5 Fruto

Os frutos do canhoeiro (canhú) apresentam-se de forma redonda a oval e coloração amarelo pálido durante o amadurecimento (Dlamini & Dube, 2008). O período de maturação varia entre Janeiro à Março, sua colheita não tem sido directamente da árvore, mas quando caem, na fase semi-verde ou maduros (Magaia, 2015; Bila & Vaz, 2017). São carnudos e esféricos, com 15 à 25 g de peso, cerca de 30 mm de diâmetro, de sabor variável dependendo da árvore (Bila & Vaz, 2017). Apresenta um odor forte, semelhante ao da maçã, e algumas vezes com sabor a manga (Hiwilepo-van Hal *et al.*, 2014; Hassan *et al.*, 2010). O fruto pode ser consumido de várias formas: mordendo ou cortando a casca e chupando a polpa (Masoko *et al.*, 2008). Em comparação com outras frutas, como laranja, toranja e limão, é uma fonte rica em energia, com cerca 700 calorias por 100 g (Masoko *et al.*, 2008; Cheikhyoussef *et al.*, 2013).

2.1.1.6 Polpa

A polpa do canhú tem diversas utilizações: é utilizada artesanalmente para fazer geleias e compotas, que são vendidas em feiras livres (Borochoy-Neori *et al.*, 2008). A geleia de canhú, em particular, apresenta um sabor agradável (agridoce) e uma coloração amarela cerosa, sem adição de corantes artificiais (Hiwilepo-van Hal *et al.*, 2014), usa-se na produção de sumo, que se destaca por ser rico em vitamina C, com concentrações variando de 62

mg/100 g a mais de 400 mg/100 g. É fonte de minerais essenciais (Eromosele *et al.*, 1991; Hillman *et al.*, 2008). O teor de açúcar, inclui 4,9 mg/ml de sacarose, 4,9 mg/ml de glicose e 22 mg/ml de frutose e fibra dietética. (Borochoy-Neori *et al.*, 2008; Hassan *et al.*, 2010).

As tabelas a seguir ilustram o resumo da composição nutricional e mineral da polpa do fruto do canhú (Tabela 1 e 2).

Tabela 1: Composição centesimal da polpa do fruto de canhú

Parâmetro	Magaia <i>et al.</i> , 2013a	Hassan <i>et al.</i> , 2010	Wehmeyer, 1966	Borochoy-Neori <i>et al.</i> , 2008	Amarteifio & Mosase, 2006	Murray <i>et al.</i> , 2001
	g/100 g					
Humidade	16,8	<u>a</u>	91,7	<u>a</u>	<u>a</u>	83,0
Cinzas	3,0	5,05	0,2	1,01	4,9	6,8
Fibra	<u>a</u>	ND	0,5	0,7	16,3	37,7
Proteína	1,4	3,31	0,5	0,31	3,7	3,6
Gordura	0,9	1,3	0,1	<u>a</u>	<u>a</u>	<u>a</u>
Carboidrato	<u>a</u>	90,35	7,0	<u>a</u>	<u>a</u>	49,9
Energia	<u>a</u>	386,34	<u>a</u>	<u>a</u>	<u>a</u>	<u>a</u>

a: = Valor não encontrado; ND: – Não detectado

Tabela 2: Composição mineral da polpa do fruto de canhú

Parâmetro	Magaia <i>et al.</i> , 2013b	Hassan <i>et al.</i> , 2010	Wehmeyer, 1966	Borochoy-Neori <i>et al.</i> , 2008	Eromosele & Eromosele, 1993	Amarteifio & Mosase, 2006
	mg/100 g					
Na	30,0	14,88	Trace	1,0	<u>a</u>	13,0
K	2753,0	44,54	54,8	32,8	<u>a</u>	2183,0
Ca	201,0	51,77	6,2	4,0	36,2	94,0
Mg	138,0	24,53	10,5	4,4	31,9	158,0
Fe	3,0	8,83	0,1	0,007	1,12	0,07
P	178,0	0,18	18,7	<u>a</u>	18,0	69,0
Zn	0,7	2,96	<u>a</u>	0,019	0,34	0,13
Cu	<u>a</u>	1,07	0,04	<u>a</u>	0,1	<u>a</u>

a: = Valor não encontrado

O processo de produção do sumo do canhú, envolve o uso de um chifre de vaca para penetrar na casca do canhú, seguido pela extração manual do sumo e remoção das sementes (Mokgolodi *et al.*, 2011). Segundo Cheikhyyoussef *et al.* (2013), o sumo apresenta alta acidez e fraca doçura, o que pode exigir a adição de açúcar para melhorar sua aceitação. Este sumo pode ser deixado a fermentar para produzir uma bebida alcoólica com teor alcoólico de 2-

5% (Dlamini & Dube, 2008). Em algumas comunidades, o sumo também tem sido utilizado como aditivo em alimentos, como sorgo e mingau (Mokgolodi *et al.*, 2011). Para além de alimentos nas suas diferentes formas, a polpa de canhú possui aplicações medicinais, podendo ser aplicada na pele para aliviar coceiras e picadas de insectos (Gouwakinnou *et al.*, 2011).

2.1.1.7 Amêndoa de canhú

Em geral, um canhoeiro tem a capacidade de produzir entre 5×10^3 à 9×10^3 sementes por estação, que são consumidos por diversos animais, como antílopes, elefantes, macacos, javalis, zebras e cobras (Mojeremane & Tshwenyane, 2004; Mokgolodi *et al.*, 2011). Cada semente contém no seu interior 2 à 3 amêndoas comestíveis (Nerd *et al.*, 1993). No processo de conservação, as sementes são deixadas a secar ao sol por alguns meses antes de extrair as amêndoas (Shackleton *et al.*, 2002; Mashau *et al.*, 2022). Estas amêndoas têm sido consideradas um alimento precioso, agradável ao paladar procuradas e valorizadas pelo seu sabor, sendo consumidas até mesmo em épocas de abundância de alimentos (Wynberg *et al.*, 2002).

Após a extração podem ser torradas e armazenadas em frascos de vidro vedados por mais de dois anos, mantendo seu sabor e aroma (Magaia, 2015). O alto teor de gordura das amêndoas as torna um suplemento alimentar essencial em períodos de seca e escassez de alimentos (Cheikhyoussef *et al.*, 2013). Podem ser consumidas de diversas maneiras: frescas, secas ou moídas, e adicionadas a vegetais, carnes e sopas, realçando o sabor dos pratos (Shackleton *et al.*, 2005; Maroyi, 2013b). Quando frescas, em forma de massa, são misturadas ao mingau e à carne cozida para intensificar o gosto (Petje, 2008). Algumas comunidades as moem e transformam em bolos semelhantes à carne, que são conservados como carne seca (Petje, 2008; Mariod & Abdelwahab, 2012).

Na sua composição, as amêndoas de canhú são ricas fontes de proteínas, gordura, fibras solúveis e insolúveis (Magaia *et al.*, 2013a; Magaia *et al.*, 2013b) vitaminas, minerais, ácido nicotínico e tiamina (Mariod & Abdelwahab, 2012), seu valor nutritivo pode superar o das amêndoas conhecidas mundialmente, como castanhas e avelãs (Masoko *et al.*, 2008).

As tabelas a seguir ilustram o resumo da composição nutricional e mineral da amêndoa do fruto de canhú (Tabela 3 e 4).

Tabela 3: Composição centesimal da amêndoa do fruto de canhú

Parâmetro	Magaia <i>et al.</i> , 2013a	Muhammad <i>et al.</i> , 2011	Wehmeyer, 1966	Ogbobe, 1992	Eromosele & Eromosele, 1993	Mashau <i>et al.</i> , 2022
g/100 g						
Humidade	95,0	10,47	4,0	2,5	6,13	4,0
Cinzas	3,5	4,67	4,2	11,7	3,75	2,7
Fibra	8,4	2,51	2,4	3,4	<u>a</u>	2,47
Proteína	35,0	30,97	30,9	36,7	30,8	26,5
Gordura	63,1	58,88	57,0	<u>a</u>	<u>a</u>	53,04
Carboidrato	<u>a</u>	2,97	1,5	17,2	17,32	6,38
Energia	<u>a</u>	665,67	<u>a</u>	<u>a</u>	<u>a</u>	<u>a</u>

a: = Valor não encontrado

Tabela 4: Composição mineral da amêndoa do fruto de canhú.

Parâmetro	Magaia <i>et al.</i> , 2013b	Muhammad <i>et al.</i> , 2011	Wehmeyer, 1966	Glew <i>et al.</i> , 2004	Eromosele & Eromosele, 1993	Glew <i>et al.</i> , 1997
mg/100 g						
Mg	396,0	206,14	467,0	421,0	<u>a</u>	193,0
Fe	4,0	27,49	0,42	2,77	<u>a</u>	2,78
P	719,0	2,87	836,0	1040,0	<u>a</u>	212,0
Zn	4,5	3,29	<u>a</u>	6,24	1,5	2,65
Cu	<u>a</u>	4,74	1,99	2,48	1,75	ND
Na	6,0	4,76	338,0	2,27	<u>a</u>	1,19
K	531,0	336,0	667,0	364,0	<u>a</u>	<u>a</u>
Ca	81,0	403,08	106,0	154,0	<u>a</u>	156,0

a: = Valor não encontrado; ND: – Não detectado

2.1.1.8 Óleo

O óleo de amêndoa de canhú é fonte de proteínas, aminoácidos e ácidos graxos essenciais (Todorov & Dicks, 2009; Ojewole *et al.*, 2010; Magaia & Skog, 2017). É uma boa fonte de vitaminas, ácido nicotínico, tiamina e minerais (Arnold *et al.*, 1985; Mariod & Abdelwahab, 2012). Possui propriedades antienvhecimento, ajudando a combater estrias (Todorov & Dicks, 2009; Ojewole *et al.*, 2010), elevado teor de ácido oléico que constitui cerca de 72,4% (Magaia & Skog, 2017), monoinsaturado que o torna uma alternativa viável ao óleo de girassol na produção de biodiesel (Robinson *et al.*, 2012). Além de mais, este óleo é também fonte rica em tocoferóis, fitoesteróis e fosfolipídios, com um teor de 53% a mais em relação

as oleaginosas convencionais, 10 vezes mais estável à oxidação lipídica do que o azeite de oliva (Robinson *et al.*, 2012; Maroyi, 2013b). O óleo tem vasta aplicação na produção de medicamentos, cosméticos e produtos de cuidados com a pele pela vantagem da sua estabilidade química e de lenta oxidação (Hiwilepo-van Hal, 2013).

2.1.1.9 Cascas do fruto de canhú

Após a separação da polpa e sementes, as cascas do fruto de canhú são postas a secar à sombra para preservar a cor. Podem ser processadas com cola, sabonete, pomada, açúcar e vinagre (Maroyi, 2013b), moídas e misturadas com pó branco para a produção de refrigerantes (Hiwilepo-van, 2013; Maroyi, 2013b), são utilizadas como ração animal ou como suplemento na formulação de rações para gado (Muhammad *et al.*, 2011). Notavelmente, as cascas contêm mais compostos voláteis do que a polpa, o que pode melhorar as propriedades organolépticas dos produtos (Hiwilepo-van Hal, 2013).

2.2 Valorização das cascas de frutas

Os principais resíduos da extração de polpas, sumos e bebidas são as cascas e sementes resultantes do processamento de frutas (De Souza *et al.*, 2013). Os resíduos gerados não recebem o devido tratamento, sendo descartados directamente para o solo, afectando o ambiente e gerando odores devido à decomposição da matéria orgânica e formação de chorume que constitui um contaminante para o solo e pode atingir os lençóis freáticos e os rios (Guimarães *et al.*, 2023).

Desde a década de 1970, pesquisas envolvendo o aproveitamento de resíduos de frutas através de extração dos seus componentes, têm sido cada vez mais desenvolvidas para a utilização desses resíduos como matéria-prima para alimentos que podem ser consumidos por humanos, pois são fontes significativas de nutrientes (Oliveira *et al.*, 2002). Neste contexto, o aproveitamento das cascas reduz os impactos ambientais e oferece uma alternativa para a indústria alimentícia obter insumos (Choon *et al.*, 2018).

As cascas de frutas, especialmente quando processadas em farinha, têm se tornado uma alternativa cada vez mais popular. Sua incorporação em outros alimentos pode enriquecer as preparações, aumentando suas propriedades funcionais e incentivando o aproveitamento integral dos frutos (Barros *et al.*, 2019). O aproveitamento integral dos alimentos, como destaca Gondim *et al.* (2005), não apenas diminui os gastos com alimentação e melhorar a

qualidade nutricional do cardápio, mas também reduz o desperdício e possibilita a criação de novas receitas e subprodutos inovadores, como sumos, doces, geleias e farinhas.

As cascas de frutas são ricas em nutrientes como fibras, vitaminas, minerais e pectinas e as concentrações desses compostos variam conforme o estágio de maturação do fruto (Romelle *et al.*, 2016), podendo ser utilizadas como fontes de compostos funcionais e conservantes para desenvolvimento de produtos alimentícios, que não apenas sejam seguros, mas também promovam a saúde (Singh *et al.*, 2020). Por sua vez, o uso dos subprodutos de frutas é uma prática crescente na busca por sustentabilidade na produção de alimentos, integrando conceitos de produção industrial e economia circular ao aproveitar materiais desperdiçados (Jimenez-lopez *et al.*, 2020).

As tabelas abaixo ilustram o resumo da composição nutricional e mineral da polpa e amêndoa de cascas de diferentes frutas (Tabela 5 e 6).

2.3 Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs)

As plantas são utilizadas na alimentação desde a pré-história, mesmo em tempos de guerra, fome e mudanças climáticas que afectaram culturas conhecidas (Silva *et al.*, 2021). O conhecimento humano sobre plantas e seu uso é influenciado por necessidades práticas e culturais. Enquanto algumas espécies alimentícias têm usos padronizados, outras variam conforme a cultura e época, refletindo as denominações atribuídas a elas em diferentes partes do mundo (Leal *et al.*, 2018).

Em 2008, o biólogo Vadely Ferreira Kinupp definiu as PANCs como plantas pouco reconhecidas que têm partes comestíveis, sejam nativas ou exóticas, cultivadas ou espontâneas, mas que não fazem parte da alimentação habitual (Liberato *et al.*, 2019; Terra & Viera, 2019).

De acordo com Camargos *et al.* (2022), o termo "não convencional" se refere não apenas à planta, mas também à sua relação com a regionalidade e a cultura, ou seja, uma planta pode ser considerada uma PANCs dependendo da região.

Tabela 5: Composição centesimal de cascas de diferentes frutas em g/100 g

Parâmetro	Marques <i>et al.</i> , 2010	Romelle <i>et al.</i> , 2016	Storeck <i>et al.</i> , 2013	Pavithra <i>et al.</i> , 2017	Muhammad <i>et al.</i> , 2011	Gondim <i>et al.</i> , 2005	
	Manga	Abacaxi	Chuchu	Papaia	Canhú	Abacate	Maracujá
Humidade	78,7	<u>a</u>	93,2	87,47	67,55	76,95	87,64
Cinzas	0,99	4,39	0,55	0,37	10,21	0,75	0,57
Fibra	11,02	14,8	1,78	<u>a</u>	6,56	6,85	4,33
Proteína	1,24	5,11	1,19	1,4	8,33	1,51	0,67
Gordura	0,18	5,31	0,06	0,01	2,42	11,04	0,01
Carboidrato	12,89	37,49	3,2	9,82	72,47	2,9	6,78
Energia	<u>a</u>	<u>a</u>	18,1	43,0	345,05	117,02	29,91

a: = Valor não encontrado

Tabela 6: Composição mineral de cascas de diferentes frutas em mg/100 g

Parâmetro	Marques <i>et al.</i> , 2010	Romelle <i>et al.</i> , 2016		Felipe <i>et al.</i> , 2006	Muhammad <i>et al.</i> , 2011	Gondim <i>et al.</i> , 2005	
	Manga	Abacaxi	Laranja	Manga	Canhú	Abacate	Maracujá
Na	37,47	<u>a</u>	<u>a</u>	72,22	38,23	76,75	43,77
K	176,05	<u>a</u>	<u>a</u>	205,79	216,43	236,7	178,4
Ca	74,06	8,3	162,03	39,8	447,0	123,94	44,51
Mg	22,38	<u>a</u>	<u>a</u>	<u>a</u>	6,33	26,24	27,82
Fe	Traço	25,52	19,95	3,93	4,18	2,18	0,89
P	17,53	<u>a</u>	<u>a</u>	<u>a</u>	0,27	<u>a</u>	<u>a</u>
Zn	Traço	6,46	6,84	13,49	13,54	1,24	0,32
Cu	0,1	<u>a</u>	<u>a</u>	0,41	0,87	0,18	0,04

a: = Valor não encontrado

2.3.1 Valor nutricional e vantagens das PANCs

Actualmente, observa-se um aumento no consumo de alimentos gordurosos, refinados e açucarados, enquanto o consumo de frutas e hortaliças, especialmente as não-convencionais, é baixo. Essas frutas e hortaliças representam uma alternativa viável e uma forma de diversificação cultural na agricultura familiar, beneficiando populações de baixa renda, tanto rurais quanto urbanas (Rocha *et al.*, 2008; Almeida & Corrêa, 2012). Valorizar espécies nativas acessíveis é uma excelente opção alimentar (Polesi *et al.*, 2017). No entanto, a escassez de informações disponíveis para a população sobre a produção, valor nutricional e formas de preparo resulta em baixa procura e consumo (Almeida & Corrêa, 2012). As PANCs são essenciais para a segurança alimentar e nutricional, promovendo a diversificação na dieta. Sua caracterização e resgate, junto ao cultivo e uso da agrobiodiversidade local, apoiam o desenvolvimento sustentável e regional (Zanetti *et al.*, 2020). Por outro lado, garantem a segurança alimentar, oferecem grandes benefícios à saúde, fontes de vitaminas, carboidratos, proteínas, fibras e compostos bioativos com propriedades antiinflamatória. Com estes pressupostos, tem sido usadas e incorporadas à dieta para melhorar a nutrição e combater a desnutrição (Cheikhyyoussef *et al.*, 2013; Polesi *et al.*, 2017; Camargos *et al.*, 2022).

2.4 Secagem de alimentos

A melhor forma de preservar o valor nutricional de um produto é mantê-lo fresco (baixas temperaturas) difíceis de manter na distribuição (Sagar & Suresh Kumar, 2010). Frutas e vegetais frescos são altamente perecíveis devido ao seu alto teor de humidade (Orsat *et al.*, 2006), a secagem se apresenta como uma alternativa eficaz para conservar alimentos, prolongar a vida útil e reduzir perdas (Nunes *et al.*, 2016).

A secagem é uma das actividades mais antigas da humanidade. Tradicionalmente tem se utilizado a radiação solar para preservar alimentos ou outros materiais. Em que após a colheita, os alimentos são expostos ao sol ou ao ar, em locais como o solo ou telhado. No entanto, essa exposição de intempéries, poeira e insectos, conforme apontam Ferreira & Candeias (2005), pode comprometer a qualidade do produto final.

O processo de secagem envolve a remoção de água ou outros líquidos de um material sólido, realizado por centrifugação ou vaporização térmica a temperaturas abaixo da ebulição da água (Ferreira & Candeias, 2005; Celestino, 2010). A principal preocupação na secagem é a

degradação da qualidade dos alimentos, relacionada à selecção, projecto e operação dos secadores, devido a alterações físicas, químicas e bioquímicas durante o processo (Leitão, 1998; Mujumdar & Law, 2010).

O processo de secagem é complexo que envolve simultaneamente a transferência de massa e calor, juntamente com transformações biofísico-químicas (Mujumdar & Law, 2010). A transferência de calor ocorre do ambiente para a superfície do material, promovendo a evaporação da humidade, e depende de factores externos como temperatura, humidade do ar, fluxo e direcção do ar, área de exposição do sólido e pressão. Por outro lado, a transferência de massa refere-se à humidade que se desloca do interior para a superfície do material e sua evaporação subsequente (Mujumdar, 2007).

Condições de operação, como altas temperaturas e longos tempos de secagem, afectam a qualidade sensorial (aparência, textura, cor e sabor) e os nutrientes dos produtos. Isso traz desafios para estudos de processos alternativos que buscam preservar a textura, aparência (como escurecimento e perda de pigmentos) e os nutrientes da fruta desidratada (Shi *et al.*, 1999; Maskan, 2001).

2.4.1 Vantagens da secagem de alimentos

A secagem impede o crescimento de microrganismos decompositores, como bactérias, leveduras e bolores (Afolabi, 2014). Diminui os custos de embalagem, armazenamento, transporte e facilita a comercialização (Anand *et al.*, 2012). Por outro lado, tem a capacidade de aumentar a vida útil dos alimentos e concentra seu valor nutritivo, reduzindo a perda de água e melhorando a produtividade em qualidade e quantidade (Celestino, 2010).

Embora a secagem reduza reacções de deterioração, como escurecimento enzimático, oxidação lipídica, degradação de vitaminas e pigmentos (Barnwal & Tiwari, 2008), é importante monitorar as condições para minimizar efeitos que possam afectar negativamente as características do produto (Letão, 1998).

2.4.2 Tipos de secagem

A secagem de produtos pode ser natural ou artificial, dependendo de factores como: custos, tempo e qualidade desejada (Wankhade *et al.*, 2013). A secagem natural utiliza radiação solar e vento, sendo mais eficaz em regiões com temperaturas entre 35° C e 40° C, boa

radiação solar, baixa humidade e pouca poluição (Celestino, 2010). Nesse método, são necessário apenas bandejas para desidratação e redes para protecção contra insectos (Wankhade *et al.*, 2013).

O produto é aquecido pelos raios solares, permitindo que a humidade seja removida da sua superfície e transferida para o ar ambiente por meio da circulação do ar (Belessiotis & Delyannis, 2011). Essa técnica de desidratação solar, que não requer uma estrutura especial, é amplamente utilizada na conservação de produtos perecíveis por ser económica, simples e prática. Sua popularidade se deve à facilidade de controle do processo e à ausência de equipamentos caros (Leitão, 1998).

Esse método de secagem requer pouco investimento e preparação técnica, mas, segundo Leitão (1998), tem desvantagens significativas, como:

- Dependência das condições climáticas, especialmente da chuva, que pode interromper o processo de secagem e aumentar riscos de deterioração por fungos, insectos, roedores e pássaros.
- Baixa qualidade nutricional e estética do produto, devido à perda de vitaminas e escurecimento causado pela exposição ao sol.
- Aumento da actividade enzimática, levando à desestruturação do produto e ao desenvolvimento microbiano, o que pode resultar em patógenos e prolongar o tempo necessário para secagem.
- Teor de humidade final elevado, aumentando o risco de deterioração e variando a qualidade do produto, que pode não ficar adequadamente seco. Além disso, requer grandes áreas para a secagem em camada única.
- Redução da porosidade dos materiais secos, impactando a retenção de sabor, a distribuição da humidade e a capacidade de rehidratação, o que pode endurecer os produtos de maneira indesejável.

Segundo Oliveira (2009), diferentes produtos possuem propriedades químicas e físicas que requerem processos de secagem específicos, permitindo um controle detalhado. Para superar as desvantagens da secagem natural, foram desenvolvidos sistemas de secagem artificial, como os secadores de estufa e solares híbridos (Link *et al.*, 2017). Esses métodos oferecem

secagem mais rápida, eficiente e higiênica, resultando em menores perdas na produção (Hamdi *et al.*, 2018).

A secagem artificial possibilita o controle da temperatura, velocidade de escoamento e humidade relativa do ar, promovendo uma redução rápida da humidade sem comprometer a qualidade do produto (Rocha *et al.*, 2011). Além disso, esse processo preserva vitaminas e é economicamente viável, especialmente para grandes quantidades de produtos (Ferreira *et al.*, 2008). Contudo, a secagem artificial demanda uma quantidade considerável de energia, como combustíveis fósseis, biomassa ou electricidade (Tanko *et al.*, 2005; Ferreira *et al.*, 2008).

2.4.3 Factores que afectam a secagem

O uso de energia solar tem crescido em diversos sectores, impulsionado pelo aumento dos preços dos combustíveis fósseis, preocupações ambientais e a previsão de esgotamento desses recursos. A energia solar é um dos mais atrativos e com aplicações promissoras, permitindo um melhor aproveitamento na secagem dos produtos (Fudholi *et al.*, 2010).

Na secagem solar, as condições atmosféricas desempenham um papel crucial, influenciando a capacidade e o tempo de secagem. Factores como a intensidade da radiação solar, as estações do ano, o horário do dia, a duração da exposição ao sol, a temperatura do ar e a velocidade do vento são determinantes no processo (Pardhi & Bhagoria, 2013). Além disso, o método de secagem, a temperatura, a humidade relativa, a área superficial do produto, o teor de humidade e a velocidade do ar afectam a qualidade e a quantidade dos compostos ativos nos alimentos. Portanto, é essencial monitorar e controlar essas condições (Rocha *et al.*, 2011).

2.4.3.1 Efeito da área superficial do produto

Durante a secagem de um produto, a taxa é constante quando a superfície da água está saturada. Essa taxa é influenciada pela temperatura do ar, pela área exposta do produto e pelas condições de fluxo (El-Beltagy *et al.*, 2007). O processo é acelerado pela forma como o produto é disposto no secador, permitindo máxima exposição da superfície ao ar (Pastrana, 2014). Assim, quanto maior a área exposta, mais rápida será a evaporação da água interna (El-Beltagy *et al.*, 2007).

2.4.3.2 Efeito da temperatura

As variações de temperatura têm um impacto direto na qualidade do produto durante o processo de secagem. As temperaturas mais baixas (15 à 40° C) resultam em uma taxa de secagem lenta, aumentando o risco de deterioração e favorecendo reacções enzimáticas e crescimento de microrganismos, o que pode afectar negativamente a cor, sabor e aroma do produto (Wankhade *et al.*, 2013). Esse intervalo de temperatura é típico da secagem natural e durante o armazenamento (Muhlbauer, 1988).

Em contrapartida, as altas temperaturas (40 à 200° C), frequentemente utilizadas em secadores industriais, proporcionam uma taxa de secagem mais rápida e eficaz, sendo importante o controlo para evitar danos ao produto. De modo a garantir a qualidade, recomenda-se o uso de aquecedores indiretos, que minimizam a contaminação por componentes tóxicos (Wankhade *et al.*, 2013).

As temperaturas máximas aconselhadas para secagem variam de 55 à 75° C para hortícolas e de 65 à 70° C para frutas (Muhlbauer, 1988; Sharma *et al.*, 1993). A combinação adequada da temperatura do ar do secador com ar quente de um sistema de apoio é essencial para optimizar o processo de secagem (Wankhade *et al.*, 2013).

2.4.3.3 Teor de humidade do produto

A água desempenha um papel fundamental na vitalidade, aparência, estabilidade, peso e sabor dos alimentos. No entanto, sua presença também favorece a deterioração química, enzimática e microbiológica. Assim, quanto maior a quantidade de água disponível em um alimento, maior sua vulnerabilidade à deterioração. Por essa razão, em certas situações, é necessário remover a água para prolongar a vida útil do produto (Celestino, 2010).

A água pode ser classificada em dois tipos: livre e ligada. A água livre ocupa os poros e os espaços intergranulares dos alimentos, funcionando como um solvente que participa de reacções químicas e microbiológicas. Essa água é facilmente removida, requerendo pouca energia (Silva, 2014). Por outro lado, a água ligada está associada aos compostos não aquosos, como proteínas, sais e açúcares, apresentando propriedades distintas da água livre (Celestino, 2010).

A actividade da água (a_w) é um factor essencial nos estudos de secagem, armazenamento e embalagem de alimentos. A a_w mede com precisão o grau de ligação da água nos alimentos,

indicando sua disponibilidade para agir como solvente e participar nas transformações químicas, bioquímicas e microbiológicas (Scott, 1957).

2.4.3.4 Velocidade do ar

A velocidade do ar de secagem que atinge a superfície do produto é intensificada por taxas mais elevadas de transferência de massa de água à medida que a velocidade aumenta. Para garantir uma secagem eficiente, a velocidade do ar é ajustada por meio do controle da temperatura e da humidade relativa (Martin *et al.*, 2002). Além disso, é importante considerar que a combinação adequada desses factores pode otimizar o processo de secagem, promovendo uma redução mais rápida da humidade sem comprometer a qualidade do produto.

2.5 Composição dos alimentos

A composição centesimal mostra a proporção de diferentes substâncias em 100 g de alimento, como um indicativo do seu valor nutritivo. Esses grupos incluem humidade, lípidos, proteínas, fibras, cinzas e carboidratos (Genro & Orqis, 2008). Os nutrientes desempenham papéis essenciais na formação de tecidos, na função de catalisadores, no transporte de nutrientes, na defesa do organismo e na regulação do metabolismo (Tavares, 2001).

2.5.1 Fibras

Fibra alimentar é a parte não digerível do alimento vegetal, que chega ao cólon sem sofrer modificações estruturais. No cólon, a fibra é fermentada pela microbiota intestinal, gerando ácidos graxos, gás e energia (De Vries, 2003; Park & António, 2006; Lunn & Buttriss, 2007).

Estudos sobre teores de fibras nas cascas de frutas revelam variações significativas. Muhammad *et al.* (2011) estudaram cascas de canhú encontraram o teor de 6,56%. Rinaldi *et al.* (2010) e Pavithra *et al.* (2017) investigaram as cascas de papaia obtendo valores bastante distintos de 1,1% e 0,94%, respectivamente. Por sua vez, Storck *et al.* (2013) analisaram cascas de oito frutas e obtiveram teores de: morango igual 3,90%, batata 0,97%, chuchu 1,78%, laranja 3,55%, banana 1,00%, manga 4,16%, melão 4,58% e papaia p 2,09%. Num estudo similar realizado por Gondim *et al.* (2005) reportaram o teor em sete cascas de

frutas: abacate 6,85%, abacaxi 3,89%, banana 1,99%, papaia 1,20%, maracujá 4,33%, melão 1,42% e tangerina 10,38%. Por último Atkins *et al.* (2010) encontraram 11,02% para cascas de manga.

Os teores de fibras das cascas de frutas, tais como morango, batata, chuchu, laranja, banana, manga, melão e papaia p reportados nos estudos realizados por Storck *et al.* (2013) mostraram variações nos seus teores, com valores que variaram de 0,97% nas cascas de batata (valor mínimo) até 4,58% nas cascas de melão. De forma similar, os estudos de Gondim *et al.* (2005) nas sete cascas analisadas revelaram um valor mínimo de 1,20% nas cascas de papaia e um valor máximo de 10,38% nas cascas de tangerina.

Por outro lado, os estudos de Pavithra *et al.* (2017) mostraram que as cascas de papaia apresentaram teor de fibra mais baixo quando comparados com as demais cascas, enquanto que as cascas de manga, de acordo com Atkins *et al.* (2010), apresentaram teor mais alto. Esses resultados destacam a importância de valorizar o uso dessas partes das frutas.

2.5.1.1 Propriedades nutricionais das fibras

Os efeitos fisiológicos das fibras variam conforme o tipo, sendo solúveis ou insolúveis. Fibras insolúveis aumentam o peso e a frequência das fezes, suavizam-nas e reduzem o tempo de trânsito intestinal (Stanitorth *et al.*, 1991), retêm água, aumentando o volume fecal, composto por fibra não digerida e água. O consumo regular de fibras está associado à redução da incidência de câncer, como observado em nações africanas que consomem dietas ricas em fibras (Thebaudin *et al.*, 1997). Por outro lado, as fibras influenciam o metabolismo lipídico, com a produção de ácidos graxos de cadeia curta no cólon pela degradação bacteriana das fibras (Roberts *et al.*, 1994), e fibras solúveis podem reduzir os níveis de glicose no sangue devido à sua viscosidade (Le Blanc *et al.*, 1991).

2.5.2 Cinzas

Cinzas são resíduos inorgânicos resultantes da calcinação da matéria orgânica dos alimentos, sua composição nem sempre coincide com a dos alimentos devido a perdas por volatilização ou interação entre os componentes. Durante a calcinação, a matéria orgânica se transforma em CO₂, H₂O e NO₂, resultando na formação de cinzas e no resíduo inorgânico (Perez &

Andujar, 1981; Cecchi, 2003; Menezes & Purgatto, 2016). A análise das cinzas fornece informações iniciais sobre o conteúdo mineral (Menezes & Purgatto, 2016).

Diversos estudos analisaram os níveis de cinzas em diferentes cascas de frutas, com resultados bastante variados. Muhammad *et al.* (2011) encontraram 10,21% teores de cinzas nas cascas do fruto de canhú. Já Gondim *et al.* (2005) examinaram sete tipos de cascas de frutas, com os seguintes valores de cinzas: 0,75% para abacate, 1,03% de abacaxi, 0,95% cascas de banana, 0,82% para papaia, 0,57% de maracujá, 0,96% melão e 1,75% nas cascas de tangerina. Oliveira *et al.* (2021), por sua vez, encontraram teores de 7,65% para cascas de abacaxi e 8,53% a de banana.

Já Pavithra *et al.* (2017) observaram um teor de 0,37% para cascas de papaia, enquanto que as farinhas dessas cascas apresentaram 7,74% de cinzas. Por fim, Zingara (2022) analisou a polpa do fruto de canhú, cujos teores foram 11,43% e 11,37% de cinzas em duas variedades.

Os teores de cinzas nas cascas de frutas variam amplamente, apresentando níveis baixos, como as cascas de papaia 0,37%, médio, para as cascas de abacaxi 7,65% e de banana 8,53%, e ainda outros, níveis bem altos, como é o caso das cascas de canhú com 10,21%. As diferenças observadas podem ser atribuídas a factores como o tipo de fruta, o processo de extração e a variedade analisada. Tanto que as cascas de canhú quanto a polpa, mostraram teores elevados de cinzas, destacando-se entre as frutas mencionadas.

Os dados evidenciam a diversidade de teores de cinzas, refletindo a complexidade de factores que afectam a composição mineral das cascas de frutas.

2.5.3 pH

O pH é um factor crucial na indústria, influenciando diversos aspectos, como a verificação do estado do produto, processos de decomposição (hidrólise, oxidação e fermentação), paladar, temperatura de tratamento térmico, selecção de embalagens, higienização de equipamentos e escolha de aditivos. Além disso, o pH afecta a actividade das enzimas que pode influenciar no crescimento de microrganismos e, assim, a durabilidade do produto em termos de conservação (Cecchi 2003).

Estudos sobre pH em algumas cascas de frutas e polpas mostraram teores significativos: Rinaldi *et al.* (2010) analisaram o pH de duas variedades de papaia, encontrando valores de

5,6 e 5,4. Em outro estudo, Brito *et al.* (2018) reportaram um pH de 4,63 para farinha de casca de limão. No estudo de Zingara (2022), o pH observado para a polpa da Manhiça e KaTembe foram de 3,36 e 3,69, respectivamente. Finalmente, Cheikhyyoussef *et al.* (2013) encontraram um pH de 3,26 na polpa de canhú.

Os valores de pH variam consideravelmente entre diferentes frutos e partes analisadas, com valores mais baixos observados nas polpas e cascas de frutas como canhú, enquanto as variedades de papaia e farinha de cascas de limão apresentaram pH mais elevado.

2.5.4 Humidade

Diferentes autores, conduziram vários estudos sobre o teor de humidade em cascas de frutas, obtendo resultados distintos. Oliveira *et al.* (2021) abordaram cascas de duas frutas. Para as cascas de abacaxi, a humidade foi de 5,32%, enquanto para as cascas de banana foi 3,08%. Já no estudo de Brito *et al.* (2018) observaram que a farinha obtida das cascas de limão apresentou um teor de humidade de 9,32%. Por último, Cordova *et al.* (2005) analisaram as cascas de maracujá, encontraram um teor de humidade de 6,65%.

Esses estudos mostram que o teor de humidade nas cascas de frutas varia dependendo da fruta e do tipo de processamento realizado. As diferenças nos resultados podem residir nas variedades das frutas, métodos de análise e condições experimentais.

2.5.5 Acidez

A determinação da acidez é um indicador importante do estado de conservação de alimentos. O processo de decomposição, que pode ocorrer por fermentação, hidrólise ou oxidação, afecta a concentração de iões hidrogénio. (IAL, 2008). Estudos sobre acidez revelam teores variáveis em diferentes cascas de frutas.

Rinaldi *et al.* (2010) encontraram valores de acidez de 2,6% e 3,0% em duas variedades de cascas de papaia, Queiroz (2012) analisou as cascas de lichia e observou o teor de 0,59%. Observa-se que a acidez das frutas estudadas varia consideravelmente. As cascas de papaia apresentam os valores mais altos, seguidos pela lichia. Isso dá entender que cada fruta tem propriedades químicas únicas, influenciadas por sua variedade e condições de cultivo, o que pode implicar para seu uso em diferentes aplicações.

2.5.6 Sólidos solúveis tituláveis

Os SST são compostos solúveis em água, cuja concentração é um importante parâmetro de qualidade, indicando a quantidade de açúcares, doçura e sabor dos frutos. Por outro lado, garantem uma boa experiência sensorial ao consumidor, otimiza a produção e processamento (Park & António, 2006).

Vários estudos investigaram os teores de SST em cascas de frutas. Rinaldi *et al.* (2010) analisaram duas variedades de cascas de papaia, obtendo valores de 9,9% e 8,1%. Queiroz (2012) obteve 43,44% de SST nas cascas de lichia. Brito *et al.* (2010) analisaram cascas da farinha de limão, com valores de 8,54%. Castilho *et al.* (2014) estudaram cascas de banana e encontraram 4,30% e 3,49% e nas suas farinhas 15,94% e 9,35% de SST. Zingara (2022) revelou valores de 11,8% e 10,7% nas polpas de canhú.

Os estudos sobre SST em cascas de frutas revelam grandes variações dependendo do tipo de fruta e variedade analisada, apesar da variação, os resultados indicam que as cascas de frutas possuem um potencial para diversas aplicações, como produção de farinhas e outros derivados, destacando a importância de se explorar mais a fundo os recursos não convencionais das frutas, contribuindo para o aproveitamento integral dos alimentos e sua sustentabilidade.

2.5.7 Carbohidratos

Carbohidratos são compostos orgânicos que actuam como poliálcool-aldeído ou poliálcool-cetona, sendo responsáveis por mais de 90% da matéria seca dos vegetais e fornecendo a maior parte das calorias na dieta, além de melhorar a textura e sabor dos alimentos (Pinheiro *et al.*, 2005; Filho & Vasconcelos, 2011). Desempenham funções essenciais no organismo, incluindo a produção e armazenamento de energia, ajudam a preservar as proteínas, protegem contra a formação de corpos cetónicos e fornecem combustível para o sistema nervoso central, sendo fundamentais para o metabolismo. A sua falta pode resultar em fraqueza, fadiga, constipação e perda de massa muscular (Pinheiro *et al.*, 2005).

Diversos estudos investigaram o teor de carbohidratos em cascas de frutas. Muhammad *et al.* (2011) analisaram cascas de canhú, obtiveram 72,47%. Leakey (2017) as de maçã-estrela africana com teor de 80,06% de carbohidratos, e Oliveira *et al.* (2021) estudaram cascas de banana e abacaxi com teores de 75,46% e 81,63%. Ajila *et al.* (2008) focaram nas cascas de

manga obtendo 80,70%, enquanto Pavithra *et al.* (2017) reportaram valor de 64,65% nas cascas de papaia. Outros estudos relevantes incluem Oliveira *et al.* (2002) sobre cascas de maracujá obtiveram 8,23% de carboidratos, Romelle *et al.* (2016) sobre oito cascas: manga, laranja, banana, maçã, romã, melancia, abacaxi e papaia, com valor mínimo de 32,16% nas cascas de melão e valor máximo de 63,80% nas cascas de manga, além de Cordova *et al.* (2005), analisaram maracujá com 55,96% de carboidratos. Por fim, Storck *et al.* (2013) investigaram cascas de oito frutas com valor mais baixo de 2,13% nas cascas de melão e o mais alto de 17,96% nas cascas de laranja. Todos os estudos ressaltam a importância dos carboidratos em cascas de frutas.

2.5.8 Proteínas

As proteínas desempenham várias funções biológicas como: suporte estrutural ao corpo (em ossos, músculos, tecidos e nervos), actuar como catalisadores (enzimas), facilitar o transporte de nutrientes e metabólitos, defender contra microrganismos patogênicos (anticorpos) e regular os hormônios (Pinheiro *et al.*, 2005).

Estudos desenvolvidos sobre níveis de proteínas revelam diferenças significativas nos seus teores. Muhammad *et al.* (2011) analisaram cascas de canhú, obtendo 8,3%. Romelle *et al.*, (2016) analisaram oito cascas de frutas, variando de 2,80% nas cascas de maçã à 18,06% nas cascas de papaia. Pavithra *et al.* (2017) em seu estudo sobre cascas de papaia e sua farinha, obtiveram 1,40% e 5,31%, respectivamente. Cordova *et al.* (2005), obtiveram 1,50% para cascas de maracujá, enquanto Gondim *et al.* (2005) encontraram 0,67% nas cascas de maracujá (valor mínimo) e 2,49% nas cascas de tangerina (valor máximo). Leakey *et al.* (2017) em sua análise sobre cascas de maçã-estrela africana encontraram 6,23% e por fim Storck *et al.* (2013), ao analisarem 8 cascas de frutas, obtiveram resultados que variaram entre 0,51% nas cascas de banana, a 4,45% nas cascas de morango.

Os valores ilustram grande variação no conteúdo proteico das cascas de frutas analisadas, com alguns estudos encontrando teores baixos como os de Storck *et al.* (2013) com 0,51% nas cascas de banana, médios 2,49% por Gondim *et al.* (2005) e 2,80% por Romelle *et al.* (2016) e outros com valores significativamente altos como é o caso de Romelle *et al.* (2016) nas cascas de papaia.

2.5.9 Lipídios (Gordura)

Lipídios são compostos orgânicos com alta concentração de energia, contendo ácidos graxos essenciais e auxiliando no transporte de vitaminas lipossolúveis (IAL, 2008). São essenciais para fornecer energia na respiração celular, formar membranas celulares, transportar vitaminas lipossolúveis, melhorar a textura e sabor dos alimentos, reduzir o volume da alimentação, actuar como isolantes eléctricos (Pinheiro *et al.*, 2005).

O teor de gordura nas cascas de canhú, papaia, maracujá, limão, 7 cascas de frutas e 8 cascas de frutas nos estudos realizados por Muhammad *et al.* (2011), Pavithra *et al.* (2017), Oliveira *et al.* (2002) e Cordova *et al.* (2005), Brito *et al.* (2018), Gondim *et al.* (2005) e Romelle *et al.* (2016), variaram de 2,42%; 0,01%; 0,07% – 0,08%; 1,51%; 0,01% – 11,04% e 3,36% – 12,61%. Observa-se uma diferença significativa nos teores estudados, variando de valores baixos de 0,01% nas cascas de papaia de Pavithra *et al.* (2017), médios 3,36% nas cascas de romã e valores altos de 12,61% nas cascas de melancia de Romelle *et al.* (2016).

2.5.10 Valor calórico

Muhammad *et al.* (2011) encontraram um valor calórico de 345,05 kcal para as cascas de canhú enquanto o valor calórico da polpa da mesma fruta foi de 386,34 kcal, conforme estudo de Hassan *et al.* (2010). Pavithra *et al.* (2017) obtiveram 43 e 300 kcal nas cascas e farinha de papaia respectivamente.

Gondim *et al.* (2005), no estudo sobre cascas de sete frutas, identificaram o valor calórico mínimo de 18,05 kcal para melão e o valor mais alto de 158,30 kcal para a tangerina. Nas suas partes comestíveis dessas frutas, os valores calóricos variaram entre 29 kcal (melão) e 128 kcal (banana).

Por outro lado, Cordova *et al.* (2005) reportaram 237,05 kcal para as cascas e 90 kcal para polpa de maracujá. Santana & Oliveira (2005), também observaram conteúdo energético das cascas de melancia, que apresentaram 15,8 kcal, enquanto a polpa da fruta teve 22,74 kcal. Adicionalmente, Storck *et al.* (2013) analisaram diferentes cascas (8) e encontraram um valor calórico mínimo de 16,9 kcal para banana e o valor máximo de 91,5 kcal para o morango. Queiroz (2012) realizou um estudo sobre a fruta de lichia, tendo encontrado 10,76 kcal nas cascas e 64,49 kcal na polpa.

2.5.11 Minerais

Minerais são elementos inorgânicos essenciais, assim como as vitaminas, e não podem ser sintetizados pelo organismo, sendo obtidos exclusivamente pela alimentação (Pinheiro *et al.*, 2005), estão presentes em órgãos, no esqueleto, no sangue e em outros fluidos corporais, muitas vezes combinados com enzimas e integrados a hormonas e proteínas (Araujo *et al.*, 2008). Desempenham funções como: regulação e manutenção celular, transporte de substâncias, actividade muscular e nervosa, e composição de tecidos. Estão indirectamente envolvidos no crescimento, e o equilíbrio entre eles é crucial, pois o excesso ou a deficiência de um mineral pode afectar o metabolismo do outro (Pinheiro *et al.*, 2005).

2.5.11.1 Sódio

O sódio (Na) é essencial para o corpo, ajudando a manter a pressão osmótica, o pH, a contração muscular, o metabolismo da água, a absorção de nutrientes e a transmissão nervosa. Está presente no sal comum e é importante para a função mitocondrial e a estrutura óssea (Conrad *et al.*, 1985). A falta de sódio pode causar desejo por sal, crescimento retardado, perda de apetite e peso, enquanto excessos podem levar a distúrbios como letargia, fraqueza e convulsões (Tognon, 2012).

Os teores de sódio investigados por diversos autores mostraram abordagens e resultados distintos conforme descrito a seguir: Muhammad *et al.* (2011), estudaram cascas de canhú e encontraram teor de sódio de 38,23 mg/100 g, enquanto Magaia (2013b) obteve um teor de sódio de 30 mg/100 g na polpa. Marques *et al.* (2010) analisaram as cascas de manga, encontrando um teor de sódio de 37,47 mg/100 g.

Além disso, outros estudos também investigaram teores de sódio em diferentes frutas: Felipe *et al.* (2006), reportaram teores de sódio em manga e maracujá de 72,22 mg/100 g e 504,43 mg/100 g, respectivamente. Gondim *et al.* (2005) em seu estudo sobre cascas de sete frutas, encontraram os seguintes teores de sódio: valor mínimo de 8,54 mg/100 g nas cascas de melão e máximo de 77,76 mg/100 g nas cascas de tangerina e nas partes comestíveis das frutas o teor mínimo encontrado foi 0,4 mg/100 g em banana, abacate, abacaxi e tangerina, enquanto o valor mais alto foi de 11,0 mg/100 g no melão. Cordova *et al.* (2005) encontraram teor de sódio de 51,7 mg/100 g nas cascas de maracujá. Castilho *et al.* (2014) investigaram duas culturas de bananas verdes e encontraram os seguintes resultados: primeira cultura:

cascas 4,96 mg/100 g; polpa 2,97 mg/100 g e farinha 27,89 mg/100 g e na segunda cultura: cascas 6,62 mg/100 g; polpa 1,68 mg/100 g e farinha 20,38 mg/100 g.

2.5.11.2 Potássio

O potássio é o terceiro elemento mais abundante no corpo animal, é essencial para o equilíbrio hídrico, osmótico e ácido-base, regula as actividades neuromusculares (Conrad *et al.*, 1985). É crucial para a síntese de proteínas, metabolismo de carboidratos, transmissão nervosa, tonicidade intracelular e contração muscular, especialmente cardíaca (Pinheiro *et al.*, 2005). Sua deficiência causa fraqueza, sede excessiva, problemas cardíacos, fadiga muscular e paralisia (Conrad *et al.*, 1985).

Estudos analisaram o teor de potássio em diferentes partes de várias frutas, encontrando variações significativas. Muhammad *et al.* (2011), encontraram teor de potássio de 216,43 mg/100 g nas cascas, enquanto Magaia, (2013b) e Hassan *et al.* (2010) tiveram teores de potássio variando de 2753,0 mg/100 g e 44,54 mg/100 g na polpa (Canhú). De Souza *et al.* (2013) e Felipe *et al.* (2006) encontraram teores elevados nas cascas, com valores de 2447,70 mg/100 g e 690,02 mg/100 g, respectivamente (Maracujá).

Outros estudos envolvendo cascas de frutas, destacam-se os seguintes autores: Castilho *et al.* (2014) relataram teores de potássio em cascas, polpa e farinhas de cascas em duas culturas de bananas com valores variando entre 150,68 mg/100 g e 82,62 mg/100 g; 261,74 mg/100 g e 363,42 mg/100 g e 825,28 mg/100 g e 603,69 mg/100 g. Gondim *et al.* (2005) encontraram teores de potássio de 110,39 mg/100 g nas cascas de melão à 598,36 mg/100 g para tangerina, e os teores das partes comestíveis variando de 131,0 mg/100 g para abacaxi à 338,0 mg/100 g para maracujá. Marques *et al.* (2010) e Felipe *et al.* (2006) reportaram teores de potássio em cascas de mangas com 176,05 mg/100 g e 205,79 mg/100 g, respectivamente.

2.5.11.3 Cálcio

O cálcio representa 1,5% à 2% da massa corporal, sendo 99% concentrado nos ossos e dentes (Tognon, 2012). É essencial na formação do esqueleto, coagulação sanguínea, regulação do ritmo cardíaco e excitabilidade neuromuscular (Conrad *et al.*, 1985). A ingestão adequada é crucial, especialmente durante a adolescência, gravidez e lactação. Os iões cálcio (Ca^{2+}) actuam como cofactor em reacções enzimáticas incluindo a coagulação

do sangue (Tognon, 2012). A deficiência causa problemas como osteoporose, crescimento retardado e tetania, enquanto o excesso leva a hipercalcemia e calcificação renal (Wood & Zheng, 1997).

As análises feitas por diferentes autores apresentaram uma variação significativa nos teores de cálcio, dependendo do tipo de fruta e da parte analisada.

Muhammad *et al.* (2011) observaram um valor elevado de 447,40 mg/100 g de cálcio nas cascas de canhú, enquanto Hassan *et al.* (2010) reportaram um valor bem menor de 51,73 mg/100 g na polpa da mesma fruta. Romelle *et al.* (2016) realizaram um estudo com 8 cascas de frutas e encontraram um intervalo considerável de cálcio, com o valor mais baixo de 8,30 mg/100 g nas cascas de abacaxi e o valor mais alto de 162,03 mg/100 g nas cascas de laranja.

Outros estudos, como o de Felipe *et al.* (2006), indicaram teores de cálcio de 39,80 mg/100 g nas cascas de manga e 58,65 mg/100 g nas de maracujá. Já Cordova *et al.* (2005) encontraram um valor menor de 28,4 mg/100 g nas cascas de maracujá. Marques *et al.* (2010) indicaram uma diferença significativa entre as cascas e polpas de manga, com um teor de cálcio de 74,06 mg/100 g nas cascas e apenas 8,00 mg/100 g na polpa. Oliveira *et al.* (2002) também investigaram as cascas de maracujá, encontrando um valor de 10,98 mg/100 g de cálcio.

Esses estudos mostram uma grande diversidade nos teores de cálcio encontrados, que podem variar não apenas entre frutas, mas também entre diferentes partes da mesma fruta. É importante ressaltar que as cascas de frutas tendem a concentrar mais minerais do que na polpa, o que pode indicar seu potencial nutricional quando consideradas em dietas e estudos nutricionais.

2.5.11.4 Magnésio

O magnésio representa entre 20 à 28 g em um adulto, 60% armazenado nos ossos, seguido pelos músculos (26%) e outros tecidos (Tognon, 2012). Suas funções incluem a estabilização do ATP em reações enzimáticas e como cofactor para mais de 300 enzimas envolvidas no metabolismo e na síntese de moléculas vitais (Iseri & French, 1984). A deficiência leva a sintomas como tremores, espasmos musculares, alterações de personalidade, náuseas, letargia e, em casos graves, ataques cardíacos (Pinheiro *et al.*, 2005).

Os teores de magnésio em diferentes partes de frutas e suas variações entre espécies e variedades. Muhammad *et al.* (2011) reportaram um teor de 6,33 mg/100 g nas cascas de canhú, enquanto Hassan *et al.* (2010) encontraram 24,53 mg/100 g na polpa da mesma fruta. Glew *et al.* (2004) observaram um teor de 421 mg/100 g nas amêndoas de canhú. Gondim *et al.* (2005), em um estudo sobre cascas de sete frutas, relataram teor mínimo de 13,27 mg/100 g nas cascas de melão e máximo de 159,59 mg/100 g nas cascas de tangerina, enquanto nas partes comestíveis, o teor variou de 6,0 mg/100 g nas cascas de melão à 28,0 mg/100 g nas cascas de maracujá.

Marques *et al.* (2010), encontraram 22,38 mg/100 g de magnésio nas cascas de manga, enquanto a polpa apresentou apenas 7,00 mg/100 g. Por fim, Castilho *et al.* (2014) analisaram bananas verde, encontrando teores de 28,69 mg/100 g nas cascas, 22,14 mg/100 g na polpa e 128,53 mg/100 g na farinha da casca na primeira e 11,60 mg/100 g nas cascas, 26,30 mg/100 g na polpa e 84,83 mg/100 g na farinha da casca da segunda variedade.

Em geral, as cascas tendem a apresentar teores mais elevados de magnésio, destacando-se em algumas. As polpas geralmente apresentam valores mais baixos, com exceção da tangerina e da banana, que mostraram variações mais equilibradas. Isso mostra que as cascas dessas frutas podem ser fontes concentradas de magnésio e, portanto, merecem maior atenção para aproveitamento nutricional.

2.5.11.5 Ferro

O ferro é essencial para a saúde, apresentando-se nas formas bivalente (Fe^{2+}) e trivalente (Fe^{3+}), sendo a primeira a mais absorvida. As necessidades de ferro são supridas pelo turnover no sangue e pela absorção intestinal, com excreção limitada (Saunders *et al.*, 2012). A ingestão insuficiente reduz as reservas e os níveis séricos, afectando a produção de hemoglobina (Weisburger, 1997). O ferro é crucial para a formação de hemoglobina e mioglobina, transporte de electrões nas mitocôndrias, respiração celular, geração de ATP e formação de células vermelhas (Conrad *et al.*, 1985; Saunders *et al.*, 2012), contribui para a estrutura óssea e o funcionamento do sistema nervoso central (Conrad *et al.*, 1985).

Anemia é uma das principais doenças nutricionais provocada pela deficiência do ferro, especialmente em crianças, jovens e mulheres em idade fértil, muitas vezes devido a hábitos alimentares inadequados (Tognon, 2012). Sua deficiência impacta o desempenho intelectual, resistência a doenças e o controle da temperatura (Pinheiro *et al.*, 2005).

O teor de ferro nas cascas de frutas foi estudado por diversos autores. Muhammad *et al.* (2011) encontraram 4,18mg/100 g teor de ferro nas cascas de canhú, enquanto Hassan *et al.* (2010) encontraram 8,83 mg/100 g na polpa. Romelle *et al.* (2016) observaram uma variação significativa, com 9,22 mg/100 g na romã à 45,58 mg/100 g na melancia, em 8 frutas analisadas. Gondim *et al.* (2005) reportaram teores variando de 0,1 mg/100 g na tangerina à 0,6 mg/100 g para maracujá (7 frutas estudadas). Já Cordova *et al.* (2005) encontraram 1,5 mg/100 g teor de ferro nas cascas de maracujá e Oliveira *et al.* (2002) reportaram 3,20 mg/100 g na mesma fruta. Marques *et al.* (2010) registaram 0,1 mg/100 g nas cascas de manga. Felipe *et al.* (2006) observaram 3,93 mg/100 g nas cascas de manga e 13,52 mg/100 g nas de maracujá.

2.5.11.6 Fósforo

O fósforo é um elemento essencial para diversas funções biológicas, incluindo a formação do material genético e para a estrutura óssea de todas as células. Actua como cofactor em enzimas responsáveis pelo metabolismo de carboidratos, lipídios, proteínas, ácidos nucleicos e fosfolípidos (Pinheiro *et al.*, 2005). Representa mais de 70% dos minerais no corpo, sendo 80% desse total encontrado nos ossos e dentes (Conrad *et al.*, 1985).

É essencial para a transmissão nervosa, formação da casca de ovos, actividade enzimática, produção de ATP equilíbrio ácido-base e mineralização do cálcio. Afecta a síntese de colágeno e a regulação de hormônios como o paratormônio e o hormônio de crescimento (Lotz *et al.*, 1968; Pinheiro *et al.*, 2005). Sua deficiência pode levar a anorexia, fraqueza muscular, doenças ósseas e comprometimento imunológico, confusão mental ou até mesmo a morte (Bergman *et al.*, 2009).

Muhammad *et al.* (2011) obtiveram teor de fósforo de 2,27 mg/100 g nas cascas de canhú enquanto Hassan *et al.* (2010) encontraram 0,18 mg/100 g na polpa da mesma fruta. Marques *et al.* (2010) analisaram a fruta de manga, encontrando teor de fósforo 17,53 mg/100 g nas cascas e 14,0 mg/100 g na polpa. Oliveira *et al.* (2002) estudaram as cascas de maracujá e encontraram teor de fósforo de 36,36 mg/100 g.

2.6 Metabólitos secundários

Metabólitos secundários são compostos produzidos pelas plantas a partir de vias metabólicas primárias em resposta a estresses bióticos e abióticos (Borges & Amorim, 2020). Eles desempenham funções essenciais na defesa, sinalização, crescimento, adaptação das plantas a diferentes condições ambientais, além de terem aplicações nutricionais, farmacológicas, cosméticos e industriais (Fraenkel, 1959).

Entre os principais grupos estão terpenoides, fenólicos e alcaloides, que influenciam a cor dos vegetais, actuam na defesa contra herbívoros e microrganismos, e servem como sinalizadores de estresse (Fraenkel, 1959).

A produção desses compostos varia conforme condições ambientais e fisiológicas. Alguns, como cariquinas, favorecem germinação e simbiose com fungos, enquanto fitormônios como a melatonina regulam crescimento, reprodução e defesa (Arnao & Hernández-Ruiz, 2006).

Além disso, eles afectam as características sensoriais dos alimentos (cor, sabor e aroma) (Fang *et al.*, 2019), possuem propriedades terapêuticas (antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas, anticancerígenas) e contribuem para a nutrição humana, como exemplificados pelo β -caroteno no arroz dourado (Paine *et al.*, 2005).

Fitoquímicos como glucosinolatos, flavonoides e carotenoides ajudam a prevenir doenças e fortalecem o sistema imunológico (Paine *et al.*, 2005). Na cosmética, destacam-se por sua baixa toxicidade e são usados para cuidados com a pele, crescimento capilar e como aromatizante (Aburjai & Natsheh, 2003). O mentol, por exemplo, combina frescor e acção antibacteriana em produtos bucais (Vranic *et al.*, 2004).

O aroma é uma mistura complexa de inúmeros compostos voláteis, cuja composição varia de acordo com a espécie. Esses compostos são produzidos como indicadores do amadurecimento dos frutos e classificam-se em primários (presentes nos tecidos intactos), e secundários, resultantes da ruptura do tecido (Schwab *et al.*, 2008).

A composição volátil responsável pelo aroma e/ou sabor das frutas depende de diversos factores, como a genética das plantas, as condições ambientais, o tipo de cultivo, o grau de maturação, o manuseio pós-colheita e as condições de armazenamento (El Hadi *et al.*, 2013).

Os compostos voláteis mais comuns encontrados em frutas são ésteres, aldeídos, álcoois, lactonas, cetonas, terpenoides e apocarotenoides, os quais são responsáveis pelas diferentes

características aromáticas. Além disso, ácidos graxos e aminoácidos são os principais precursores desses aromas (El Hadi *et al.*, 2013).

2.6.1 Taninos

Taninos são polímeros fenólicos solúveis em água que interagem com proteínas, podendo ser classificados em hidrolisáveis e não hidrolisáveis (ou proantocianidinas) (Rocha *et al.*, 2011). Os hidrolisáveis são formados por fenóis simples e facilmente se quebram em condições ácidas ou básicas, enquanto os não hidrolisáveis têm uma estrutura mais complexa e são mais resistentes à hidrólise (Hagerman & Butler, 1981).

Os taninos desempenham diversas funções como: redução da digestibilidade de proteínas, carboidratos e minerais; diminuem a actividade de enzimas digestivas. Na medicina, são utilizados no tratamento de diarreias e problemas estomacais, como azia, gastrite, úlcera gástrica e tumores no estômago, além de actuarem como anti-inflamatórios, antissépticos e hemostáticos (Sreerama *et al.*, 2010).

Vários pesquisadores têm se dedicado a quantificar os teores de taninos em cascas e polpas de frutas (mg/100 g), com variações significativas entre as espécies estudadas. Muhammad *et al.* (2011) destacaram a quantidade de 1817,00 mg/100 g de taninos nas cascas de canhú, um valor extremamente elevado quando comparado com 338,80 mg/100 g num outro estudo realizado por Hassan *et al.* (2010) na polpa da mesma fruta. Esses resultados indicam a maior concentração de taninos nas cascas do que nas partes vulgarmente conhecidas. Um estudo relevante realizado por Duda-Chodak & Tarko (2007) analisaram 14 cascas de frutas e observaram variações significativas nos teores de taninos. Enquanto algumas frutas como melão, melancia, limão e laranja apresentaram quantidades insignificante (zero), outras variaram de 41,5 mg/100 g nas cascas de ameixa à 1410,3 mg/100 g para as cascas de uvas vermelhas (máximo). Essa discrepância mostra que os teores de taninos são altamente dependentes da espécie da fruta, além de outros factores como: variedade ou cultivo da fruta, condições climáticas, métodos de extração e análise. Da mesma forma Elfalleh *et al.* (2012) analisaram as cascas de romã e encontraram um teor de 139,63 mg/100 g de taninos, o que destaca o potencial antioxidante dessa fruta, especialmente em seu uso tradicional em medicina tradicional. Barros (2011) também realizou uma análise importante ao estudar os teores de taninos nas cascas de quatro futas: buriti, maçã, romã e uva. Os resultados variaram de 148,5 mg/100 g de taninos nas cascas de buriti, 42 mg/100 g nas cascas de

maçã, 38,25 mg/100 g nas de romã e 55,75 mg/100 g nas de uva, confirmando as variações entre as espécies.

Os dados apresentados revelam uma ampla variação de teores de taninos, dependendo da fruta e da parte estudada. A casca de canhú, com um teor excepcionalmente alto de 1817,00 mg/100 g se destaca como uma das fontes mais ricas de taninos entre os estudos revisados. Esses resultados podem ter implicações práticas no desenvolvimento de produtos alimentícios ou farmacêuticos, que se beneficiariam de extractos de taninos ricos, uma vez que essas substâncias são conhecidas por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas, é fundamental a escolha de fontes de frutas com alto teor de taninos para maximizar os benefícios terapêuticos.

2.6.2 Saponinas

Saponinas são substâncias do metabolismo secundário das plantas, localizadas em tecidos vulneráveis a ataques de fungos, bactérias ou insectos, desempenhando um papel importante na defesa das plantas e sendo reconhecidas como fitoprotectoras. São compostos glicosídicos anfífilos e termostáveis, encontrados em diversas plantas e alimentos (Price *et al.*, 1987), compostas por oligossacarídeos ligados a uma aglicona lipofílica (triterpenoides ou esteroides) e uma parte hidrofílica (açúcares) (Liener & Liener, 1994).

As ligações à aglicona, podem conter uma ou mais ligações C – C insaturadas. (Hu *et al.*, 1996), são conhecidas por reduzir o colesterol e por suas actividades anticancerígenas, anti-inflamatórias e antioxidantes, além de influenciar a microbiota intestinal, melhorando a absorção de nutrientes (Souza *et al.*, 2019).

As pesquisas sobre o teor de saponinas nas cascas em diferentes partes de frutas têm revelado variações significativas entre espécies e tipos de frutas. Nyambe *et al.* (2019) realizaram um estudo sobre a fruta de ébano africano, detectando teores de 1,88 mg/100 g nas cascas e 1,53 mg/100 g na polpa. Ezeabara *et al.* (2014), por sua vez, analisaram seis tipos de cascas de frutas cítricas e encontraram teores de saponinas variando: 0,96 mg/100 g nas cascas de lima comum, 0,31 mg/100 g nas de pomelo, 0,57 mg/100 g nas de limão, 0,41 mg/100 g nas de toranja, 0,57 mg/100 g nas tangerinas e 0,70 mg/100 g nas cascas de laranja doce. Esses estudos evidenciam as diferenças de teores de saponinas presentes em diferentes frutas e suas partes, contribuindo para a compreensão do potencial nutricional e medicinal de cada uma delas.

2.6.3 Flavonoides

Flavonoides são metabólitos secundários do reino vegetal, especialmente do género *Kalanchoe*, com uma estrutura básica de 15 carbonos (C₆-C₃-C₆), conferem cor às flores e possuem propriedades aromatizantes, bactericidas, fungicidas, adstringentes e anti-inflamatórias (Silva & Da Cunha, 2021). Na actividade anti-inflamatória, os flavonoídes modulam células inflamatórias, inibem a proliferação de linfócitos T e a produção de citocinas pró-inflamatórias, também regulam enzimas da via do ácido araquidónico e modulam a óxido nítrico sintase induzida (Kim *et al.*, 2004; López-Posadas *et al.*, 2008). São encontrados em muitos alimentos, como frutas, vegetais, sementes e flores, além de estarem presentes em chás e vinhos (Nijveldt *et al.*, 2001).

A análise de teores de flavonoides em cascas de frutas tem despertado muita atenção aos pesquisadores devido as inúmeras funções que desempenham na saúde humana.

Brito *et al.* (2018), por exemplo, encontraram teor de flavonoides de 174,76 mg/100 g nas cascas de limão. Fawole *et al.* (2012) realizaram um estudo similar, mas com as cascas de sete tipos frutas de romã, observando que os teores de flavonoides variavam de 97,8 mg/100 g à 126,0 mg/100 g. Barros (2011), no entanto, obteve um valor de 5,85 mg/100 g ao analisar as cascas de romã. Hussain *et al.* (2021) investigaram a farinha das cascas de abóbora, encontraram um teor de flavonoides de 45,0 mg/100 g consideravelmente baixo ao encontrado nas cascas de limão e romã. Suleria *et al.* (2020) realizaram uma análise mais abrangente, avaliando cascas de 20 diferentes frutas. O teor de flavonoides nessas variou entre um mínimo de 0,03 mg/100 g nas cascas de melão e pitaia e um máximo de 1,75 mg/100 g nas cascas de manga. Lee *et al.* (2012) investigaram as cascas de 11 frutas e encontraram teores de flavonoides que variam de 4,1 mg/100 g nas cascas de banana à 40,3 mg/100 g nas cascas de kiwi amarelo. A variação dos resultados desde 0,03 mg/100 g até 174,76, mg/100 g destaca a importância de considerar essas variáveis ao comparar os teores de flavonoides entre diferentes pesquisas.

Devido ao grande consumo de frutas nativas em Moçambique e a falta de estudos para o conhecimento populacional, existe uma preocupação em geral de quantificar o teor nutricional e assim como de metabólitos nas frutas nativas de Moçambique incluindo nas cascas das mesmas frutas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição do local de estudo

3.1.1 Localização geográfica

O distrito Municipal da KaTembe está situado a sul da cidade de Maputo. Limita-se a norte com a Baía de Maputo, a sul com o distrito de Matutuíne, através da Avenida do Metical, e a Oeste com o distrito de Boane, por meio do Rio Tembe. Possui uma área total de 101 Km² e está subdividido em cinco bairros: Chali, Chamissava, Guachene, Incassane e Inguide. De acordo com o censo Populacional e de Habitação de 2017, a população do distrito é estimada em 28.788 habitantes, com duas línguas faladas, o português e o xironga. A densidade populacional é de 1 habitante por metro quadrado.

As actividades económicas de cerca de 80% da população dedica-se à agricultura familiar, enquanto 10% vive da pesca. Os demais habitantes ocupam-se com outras actividades, como o comércio e a prestação de serviços (Administração do distrito, 2024).

O fluxograma a seguir ilustra o processo das actividades realizadas desde a aquisição da amostra até a conservação da farinha (Figura 2):

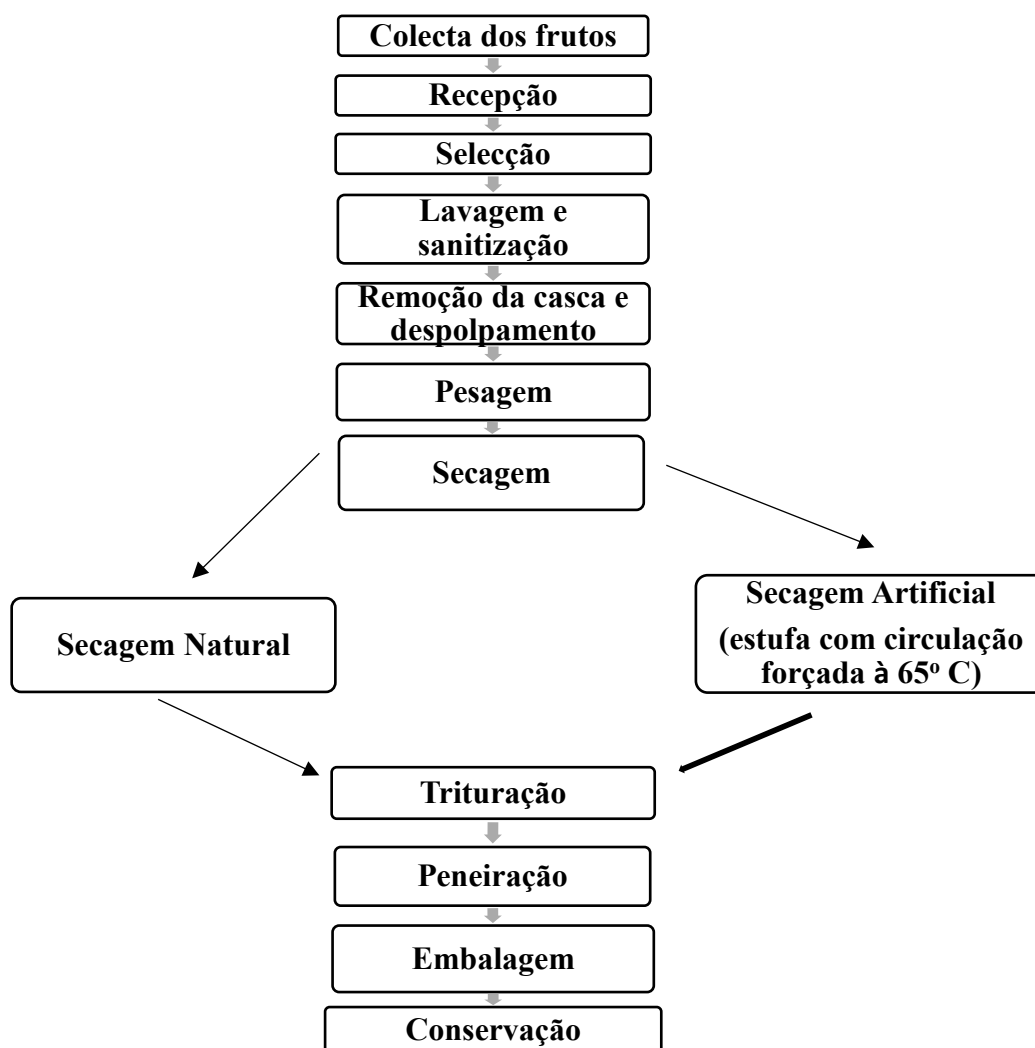


Figura 2: Fluxograma do processo de aquisição, tratamento da amostra até a e conservação da farinha.

3.2 Colecta e recepção da amostra

Frutos meio maduros de canhú, com um peso total de aproximadamente 18 Kg foram colectados aleatoriamente em 10 árvores, em Fevereiro de 2024, no distrito da KaTembe, Maputo, Moçambique. Os frutos, previamente caídos, foram colectados, colocados em sacos de ráfia e transportados para o laboratório de alimentos do Departamento de Química, Faculdade de Ciência da Universidade Eduardo Mondlane, onde foram mantidos, à temperatura ambiente até a maturação completa, indicada pela coloração amarela.

3.3 Pré-tratamento da amostra

Após a maturação completa dos frutos, estes foram seleccionados com base na aparência da casca, sem deformações nem arranhaduras. Os frutos foram inicialmente lavados com água corrente para a remoção de toda sujidade grosseira aderida à superfície. De seguida pela higienização com solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 200 ppm por 15 minutos (Santos *et al.*, 2021), afim de eliminar impurezas, microrganismos e contaminantes, e por fim enxaguados em água corrente. Utilizando uma faca inoxidável devidamente higienizada, as cascas foram removidas de cada fruto, seguindo-se a pesagem das cascas através de uma balança técnica. O peso total registado foi de aproximadamente 5 Kg, que foram posteriormente divididos em dois lotes iguais.

3.4 Secagem, trituração e peneiração

Os dois lotes foram submetidos a dois processos de secagem distintos: secagem natural e secagem artificial. A secagem natural, foi realizada a temperatura ambiente no laboratório por um período de 336 horas e a secagem artificial em uma estufa com circulação forçada de ar a 65° C durante 72 horas.

Após a secagem, as amostras foram trituradas, utilizando um processador de cereais de marca WARING para reduzir o tamanho das partículas e para a obtenção da farinha. E para garantir a uniformidade das partículas, a amostra foi peneirada com o auxílio de um crivo de marca ASTM E 11-70, de 0,5 mesh previamente higienizado.

3.5 Embalagem e conservação

A farinha obtida foi acondicionada em embalagens plásticas seladas. As embalagens foram armazenadas em local seco e fresco até a realização das análises. Os parâmetros foram analisados em diferentes laboratórios: os minerais no Instituto de Investigação Agrário (IIAM), as proteínas na UEM, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, e os demais parâmetros no Laboratório Nacional de Higiene, Águas e Alimentos (LNHAA).

3.6 Análises físico-químicas

Para a realização das análises físico-químicas, foram usados métodos padronizados e cada parâmetro foi analisado em triplicado ($n = 3$).

3.6.1 Potencial de hidrogénio (pH)

A determinação do pH foi realizada utilizando um potenciómetro de marca HANNA. Inicialmente, pesaram-se 10 g da amostra em um copo de Erlenmeyer e, em seguida, adicionaram-se 100 ml de água destilada. Após a homogeneização da mistura, o eletrodo foi imerso directamente nela, e fez-se a leitura do pH (IAL, 2008).

3.6.2 Acidez total titulável

A determinação da acidez titulável foi realizada da seguinte forma: pesou-se 10 g da amostra em um frasco de Erlenmeyer, onde foi dissolvida com 100 ml de água destilada. Com auxílio de uma vareta, a mistura foi agitada e deixada em repouso por 30 minutos, filtrada utilizando papel de filtro de marca WHATMAN. Em seguida adicionaram-se 3 gotas de solução de fenolftaleína a 1% e iniciou-se a titulação com NaOH 0,1 N sob agitação constante, até atingir o ponto de viragem. O volume de NaOH utilizado foi anotado. Para o cálculo de acidez, utilizou-se a equação (1) abaixo, (IAL, 2008).

[Equação 1]

$$\% \text{ Acidez titulável} = \frac{V \times F \times N}{P} \times 100$$

Onde:

- V = N° de ml de hidróxido de sódio gasto na titulação;
- F = Factor de conversão da solução de hidróxido de sódio;
- P = Massa da amostra em g;
- N = Normalidade da solução de hidróxido de sódio.

3.6.3 Teor de sólidos solúveis totais (SST) (°Brix)

Para a mensuração de SST, primeiramente pesou-se 5 g da amostra em um Erlenmeyer e acrescentou-se 50 ml de água destilada. Com auxílio de uma vareta, a mistura foi agitada e deixada em repouso por 30 minutos. Em seguida, a mistura foi filtrada utilizando papel de filtro de marca WHATMAN. Após a filtração, a amostra foi quantificada em um refratómetro de marca GRANT (modelo GR150), os resultados foram expressos em °Brix. A determinação de SST foi realizada colocando-se duas gotas da amostra no prisma do

refratômetro e fazendo a leitura direta em °Brix. A cada leitura, o aparelho era zerado com água destilada (IAL, 2008).

3.6.4 Determinação de humidade

O teor de humidade foi determinado pelo método gravimétrico de secagem em estufa a 105° C, até atingir peso constante. Para isso, pesou-se 5 g da amostra em uma placa de Petri, previamente tarada na estufa a 105° C. Em seguida, a amostra foi colocada na estufa por duas horas. Após o período de secagem, as placas de Petri contendo as amostras foram transferidas para um exsiccador, onde foram resfriadas até a temperatura ambiente. Por fim, as amostras foram pesadas novamente (Netto, 1959; AOAC, 2012). A percentagem de humidade foi calculada utilizando a equação 2.

[Equação 2]

$$\% \text{ de Humidade} = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \times 100$$

Onde,

- M1 – Peso da placa de Petri;
- M2 – Peso da placa de Petri mais amostra antes da secagem;
- M3 – Peso da placa de Petri mais amostra depois da secagem.

3.6.5 Determinação de cinzas

O teor de cinzas foi determinado pelo método gravimétrico por incineração na mufla a 550° C. Inicialmente, pesou-se 3 g da amostra em um cadinho de porcelana previamente tarado, e a amostra foi aquecida na mufla a 550° C durante uma hora. Em seguida, a amostra foi colocada na estufa por uma hora e, depois, transferida para o exsiccador até o resfriamento. A amostra foi então carbonizada em uma placa de aquecimento, seguida pela incineração na mufla a 550° C por 4 horas, até que se obtivesse cinzas brancas. Por fim, as amostras foram transferidas para a estufa a 105° C por 30 minutos, depois colocadas no exsiccador por 30 minutos, e pesadas (Netto, 1959). Os resultados foram expressos utilizando a equação (3).

[Equação 3]

$$\% \text{ de Cinzas} = \frac{M2 - M}{M1 - M} \times 100$$

Onde,

- M – Peso do cadinho vazio;
- M1 – Peso do cadinho com amostra;
- M2 – Peso do cadinho com cinzas

3.6.6 Determinação de gordura

O teor de gordura foi determinado pelo método gravimétrico, utilizando éter de petróleo como solvente. Inicialmente, os sacos de filtro foram tarados na estufa a 102° C por 30 minutos, depois colocados em exsiccador por 15 minutos e pesados. Em seguida, adicionou-se 2 g da amostra no saco de filtro, que foi fechado com algodão desengordurado e agrafado, registrando o peso. Os sacos contendo as amostras foram então secos na estufa a 102° C por 3 horas, colocados em exsiccador por 15 minutos e pesados novamente. As amostras secas foram submetidas à extração no extrator de marca ANKOM XT15 por 90 minutos, depois secas em estufa a 102° C por 30 minutos, novamente colocadas no exsiccador por 15 minutos e pesadas (Gomes & Simeone, 2012). Os resultados foram expressos pela equação 4.

[Equação 4]

$$\% \text{ de Gordura total} = \frac{W2 - W3}{W1} \times 100$$

Onde,

- W1 – Peso da amostra;
- W2 – Peso da amostra seca antes da extração;
- W3 – Peso da amostra seca depois da extração.

3.6.7 Determinação de fibra bruta

O teor de fibra bruta foi determinado por meio do método gravimétrico. Inicialmente, pesou-se 3 g da amostra e transferiu-se para um balão fundo redondo de 100 ml, previamente tarado na estufa a 105° C. Adicionou-se então 50 ml de solução de Bellucei, acoplou-se a um tubo longo de refrigeração e colocou-se o conjunto sobre uma placa de aquecimento durante 15 minutos, a partir do início da fervura. Em seguida, o conteúdo do balão foi transferido para um cadinho filtrante acoplado a uma bomba de sucção. O resíduo foi lavado com 5 ml de solução de Bellucei quente, 5 ml de água destilada quente, 10 ml de etanol absoluto e 50 ml de éter dietílico.

O resíduo obtido da filtração foi seco na estufa a 105° C por 30 minutos, depois foi resfriado no exsiccador por 15 minutos e pesado. A seguir, o resíduo foi carbonizado e transferido para uma mufla, onde foi aquecido a 550° C por 4 horas, até a obtenção de cinzas brancas. A amostra foi transferida para estufa a 105° C por 30 minutos, resfriada novamente no exsiccador por 15 minutos e pesada (Bellucci & De Alvin, 1973). Os resultados foram expressos de acordo com a equação 5.

[Equação 5]

$$\% \text{ de Fibra bruta} = \frac{M1 - M2}{M} \times 100$$

Onde,

- M – Peso da amostra;
- M1 – Peso do cadinho contendo a fibra antes da incineração;
- M2 – Peso do cadinho contendo o resíduo depois da incineração.

3.6.8 Determinação de carboidratos

O teor de carboidratos foi determinado calculando entre a percentagem máxima com a soma dos lípidos, proteínas, fibras e cinzas. Os resultados foram expressos pela equação (6) (AOAC, 1990).

[Equação 6]

$$\% \text{ Carboidratos} = [100 - (L + P + F + C)]$$

Onde,

- L – Lípidos; P – Proteínas; F – Fibras; C – Cinzas.

3.6.9 Determinação do valor energético

O valor energético total foi calculado com base no factor de conversão de Atwater. O cálculo foi realizado por soma, utilizando 4 kcal g⁻¹ para proteínas e carboidratos, 9 kcal g⁻¹ para lípidos. Os resultados foram apresentados em Kcal por 100 g, conforme a equação (7) (Storck *et al.*, 2013).

[Equação 7]

$$\text{Valor energético} = [4 \times (P + C) + 9 \times L]$$

Onde,

- P – Proteínas; C – Carbohidratos; L – Lipídios

3.6.10 Determinação de proteína

O teor de proteínas foi determinado com base na percentagem de N presente na amostra, o qual foi estimado utilizando um espectrofotómetro. Inicialmente, pesou-se 0.5 g da amostra, que foi tratada com uma mistura de H₂SO₄ e ácido salicílico (C₇H₆O₃). A primeira etapa envolveu a reacção do nitrato com ácido salicílico, uma reacção que ocorre no meio ácido fornecido. A digestão propriamente dita foi iniciada pela adição de H₂O₂, que oxida a maior parte da matéria orgânica. Após a composição do excesso de peróxido de hidrogénio e a evaporação da água, a digestão foi completada com ácido sulfúrico concentrado, sob altas temperaturas e na presença de um catalisador.

A determinação do nitrogénio seguiu o método Berthelot, em que derivados fenólicos formam um corante azo na presença de amónia e hipoclorito. O derivado de indo-fenol gerado apresenta uma coloração azul, cuja intensidade é directamente proporcional à concentração de amónio na solução da amostra.

Para análise, pipetaram-se 0.2 ml da digestão da série padrão em tubos de ensaio. Adicionaram-se 3 ml do reagente misto I (uma solução de salicilato de sódio com nitroprussiato de sódio) e a mistura foi agitada. Em seguida, adicionaram-se 5 ml do reagente misto II, composto por uma solução tampão com pH = 12,3 e solução de hipoclorito de sódio, a mistura foi novamente agitada. A solução foi deixada em repouso por 2 horas para permitir que a cor atingisse a intensidade máxima, e a leitura foi realizada no espectrofotómetro UV-Vis 6705, marca JENWAY. Utilizou-se o valor 6.25 como factor de conversão para calcular o teor de proteína (Houba *et al.*, 1989), conforme a equação 8.

[Equação 8]

$$(\%) N = \frac{50}{w} \times (a - b)$$

$$P = (\%) N \times 6,25$$

Onde,

- a – Concentração de N total medida na amostra total diluída (mg/l);

- b – Concentração de N total medida no branco diluído (mg/l);
- w – Peso da amostra (gramas);
- (%) N – teor de nitrogénio;
- P – Teor de proteína.

3.9.11 Determinação de minerais

Os teores de minerais ferro e fósforo foram determinados, usando a espectroscopia de absorção molecular UV-Vis. Após as medições, as concentrações encontradas foram convertidas em teores de metais, considerando as diluições da amostra e a possível presença destes elementos no branco.

3.9.11.1 Ferro

O método utilizado para a determinação do teor de ferro, consistiu na formação de um complexo de ferro com α , α -dipiridilo em meio básico, resultando em um complexo de coloração rósea, cuja absorbância foi medida no comprimento de onda de 515 nm. Inicialmente, pesaram-se 6 g da amostra, que foram colocadas em cadinhos de porcelana. A amostra foi carbonizada na placa de aquecimento e, em seguida, incinerada na mufla a 550° C por 4 horas. Após esse processo, a amostra foi resfriada e transferida para um copo de precipitação de 200 ml, sendo lavado com 40 ml de ácido clorídrico diluído na proporção 1:1. O processo de lavagem foi repetido duas vezes com 10 ml de água destilada. A solução foi enriquecida com algumas gotas de lavagem e completada com 20 ml de água destilada. Acrescentaram-se ainda algumas gotas de ácido nítrico, misturando bem e deixada a resfriar por 30 minutos.

A curva padrão foi construída dissolvendo-se 0.4 g de alúmen de ferro puro em 10 ml de ácido sulfúrico concentrado. À solução foi adicionada 10 ml de ácido clorídrico 6 N e 4 ml de ácido nítrico 15 N. O aquecimento foi realizado para remover o excesso de ácidos voláteis, e, em seguida, a solução foi diluída com água destilada. Foram retirados 5 ml da solução para um balão volumétrico de 10 ml, e completado com água destilada.

Para a preparação das soluções padrão, em balões de 25 ml, pipetaram-se volumes de 1, 2, 3, 4 e 5 ml da solução estoque, aos quais foram adicionados alguns cristais de ácido ascórbico, dissolvendo-os. Em seguida, adicionaram-se 5 ml da solução tampão e

completou-se com água destilada, obtendo-se soluções com concentrações de 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 e 0,05 mg de ferro por 25 ml da amostra. As soluções foram agitadas e deixadas a repousar por 1 hora. Por fim, as absorbâncias dessas soluções foram lidas a 515 nm permitindo a construção da curva de calibração (AOAC, 1980). Equação de cálculo:

[Equação 9]

$$Fe = \frac{Fe \text{ (mg/25ml)} \times F \times 100 \times 4}{m}$$

Onde,

- Fe (mg/25ml) – Concentração do ferro obtida através da curva de calibração;
- F – Factor de diluição;
- m – Massa da amostra em gramas.

3.9.11.2 Fósforo

A determinação do fósforo foi realizada por meio da calcinação da amostra, que converte seus compostos fosfatados em orto fosfatos. Estes ortos fosfatos, ao reagirem com nitromolibdovanato, formam uma coloração amarela cuja a absorbância é medida a um comprimento de onda de 430 nm.

Primeiramente, pesaram-se 3 g da amostra e colocaram em um cadinho de porcelana. A amostra foi então calcinada em placa de aquecimento e incinerada em mufla a 550° C por 4 horas. Após o resfriamento, a amostra foi tratada com ácido clorídrico e submetida a banho-maria para evaporar o ácido. Em seguida, adicionaram-se 3 ml de ácido nítrico a 10%, e a mistura foi fervida novamente em banho-maria por 5 minutos.

Foram retirados 10 ml da solução e transferidos para um balão volumétrico de 250 ml, diluindo-se com água destilada. Da solução diluída, 10 ml foram transferidos para um tubo de ensaio, aos quais foram adicionados 10 ml do reagente nitromolibdovanato. A mistura foi agitada e deixada em repouso por 10 minutos para o desenvolvimento da cor. Por fim, a absorbância foi medida a 430 nm e os cálculos foram efetuados segundo a equação a baixo (AOAC, 1980).

[Equação 10]

$$(\%) P = \frac{F \times 0,0625}{G}$$

Onde,

- F – Concentração do fósforo obtida através da curva de calibração em gramas;
- G – Peso em gramas da amostra;
- 0,0625 – Factor de cálculo e diluição.

3.9.11.3 Sódio, Potássio, Cálcio e Magnésio

Os minerais sódio, potássio, cálcio e magnésio foram determinados segundo a metodologia descrita por Gloria *et al.* (1964), com a eliminação dos principais interferentes utilizando NaOH e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Inicialmente 10 g amostra foram digeridas em 100 ml de HNO_3 0,05 N, sob agitação por 15 minutos e depois filtrado. Foi pipetada uma alíquota de 50 ml para um Erlenmeyer de 250 ml e adicionou-se duas gotas de solução de vermelho de metilo a 1% e NH_4OH até o ponto de viragem. A solução foi aquecida por 5 minutos, resfriada e, adicionado 1 ml de solução de $(\text{NH}_4)_2\text{S}$. Decorridos 10 minutos o material foi transferido para um balão volumétrico de 100 ml, com lavagem do Erlenmeyer e filtro com água destilada e o volume completado com água destilada. A solução foi utilizada para a análise dos minerais.

Cálcio

Para determinar o teor de cálcio, pipetou-se 20 ml da solução da amostra para um Erlenmeyer de 250 ml, adicionou-se 80 ml de água destilada e 10 ml de NaOH 5 N e agitou-se. Titulou-se com solução de EDTA 0,02 N até ocorrer a viragem da cor rosa para azul. Os resultados foram expressos segundo a equação 11.

[Equação 11]

$$\text{Cálcio (mg/100 g)} = (A - B) \times t \times \frac{V}{v} \times \frac{100}{p} \times f$$

Magnésio

Para a determinação do teor de magnésio, pipetaram-se 20 ml da solução padrão para um Erlenmeyer de 250 ml, adicionou-se 80 ml de água destilada e a solução foi aquecida até 60° C. Imediatamente, adicionaram-se 10 ml de solução tampão de pH 10 e 3 gotas de indicador ericromo preto T. Foram gotejados solução de EDTA 0,02 N até o ponto de viragem da cor vermelha para azul. Os resultados foram expressos segundo a equação 12.

[Equação 12]

$$\text{Magnésio (mg/100 g)} = (A - B) \times t \times \frac{V}{v} \times \frac{100}{p} \times f \times 0,8$$

Onde,

- A – ml de EDTA gastos na titulação da amostra;
- B – ml de EDTA gastos na titulação de ensaio em branco;
- t – Normalidade de EDTA;
- V – Volume inicial do extrato;
- v – Volume pipetado do extracto da amostra;
- P – Peso da amostra em g;
- F – Factor de humidade.

Sódio e potássio

Para determinar os teores de sódio e potássio, foram pipetados 20 ml da solução para dois Erlenmeyers de 250 ml, isto é, para a determinação de cada um dos minerais, e a leitura foi feita no fotômetro de chama, e os cálculos expressos segundo as equações (13) e (14), respectivamente.

[Equação 13]

$$(\text{ml/l})\text{Na} = [(A - B) \times 1,087]$$

Onde,

- A – Amostra; B – Ensaio em branco.

[Equação 14]

$$(\text{ml/l})K = [(A - B) \times 0,64]$$

Onde,

- A – Amostra; B – Ensaio em branco.

3.10 Identificação de metabólitos secundários

Para a identificação dos metabólitos secundários nas amostras, seguiu-se o método descrito por Kloss *et al.* (2016) & Gomes *et al.* (2017). Num Erlenmeyer, fez-se a extração etanólica de 10 g de amostra em 100 ml de álcool etílico a 96%. Com o auxílio de uma haste, a mistura foi agitada e deixada em repouso durante uma hora. De seguida, procedeu-se a filtração, utilizando papel de filtro de marca WHATMAN. O filtrado foi submetido a um processo de destilação simples e conservado num balão volumétrico de 250 ml. O produto da destilação foi utilizado para as análises dos metabólitos.

Para a identificação de taninos, pipetou-se 2 ml do extracto etanólico para tubos de ensaio, adicionou-se 10 ml de água destilada e em seguida, acrescentou-se duas gotas da solução de cloreto férrico a 10%, tomando uma coloração azul ou verde, o que indicou a presença de taninos.

Identificação da presença de flavonoides, inicialmente pipetou-se 2 ml do extracto etanólico para tubos de ensaio, adicionou-se 15 gotas de ácido clorídrico concentrado e duas gotas de solução de acetato de chumbo a 10%, após a mistura, houve formação de um precipitado de cor branca indicando a ocorrência da reacção.

Identificação de saponinas, 2 ml do extracto etanólico foram pipetados para tubos de ensaio, adicionaram-se 5 ml de água destilada fervente, deixando até o arrefecimento, de seguida foi agitada vigorosamente e deixada em repouso por 20 minutos, onde foi possível verificar a formação de uma espuma, indicando assim a presença de saponinas.

3.11 Análise de dados

Foi realizada uma pesquisa laboratorial de natureza quantitativa e qualitativa (Pereira *et al.*, 2018). Os dados foram organizados no Microsoft Excel em forma de tabelas, posteriormente submetidos a tratamento estatístico descritivo, utilizando o software IBM SPSS Statistic 20. Para cada tratamento, foram calculados os valores médios, desvios padrão e intervalos de confiança de 95% ($p < 0,05$), por meio do teste “t” para comparação de duas médias independentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros analisados neste estudo são apresentados a seguir, expressos como médias aritméticas simples acompanhadas dos respectivos desvios-padrão, para as duas amostras avaliadas. As análises foram realizadas em triplicado (três replicas) para cada parâmetro determinado.

4.1 Composição centesimal

Pela avaliação geral dos resultados obtidos neste estudo as cascas de *Sclerocarya birrea* (canhú) apresentam, como mostra a tabela 7, consideráveis teores de carboidratos, seguidos de fibra bruta e proteína. Os teores de humidade, cinzas, ATT e SST quantificados nos dois processos de secagem mostraram ligeiras diferenças e ainda o valor calórico, pH e gordura, sem variação.

Tabela 7: Composição centesimal, em termos de médias e desvio padrão das cascas de canhú (*S. birrea*) no processo de secagem natural e artificial, n = 3.

Parâmetros	Secagem natural	Secagem artificial	Resultados de estudos revistos sob a forma de intervalos
Humidade (%)	7,20 ± 0,05 ^a	6,55 ± 0,06 ^b	[5,32; 9,32] Brito <i>et al.</i> (2018), ..., Oliveira <i>et al.</i> (2021)
Cinzas (%)	7,71 ± 0,16 ^a	6,86 ± 0,24 ^b	[0,57; 8,53] Gondim <i>et al.</i> (2005), ..., Oliveira <i>et al.</i> (2021)
Fibra bruta (%)	23,69 ± 0,01 ^b	25,42 ± 0,29 ^a	[0,94; 11,02] Rinaldi <i>et al.</i> (2010), ..., Storck <i>et al.</i> (2013)
Gordura (%)	4,50 ± 0,11 ^a	4,74 ± 0,83 ^a	[0,08; 12,61] Oliveira <i>et al.</i> (2002), ..., Romelle <i>et al.</i> (2016)
Proteínas (%)	7,09 ± 0,61 ^b	10,27 ± 0,75 ^a	[0,51; 18,06] Romelle <i>et al.</i> (2016), ..., Leakey <i>et al.</i> (2017)
Carboidratos (%)	57,00 ± 0,54 ^a	52,69 ± 0,55 ^b	[2,13; 81,63] Storck <i>et al.</i> (2013), ..., Ajila <i>et al.</i> (2008)
Valor calórico (kcal)	296,89 ± 1,02 ^a	294,56 ± 5,71 ^a	[10,76; 345,05] Muhammad <i>et al.</i> (2011), ..., Queiroz (2012)
pH	4,40 ± 0,01 ^a	4,33 ± 0,04 ^a	[4,60; 5,50] Rinaldi <i>et al.</i> (2010), ..., Storck <i>et al.</i> (2013)
ATT (%)	5,53 ± 0,05 ^b	6,36 ± 0,11 ^a	[0,59; 2,80] Rinaldi <i>et al.</i> (2010), ..., Storck <i>et al.</i> (2013)
SST (%)	3,00 ± 0,00 ^b	3,50 ± 0,00 ^a	[4,30; 43,40] Castilho <i>et al.</i> (2014), ..., Queiroz (2012)

Letras minúsculas diferentes na mesma linha significa que houve diferenças estatística

4.1.1 Humidade

Os teores médios de humidade obtidos foram de 7,20% na secagem natural e 6,55% na secagem artificial. A análise mostrou diferenças significativas entre os dois métodos. O processo de secagem artificial proporciona de certo modo melhor controle de humidade, uma vez que reduz significativamente a quantidade de água, o que mostra ser vantajoso na conservação e maior tempo de prateleira.

Tratando-se de um estudo de base na caracterização de cascas de frutas, estudos comparativos sobre cascas de *S. birrea* são escassos. Daí que para comparar o nível dos teores obtidos foram usados estudos de algumas cascas de frutas tropicais. Seguindo esta abordagem, estudos realizados por De Souza (2013) (uso de estufa a 70° C/24h) e Cordova *et al.* (2005) (uso de estufa a 70° C/3h) encontraram teores de humidade médios e similares de 6,66% e 6,65% respectivamente nas cascas de maracujá. No processo de secagem de cascas de abacaxi e de banana com papel absorvente realizado por Oliveira *et al.* (2021) observaram teores de humidade relativamente baixos 5,32% para abacaxi e banana 3,08% comparativamente as cascas de canhú. Elevados teores de humidade (9,32%) comparados com os do presente estudo nos dois métodos de secagem, foram encontrados por Brito *et al.* (2018) nas cascas de limão usando o método de secagem em estufa a 70° C/12 horas. Esta diferença pode ser avaliada tendo em conta a estrutura das cascas de limão, pela capacidade de reter mais água ou pelo tempo de secura.

A secagem natural é simples, utilizando apenas bandejas para desidratação e redes para protecção contra insectos, mas é mais lenta e depende das condições ambientais, já a secagem artificial é mais rápida, eficiente e higiénica, reduzindo as perdas na produção e oferecendo maior controle e qualidade do processo (Wankhade *et al.*, 2013; Hamdi *et al.*, 2018).

4.1.2 Cinzas

Os teores médios de cinzas nas cascas de canhú, encontrados neste estudo foram 7,71% na secagem natural e 6,86% na secagem artificial, verificando-se uma ligeira diferença entre os dois métodos. Comparando com outras pesquisas, os resultados encontrados são inferiores aos de Muhammad *et al.* (2011), que registaram 10,21% de cinzas nas cascas do fruto de canhú secas ao ar. A diferença no teor de cinzas pode ser explicada por factores como clima, estado de maturação, diferenças nas variedades e região de produção do fruto.

Teores de cinzas relativamente próximos aos do presente estudo para a secagem natural, foram encontrados por Oliveira *et al.* (2021) nas cascas de abacaxi e banana 7,65% e 8,53% respectivamente, e 7,74% nas cascas de papaia secas em estufa (Pavithra *et al.*, 2017). Gondim *et al.* (2005) analisaram sete tipos de cascas de frutas: maracujá, abacate, papaia, banana, melão, abacaxi e tangerina obtendo valores que variaram de 0,57% à 1,75% na secagem a estufa a temperatura de 60° C, tempo não especificado.

Embora haja variações entre os teores obtidos em diferentes tipos de cascas de frutas, assim como dos métodos de secagem, os níveis de cinza encontrados indicam que as cascas de canhú podem ser considerados fonte de minerais.

4.1.3 Fibra bruta

Consideráveis teores de fibra bruta com valores médios de 23,69% (secagem natural) e 25,42% (secagem artificial), foram obtidos no presente estudo com algumas diferenças estatisticamente significativas. Estes resultados são relativamente altos quando comparados aos Muhammad *et al.* (2011) onde obtiveram baixo teor percentual de fibra (6,56%) nas cascas de canhú. Foram também avaliados três estudos que reportaram teor de fibra bruta nas cascas de papaia com teores mais baixos de 0,94% à 1,20% (Rinaldi *et al.*, 2010; Pavithra *et al.*, 2017; Gondim *et al.*, 2005). Teor de fibra bruta no intervalo de 4,58% à 11,02% nas cascas de melão, tangerina e manga foram encontrados nos estudos de Storck *et al.* (2013), Gondim *et al.* (2005) e Atkins *et al.* (2010). Observaram-se grandes variações nos teores de fibra bruta nas cascas de frutas em diversos estudos, este fenómeno pode ser devido ao uso de diferentes metodologias de secagem. Contudo, nutricionalmente o consumo de alimentos ricos em fibra favorecem a saúde humana, e que segundo Song *et al.* (2011), a ingestão de fibra é importante para a actividade intestinal, pois reduz o risco de colesterol, doenças cardíacas, hipertensão, além de melhorar a tolerância à glicose.

4.1.4 Gordura

O teor de gordura nas cascas de canhú foi de 4,50% (secagem natural) e 4,74% (secagem artificial), sem diferenças estatísticas significativas. Valor relativamente baixo comparado aos obtidos neste estudo, foram reportados por Muhammad *et al.* (2011). Baixos teores de gordura variando de 0,08 % à 1,5% nas cascas de limão e maracujá foram reportados por Oliveira *et al.* (2002), Cordova *et al.* (2005) e Brito *et al.* (2018). Entretanto, valores

superiores aos do presente estudo foram observados nas cascas de abacate e de melancia com teores que variaram de 11,04% à 12,61% (Gondim *et al.*, 2005; Romelle *et al.*, 2016).

De acordo com os estudos revisados, o teor de gordura nas cascas de frutas tem sido baixo. Hassan *et al.* (2008), corrobora com a afirmação dizendo que é de esperar um baixo teor de gordura na maioria das cascas de frutas, o que torna um bom resíduo para o controle de peso corporal.

4.1.5 Proteína

Diferentes teores percentuais de proteína foram encontrados neste estudo. Para a secagem natural, o valor foi de 7,09%, enquanto que na secagem artificial foi de 10,27%, com diferenças estatísticas significativas. Os resultados obtidos na secagem artificial do presente estudo mostraram-se altos aos encontrados por Muhammad *et al.* (2011) nas cascas de canhú com um valor de 8,3%, e relativamente similar ao encontrado na secagem natural. Cordova *et al.* (2005), Gondim *et al.* (2005), Romelle *et al.* (2016), Pavithra *et al.* (2017) e Leakey *et al.* (2017) analisaram o teor proteico nas cascas de banana, papaia, maracujá, tangerina, maçã e cascas de maçã-estrela africana, tendo reportado valores que variaram de 0,51% à 6,23%, baixos valores comparados com os do presente estudo. Ainda no estudo de Romelle *et al.* (2016), foi reportado teor de proteína de 18,06% nas cascas de papaia, valor superior ao das cascas de canhú desta pesquisa.

As diferenças observadas podem ser atribuídas a factores genéticos e ambientais, por outro lado, a metodologia usada. Além da variedade da biomassa, estágio de maturação, tempo e tipo de secagem, condições de armazenamento e o método de quantificação das proteínas que pode influenciar a matriz analisada. O teor de proteína nos alimentos é importante para a construção e manutenção muscular, função imunológica, síntese de enzimas e hormónios, fonte de energia e manutenção de líquidos e equilíbrio ácido-base (Pinheiro *et al.*, 2005).

4.1.6 Carbohidratos

O teor de carbohidratos encontrado nas cascas foi de 57,00% para a secagem natural e 52,69% para a secagem artificial, com diferenças estatísticas significativas. Calculado pela percentagem máxima com a soma dos lípidos, proteínas, fibras e cinzas.

Elevados teores no intervalo de 72,47% à 81,63% de carboidratos comparados com os do presente estudo, foram reportados por Ajila *et al.* (2008), Muhammad *et al.* (2011), Leahey (2017), Oliveira *et al.* (2021) nas cascas de canhú, maçã-estrela africana, banana, abacaxi e na farinha das cascas de manga. Por outro lado, valores de carboidratos próximos (cerca de 55,96% à 64,65%) comparados com os do presente estudo foram encontrados nas cascas de maracujá por Cordova *et al.* (2005), cascas de manga por Romelle *et al.* (2016) e cascas de papaia por Pavithra *et al.* (2017). Baixos valores (2,13% à 32,16%) foram reportados nas cascas de melão e laranja por Storck *et al.* (2013), nas cascas de maracujá por Oliveira *et al.* (2002), cascas de papaia por Pavithra *et al.* (2017) e cascas de melão por Romelle *et al.* (2016).

Apesar da variação com outras cascas de frutas, o estudo mostra que essas cascas, têm níveis de carboidratos úteis como suplemento alimentar. Como destaca Pinheiro *et al.* (2005), esses nutrientes são importantes fontes e formas de armazenamento de energia, além de atuarem como fibras que auxiliam na digestão, promovem a saciedade e ajudam a controlar colesterol e açúcar no sangue.

4.1.7 Valor calórico

O valor calórico obtido foi de 296,89 kcal (secagem natural) e 294,56 kcal (secagem artificial), sem diferenças estatísticas entre os dois métodos de secagem. Esses valores são inferiores aos encontrados por Muhammad *et al.* (2011), que reportaram 345,05 kcal para as cascas de canhú. Outros estudos, como de Gondim *et al.* (2005), Cordova *et al.* (2005), Santana & Oliveira (2005), Queiroz (2012), Storck *et al.* (2013), Pavithra *et al.* (2017) observaram variações significativas nos conteúdos energéticos das cascas de diferentes frutas, variando entre 10,76 kcal nas cascas de banana à 91,5 kcal nas cascas de morango, valores inferiores aos encontrados neste estudo.

4.1.8 pH

O teor de pH nas cascas de canhú apresentou um carácter ácido com o valor de 4,40 e 4,33 na secagem natural e artificial, respectivamente, sem diferenças estatísticas. Na avaliação de pH feita por Rinaldi *et al.* (2010) os valores obtidos foram em média 5,5 para duas variedades de papaia e 4,6 nas cascas de limão (Brito *et al.*, 2018). O carácter ácido encontrado nas cascas de canhú tendem a favorecer a conservação, dificultando deste modo,

o crescimento de microrganismos patogénicos e deterioradores. De acordo com a observação do Viera (2010), este fenómeno ajuda a manter a estabilidade do ácido ascórbico.

4.1.9 Acidez total titulável

A percentagem do teor de acidez total titulável nas cascas secas naturalmente foi de 5,53%, enquanto as secas artificialmente apresentaram 6,36%, mostrando uma ligeira diferença entre os dois métodos. Baixos teores de acidez foram observados por Rinaldi *et al.* (2010) com valores médios de 2,8% nas cascas de papaia, e 0,59% nas cascas de lichia (Queiroz, 2012).

4.1.10 Sólidos solúveis totais

As cascas de canhú apresentam um nível de doçura similar com valores de 3,0% nas amostras submetidas a secagem natural e 3,50% na secagem artificial. Estes valores são relativamente similares ao teor de cascas de banana (4,3%) avaliados por Castilho *et al.* (2014). Valores ligeiramente altos (8,1% à 9,9%) comparados com os do presente estudo, foram reportados por Rinaldi *et al.* (2010) e Brito *et al.* (2018). Entretanto, um nível de doçura mais alto foi observado por Queiroz (2012), com um valor de 43,4% nas cascas de lichia.

4.2 Composição mineral

Os minerais são essenciais para várias funções fisiológicas do corpo, especialmente na construção e regulação de processos vitais. As frutas são uma boa fonte de minerais na dieta (Ismail *et al.*, 2011).

A tabela a seguir ilustra a composição mineral e desvio padrão realizadas nos dois métodos de secagem.

Tabela 8: Composição mineral em (mg/100 g) e desvio padrão

Parâmetros	Secagem natural	Secagem artificial	Resultados de estudos revistos sob a forma de intervalos
Sódio	0,30 ± 0,04 ^a	0,25 ± 0,02 ^a	[2,97; 504,43] Marques <i>et al.</i> (2010), ..., Muhammad <i>et al.</i> (2011)
Potássio	6,57 ± 0,05 ^a	5,84 ± 0,03 ^b	[82,62; 2447,70] Felipe <i>et al.</i> (2006), ..., Castilho <i>et al.</i> (2014)
Cálcio	37,50 ± 0,00 ^a	33,50 ± 0,86 ^b	[8,30; 447,40] Cordova <i>et al.</i> (2005), ..., Muhammad <i>et al.</i> (2011)
Magnésio	4,25 ± 0,02 ^a	0,00 ± 0,00 ^b	[6,33; 159,59] Gondim <i>et al.</i> (2005), ..., Muhammad <i>et al.</i> (2011)
Ferro	ND	ND	[0,1; 45,58] Marques <i>et al.</i> (2010), ..., Romelle <i>et al.</i> (2016)
Fósforo	ND	ND	[2,27; 36,36] Oliveira <i>et al.</i> (2002), ..., Marques <i>et al.</i> (2010)

Letras minúsculas diferentes na mesma linha significa que houve diferenças estatísticas.

ND – Não detectado.

De acordo com a tabela 8, as cascas de canhú apresentam teores consideráveis dos minerais Cálcio e Potássio em mg/100 g com pequenas variações entre os dois métodos de secagem. O Magnésio aparece em maior quantidade na secagem natural, enquanto que o teor de Sódio é baixo em ambos os métodos de secagem. Vale destacar que, no total, foram avaliados os teores de Ferro e Fósforo, mas estes não foram detectados em níveis abaixo de 0.01mg/100 g. A seguir far-se-á comparação de minerais de estudos anteriores em mg/100 g com os do presente estudo.

4.2.1 Sódio

O teor de sódio nas cascas de canhú foi de 0,30 mg/100 g na secagem natural e 0,25 mg/100 g na secagem artificial, sem diferenças estatísticas entre os dois métodos. Estudos anteriores destacaram teores variando entre 2,97 mg/100 g à 504,43 mg/100 g reportados por Cordova *et al.* (2005), Gondim *et al.* (2005), Felipe *et al.* (2006), Marques *et al.* (2010), Muhammad *et al.* (2011), Castilho *et al.* (2014), nas cascas de manga, maracujá, melão, tangerina e banana. Os teores de sódio nas cascas de canhú do presente estudo são consideravelmente baixos em comparação com os resultados revisados.

O sódio é essencial para funções corporais como pressão osmótica, pH, contração muscular, metabolismo da água, absorção de nutrientes, transmissão nervosa e saúde óssea (Conrad *et al.*, 1985).

4.2.2 Potássio

A amostra analisada apresentou teores de potássio de 6,57 mg/100 g (secagem natural) e 5,84 mg/100 g (secagem artificial), com diferenças estatísticas significativas em ambos os métodos de secagem. A secagem natural resultou em um maior teor de potássio. Estudos encontrados na literatura indicam que os teores de potássio nas cascas de frutas são, em geral, mais altos do que os achados neste estudo. Muhammad *et al.* (2011) reportaram 216,43 mg/100 g de potássio nas cascas de canhú, já Felipe *et al.* (2006) e De Souza *et al.* (2013) com 2447,70 mg/100 g e 690,02 mg/100 g, respectivamente, nas cascas de maracujá. Castilho *et al.* (2014) encontraram valores de 82,62 mg/100 g e 150,68 mg/100 g nas cascas de banana, inferiores aos encontrados por Muhammad *et al.* (2011) nas cascas de canhú, mas ainda superiores aos valores obtidos neste estudo tanto na secagem natural quanto na secagem artificial. Gondim *et al.* (2005) relataram teores variando de 110,09 mg/100 g nas cascas de melão à 598,36 mg/100 g nas tangerinas. Marques *et al.* (2010) e Felipe *et al.* (2006) relataram teores de 176,05 mg/100 g e 205,79 mg/100 g em cascas de mangas. Essas diferenças podem estar relacionadas a variações nas propriedades da fruta, bem como nas condições de cultivo e processamento adotadas.

O potássio é crucial para o equilíbrio hídrico, função neuromuscular, síntese de proteínas, metabolismo de carboidratos e contração muscular, especialmente cardíaca (Conrad *et al.*, 1985; Pinheiro *et al.*, 2005).

4.2.3 Cálcio

O teor de cálcio nos alimentos é crucial para a saúde humana. Os teores obtidos neste estudo foram: 37,50 mg/100 g na secagem natural e 33,5 mg/100 g na secagem artificial, com diferenças estatisticamente significativas entre os dois métodos. Elevados teores que variaram de 39,80 mg/100 g à 447,40 mg/100 g de cálcio foram reportados por Felipe *et al.* (2006), Marques *et al.* (2010), Romelle *et al.* (2016) e Muhammad *et al.* (2011) nas cascas de manga, maracujá, laranja e canhú comparados com os do presente estudo. Por outro lado, teores relativamente baixos (8,30 mg/100 g à 28,40 mg/100 g) comparados com os do presente estudo foram encontrados em cascas de frutas como abacaxi, maracujá (Oliveira *et al.*, 2002; Cordova *et al.*, 2005; Romelle *et al.*, 2016).

Os valores de cálcio encontrados no presente estudo, estão na faixa média, quando comparados com estudos revisados.

4.2.4 Magnésio

A quantificação do teor de magnésio foi detectável somente no processo da secagem natural com um valor de 4,25 mg/100 g. Estudos anteriores mostraram teores variados, entre baixos 6,33 mg/100 g nas cascas de canhú (Muhammad *et al.*, 2011), médios (11,60 mg/100 g à 22,38 mg/100 g) nas cascas de banana, melão e manga (Marques *et al.*, 2010; Castilho *et al.*, 2014) e elevados (159,59 mg/100 g) nas cascas de tangerina (Gondim *et al.*, 2005). Esses valores são consideravelmente altos comparados com os do presente estudo. A variação nos teores de magnésio reflete a dependência do tipo de fruta analisada.

4.2.5 Ferro e Fósforo

Embora os teores de ferro e fósforo não tenham sido detectados nas cascas de canhú no presente estudo, outras pesquisas destacaram a importância destes minerais em diferentes cascas de frutas. Estudos anteriores relataram teores elevados de ferro (4,18 mg/100 g à 45,58 mg/100 g), nas cascas de canhú, romã, maracujá e melancia (Felipe *et al.*, 2006; Muhammad *et al.*, 2011; Romelle *et al.*, 2016). Por outro lado, outros estudos relevantes encontraram teores relativamente baixos (0,1 mg/100 g à 3,93 mg/100 g) nas cascas de tangerina, maracujá e manga (Oliveira *et al.*, 2002; Gondim *et al.*, 2005; Cordova *et al.*, 2005 & Marques *et al.*, 2010).

Estudos realizados por Oliveira *et al.* (2002), Marques *et al.* (2010) e Muhammad *et al.* (2011), encontraram teores de fósforo variando de 2,27 mg/100 g à 36,36 mg/100 g nas cascas de canhú e manga.

4.3 Metabólitos secundários

As análises qualitativas para avaliar a presença de metabólitos secundários foram realizadas com base em reacções de coloração e precipitação, cujos resultados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Testes e resultados para a identificação de metabólitos secundários

Parâmetros	S. Natural	S. Artificial	Resultados de estudos revistos de diferentes autores
Taninos	+	+	+ Muhammad <i>et al.</i> (2011), ..., Elfalleh <i>et al.</i> (2012)
Flavonoides	+	+	+ Fawole <i>et al.</i> (2012), ..., Suleria <i>et al.</i> (2020)
Saponinas	+	+	+ Ezeabara <i>et al.</i> (2014), ..., Nyambe <i>et al.</i> (2019)
+ = Presença de metabólitos secundários.			

4.3.1 Taninos

O teste positivo da presença de taninos, foi confirmado com base na formação de uma cor verde na solução, após a adição de algumas gotas de ácido clorídrico concentrado e solução de cloreto férrico a 10%. No estudo realizado por Muhammad *et al.* (2011) confirmaram a presença de taninos nas cascas de canhú por quantificação e por outro lado, Duda-Chodak e Tarko (2007), revelaram que os teores de taninos variam entre frutas e suas partes, com algumas frutas apresentando teores quase nulos (melão, melancia, limão e laranja), enquanto outras por exemplo como uvas vermelhas, alcançaram teores elevados de 1410,3 mg/100 g. Muhammad *et al.* (2011) salientam que a presença de taninos tendem a conferir um sabor adstringente às frutas e podem reduzir a absorção de proteínas e minerais no organismo.

4.3.2 Flavonoides

O teste positivo caracterizado pela formação de um precipitado corado por adição de 15 gotas de ácido clorídrico concentrado e duas gotas de solução de acetato de chumbo a 10%, confirmou a presença de flavonoides. Os estudos de Brito *et al.* (2018) e Fawole *et al.* (2012) observaram variações nos teores de flavonoides entre diferentes frutas e suas partes, com valores que vão de 45,0 mg/100 g nas cascas de abóbora até 174,76 mg/100 g nas cascas de limão e de 97,8 mg/100 g à 126,0 mg/100 g nas cascas de romã. De forma mais ampla,

Suleria *et al.* (2020), destacaram variações significativas nos teores de flavonoides em cascas de diversas frutas, que podem ser tão baixos de 0,03 mg/100 g à 1,75 mg/100 g nas cascas de melão, pitia e manga.

4.3.3 Saponinas

A positividade das saponinas deu-se pela adição de 5 ml de água destilada fervida, após o arrefecimento e agitação. A permanência de espuma por mais de 20 minutos foi característica da presença de saponinas nas cascas de canhú. As pesquisas sobre saponinas também revelaram grandes variações entre as frutas. Outros estudos, como o de Ezeabara *et al.* (2014), sobre frutas cítricas também apresentaram variações de teor de saponinas nas cascas. Esses resultados indicam que o teor de saponinas é igualmente dependente da espécie e da parte da fruta estudada.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

- ✓ A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que os métodos de secagem utilizados para as cascas de canhú foram adequados tanto para o ensaio realizado quanto para a obtenção de uma farinha com teor de humidade aceitável;
- ✓ A secagem artificial mostrou maior eficiência no processo de secagem das cascas de canhú, em comparação com a secagem natural;
- ✓ As cascas de canhú apresentam níveis consideráveis de carboidratos, fibras alimentares, proteínas e cinzas com minerais essenciais;
- ✓ As cascas de canhú responderam positivamente à presença de metabólitos secundários como: taninos, flavonoides e saponinas, o que pode indicar seu potencial na protecção contra estresses ambientais, bem como em propriedades farmacológicas e nutricionais.

5.2 Recomendações

Recomenda-se o desenvolvimento de uma pesquisa mais abrangente:

- Realizar estudos de análises fitoquímicas detalhadas para compreender a composição química das cascas de canhú;
- Avaliar a actividade antioxidante, as vitaminas presentes e quantificar os metabólitos secundários das cascas de canhú e em outras cascas, a fim de compreender melhor suas propriedades terapêuticas;
- Analisar a estabilidade microbiológica da farinha durante o armazenamento (tempo de prateleira);
- Incentiva-se o consumo das cascas de canhú como alimento com base nos resultados obtidos;
- Sugere-se a investigação da qualidade fitossanitária das cascas dos frutos incluindo a presença de microrganismos patogénicos (fungos, bactérias ou pragas) visando avaliar seu potencial medicinal e os possíveis efeitos à saúde humana;
- Realizar um levantamento nacional das cascas de frutas nativas para fins de estudo nutricional.

5.3 Limitações

A presente pesquisa enfrentou limitações relacionadas à aquisição de reagentes, o que impactou na análise de outros parâmetros nutricionais. Além disso, a indisponibilidade e o funcionamento inadequado dos equipamentos impossibilitaram uma investigação mais aprofundada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aburjai, T. & Natsheh, F. M. (2003). Plants Used in Cosmetics. *University of Jordan, Amman*, 17 (4), 987-1000.
- Administração do Distrito Municipal da KaTembe (2021). Caracterização geográfica, demográfica, social, política e económica do distrito municipal da KaTembe.
- Afolabi, I. S. (2014). Moisture Migration and Bulk Nutrients Interaction in a Drying Food Systems: A Review. *Food and Nutrition Sciences*, 5 (3), 692–714. <https://doi.org/http://www.scirp.org/journal/fns> <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2014.58080>
- Aganga, A. A., & Mosase, K. W. (2001). Tannin content, nutritive value and dry matter digestibility of *Lonchocarpus capassa*, *Zizyphus mucronata*, *Sclerocarya birrea*, *Kirkia acuminata* and *Rhus lancea* seeds. *Animal Feed Science and Technology*, 91 (1–2), 107–113. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00235-8](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00235-8)
- Ajila, C. M., Leelavathi, K., & Rao, U. J. S. P. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48, 319–326. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.10.001>
- Almeida, M. E. F., & Corrêa, A. D. (2012). Utilização de cactáceas do gênero pereskia na alimentação humana em um município de minas gerais. *Ciencia Rural*, 42 (4), 751–756. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000400029>
- Amarteifio, J., & Mosase, M. (2006). The Chemical Composition of Selected Indigenous Fruits of Botswana. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 10 (2), 43–47. <https://doi.org/10.4314/jasem.v10i2.43659>
- Anand, C. S., & Thangjam, S. (2012). FPGA based Remote Monitoring System for Food Preservation. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 1(2), 227–232. <https://doi.org/10.3850/978-981-07-1403-1541>
- AOAC. (Association of Official Analytical Chemistry). (1980). Official methods of analysis. (13th ed.).
- AOAC. (Association of Official Analytical Chemistry). (1990). Official methods of analysis.

- (15th ed.). Arlington, Washington.
- AOAC. (Association of Official Analytical Chemistry). (2012). Official methods of analysis. (19th ed.). Gaithersburg.
- Araujo, J. A. de, Silva, J. H. V. da, Amancio, A. Lucia de L., Lima, C. B., & Oliveira, E. R. A. de. (2008). Fontes de minerais para poedeiras [. *Acta Veterinaria Brasília*, 2 (59625–900), 53–60.
- Arnao, M. B. & Hernández-Ruiz, J. (2006). The Physiological Function of Melatonin in Plants. *Plant Signaling and Behavior*, 1 (3), 89-95.
- Arnold, T. H., Wells, M. J., & Wehmeyer, A. S. (1985). Khoisan food plants: taxa with potential for future economic exploitation. *Plants for Arid Lands*, 69–86. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-6830-46>
- Atkins, C. V. T., Marques, A., Ybam, G. C., Araújo. M. T., Manhães, L. R. T., Sabaa-Srur, A. U. O. (2010). Composição centesimal e de minerais de cascas e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) *Revista Brasileira. Frutic, Jabotical-São Paulo*, 32 (4), 1206-1210.
- Barnwal, P., & Tiwari, G. N. (2008). Grape drying by using hybrid photovoltaic-thermal (PV/T) greenhouse dryer: An experimental study. *Solar Energy*, 82 (12), 1131–1144. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2008.05.012>
- Barros, Z. M. (2011). Cascas de frutas tropicais como fonte de antioxidantes para enriquecimento de suco pronto. *Universidade de São Paulo*, 1-84.
- Belessiotis, V., & Delyannis, E. (2011). Solar drying. *Solar Energy*, 85 (8), 1665–1691. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2009.10.001>
- Bellucci, B. F. & De Alvin, M. A. C. S. (1973). Manual Suiço, (1. ed.).
- Bergman, C., Gray-Scott, D., Chen, J. J., & Meacham, S. (2009). What is next for the dietary reference intakes for bone metabolism related nutrients beyond calcium: Phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49 (2), 136–144. <https://doi.org/10.1080/10408390701764468>

- Bila, J. M., & Vaz, I. C. N. de C. (2017). Potencialidades de *Sclerocarya birrea* em Chigubo província de Gaza, Moçambique. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 37 (90), 213. <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.90.1059>
- Borges, L. P. & Amorim, V. A. (2020). Metabólitos Secundários de Plantas. *Agro Tecnologia* 11 (1) 54-67.
- Borochoy-Neori, H., Udeinstein, S. J., Reenberg, A. G., Uhrman, B. F., Ttias, J. A., Volkova, N., Hayek, T., & Aviram, M. (2008). Phenolic Antioxidants and Antiatherogenic Effects of Marula (*Sclerocarrya birrea Subsp. caffra*) Fruit Juice in Healthy Humans. *Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9884–9891. <https://doi.org/10.1021/jf801467m> CCC:
- Brito, K. D., Barroso, A. J. R., Neto, E. da P., Lima, F. C. dos S., & Oliveira, henrique B. L. de. (2018). Elaboração e avaliação físico-química da farinha da casca do limão. *Biotecnologia e/Ou Desenvolvimento de Novos Produtos Agroindustriais*, 6.
- Burrows, john; Burrows, Sandra; Lötter, Mervyn; Schmidt, E. (2018). The definitive guide to the trees and shrubs of Mozambique. *Print Matters Heritage*, 3 (3), 2018.
- Camargos, T. C. C. de, Rodrigues, F. C., & Almeida, M. E. F. de. (2022). Conhecimento e utilização de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) por universitários. *Research, Society and Development*, 11 (12), 14. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i12.33936>
- Castilho, L. G., Alcantara, B. M. Clemente, E. (2014). Desenvolvimento e análise físico-química da farinha da casca, da casca in natura e da polpa de banana verde das cultivares maçã e prata. *Belo horizonte*, 7 (2), 107-114.
- Cecchi, H. M. (2003). Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos.
- Celestino, S. M. C. (2010). Princípios de secagem de alimentos. *Embrapa Cerrados*, 51, 1517–5111.
- Cheikhyyoussef, A., Bille, P., & Shikongo - Nambabi, M. (2013). Value addition and processed products of three indigenous fruits in Namibia. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 13 (1), 7192-7212.

- Choon, Y., Cheok, C. Y., Adzahan, N. M., Rahman, R. A., Abedin, N. H. Z., Hussain, H., Sulaiman R, & Chong, G. H. (2018). Current trends of tropical fruit waste utilization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58 (3), 335-361.
- Conrad, J. H., Mcdowell, L. R., Ellis, G. L., & Loosli, J. K. (1985). Minerais Para Ruminantes em Pastejo em Regioes Tropicais. *Agência Americana Para o Desenvolvimento International*, (84), 94.
- Cordova, K. R. V., Gama, T. M. M. T. B., Winter, C. G., Neto, G. K., & Freitas, R. J. S. de. (2005). Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*passiflora edulis flavicarpa degener*) obtida por seca. *B. Ceppa, Curitiba*, 23, (2) 221–230. <https://doi.org/10.5380/cep.v23i2.4491>
- Da Silva, M. C., Izidine, S., & Amude, A. B. (2004). A preliminary checklist of the vascular plants of Mozambique Catálogo provisório das plantas superiores de Moçambique. In *Southern African Botanical Diversity Network* (Issue 30).
- De Souza, Valéria França; Rebello, Flávia De Floriani Pozza; De Freitas, Sidnéia C.; Ascheri, J. L. R. (2013). Composição centesimal e minerais de farinha extrudada de cascas e albedo de maracujá e arroz. *Higiene Alimentar*, 27 (218/219), 1470–1474. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000300011>
- DeVries, J. W. (2003). On defining dietary fibre. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(1), 37–43. <https://doi.org/10.1079/pns2002234>
- Dlamini, N. R., & Dube, S. (2008). Studies on the physico-chemical, nutritional and microbiological changes during the traditional preparation of Marula wine in Gwanda, Zimbabwe. *Nutrition and Food Science*, 38 (1), 61–69. <https://doi.org/10.1108/00346650810848025>
- Dube, S., Dlamini, N. R., Shereni, I., & Sib, T. (2012). Extending the Shelf Life of Fresh Marula (*Sclerocarya birrea*) Juice by Altering Its Physico-Chemical Parameters. *Biochemical Testing*, 12. <https://doi.org/10.5772/33349>
- Duda-Chodak, A. Tarko, T. (2007). Antioxidant properties of different fruit seeds and peels. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment*, 6 (3), 29-36.

- Dzerefos, C. M., Shackleton, C M; Witkowski, E. T. E., & C. (1999). Sustainable utilization of woodrose-producing mistletoes (loranthaceae) in south africa 1. *Economic Botany*, 53 (4), 439–447. <https://doi.org/10.1007/BF02866724>
- El-Beltagy, A., Gamea, G. R., & Essa, A. H. A. (2007). Solar drying characteristics of strawberry. *Journal of Food Engineering*, 78(2), 456–464. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.10.015>
- Elfalleh, W., Hannachi, H., Tlili, N., Yahia, Y., Nasri, N. & Ferchichi, A. (2012). Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6 (32), 4724-4730.
- El Hadi, M. A. M., Zhang, Feng-J., Wu, Fei -F., Zhou, Chun-H., Tao, J. (2013). Advances in fruit aroma volatile research. *Molecules*, 18 (7), 8200-8229.
- Eromosele, C. O., & Paschal, N. H. (2003). Characterization and viscosity parameters of seed oils from wild plants. *Bioresource Technology*, 86(2), 203–205. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(02\)00147-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00147-5).
- Eromosele, I. C., & Eromosele, C. O. (1993). Studies on the chemical composition and physico-chemical properties of seeds of some wild plants. *Plant Foods for Human Nutrition*, 43, 251–258.
- Eromosele, I., & Eromosele, Catherine O; Kuzhkuzha, M. D. (1991). Evaluation of mineral elements and ascorbic acid contents in fruits of some wild plants Introduction A number of plants which grow wild in the Sudan-Savana and Sahel regions covering respectively Gongola and Borno States of Nigeria bear fruits some of whi. *Plant Foods for Human Nutrition*, 41, 151–154.
- Ezeabara, C. A., C. U. Okeke, C. U., O. Aziagba, B. O., Ilodibia, C. V. & Emeka, A. N. (2014). Determination of Saponin Content of Various Parts of Six Citrus species. *International Research Journal of Pure & Applied Chemistry*, 4 (1), 137-143.
- Fang, C., Luo, J. & Wang, S. (2019). The Diversity of Nutritional Metabolites: Origin, Dissection, and Application in Crop Breeding. *Frontiers in Plant Science*, 10 (1028), 1-9.

- Fawole, O. A., Makunga, N. P. & Opara, U. L. (2012). Antibacterial, antioxidant and tyrosinase-inhibition activities of pomegranate fruit peel methanolic extract. *Complementary and Alternative Medicine*, 12 (200), 1-11.
- Felipe, É. M. de F., Costa, Jose M. da, Maia, G. A. & Hernandez, F. F. H. (2006). Avaliação da qualidade de parâmetros minerais de pós-alimentícios obtidos de casca de manga e maracujá. *Alimentos e Nutrição*, 17 (0103–4235), 79–83.
- Ferreira, A., & Candeias, M. (2005). Secagem solar de frutos e plantas aromáticas. *Revista de Ciências Agrárias*, February, 370. http://memberfiles.freewebs.com/36/18/72021836/documents/Secagem_Solar.pdf
- Ferreira, A. G., Maia, C. B., Cortez, M. F. B., & Valle, R. M. (2008). Technical feasibility assessment of a solar chimney for food drying. *Solar Energy*, 82 (3), 198–205. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2007.08.002>
- Filho, A. B. de M.; Vasconcelos, A. da S. (2011). Química dos alimentos. Rede e-teg 70, 1-80.
- Fudholi, A., Sopian, K., Ruslan, M. H., Alghoul, M. A., & Sulaiman, M. Y. (2010). Review of solar dryers for agricultural and marine products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 1–30. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.032>
- Fraenkel, G. S. (1959). The Raison d'Être of Secondary Plant Substances Linked references are available on JSTOR for this article: The Raison d ' Etre of Secondary Plant Substances. *Science*, 129 (3361), 1466-1470.
- Genro, T. C. M., & Orqis, M. G. (2008). Informações básicas sobre coleta de amostras e principais análises químico- bromatológicas de alimentos destinados à produção de ruminantes. Pengaruh penggunaan pasta labu kuning (cucurbita moschata) untuk substitusi tepung terigu dengan penambahan tepung angkak dalam pembuatan mie kering, 8 (1), 165–175. <https://core.ac.uk/download/pdf/196255896.pdf>
- Glew, R. H., Vanderjagt, D. J., Lockett, C., Grivetti, L. E., Smith, G. C., Pastuszyn, A., & Millson, M. (1997). Amino Acid, Fatty Acid, and Mineral Composition of 24 Indigenous Plants of Burkina Faso. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10, 205–217.

- Glew, R. S., Vander Jagt, D. J., Huang, Y. S., Chuang, L. T., Bosse, R., & Glew, R. H. (2004). Nutritional analysis of the edible pit of *Sclerocarya birrea* in the Republic of Niger (daniya, Hausa). *Journal of Food Composition and Analysis*, 17 (1), 99–111. [https://doi.org/10.1016/S0889-1575\(03\)00101-7](https://doi.org/10.1016/S0889-1575(03)00101-7)
- Gloria, N. A., Cantani, R. A., & Matuo, T. (1964). Método do EDTA na Determinação do Cálcio e Magnésio " trocável " do Solo. *E. S. A. "Luiz de Queros,"* 21, 10.
- Gomes, P. C., & Simeone, M. L. F. (2012). Determinação rápida de extrato etéreo utilizando extrator a alta temperatura. *Comunicado Técnico Embrapa*, 1679–0162.
- Gondim, J. M., Moura, M. de F. V, Dantas, A. S., Merdeiros, R. L. S., & Santos, K. M. (2005). Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. *Ciencia Tecnologia de Alimentos*, 25 (4), 825–827.
- Gouwakinnou, G. N., Assogbadjo, A. E., Lykke, A. M., & Sinsin, B. (2011a). Phenotypic variations in fruits and selection potential in *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea*. *Scientia Horticulturae*, 129(4), 777–783. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.05.041>
- Gouwakinnou, G. N., Assogbadjo, A. E., Lykke, A. M., & Sinsin, B. (2011b). Phenotypic variations in fruits and selection potential in *Sclerocarya birrea* subsp. *birrea*. *Scientia Horticulturae*, 129(4), 777–783. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.05.041>
- Gouwakinnou, G. N., Lykke, A. M., Assogbadjo, A. E., & Sinsin, B. (2011). Local knowledge, pattern and diversity of use of *Sclerocarya birrea*. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7, 1–9. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-7-8>
- Guimarães, M. L. L., Viana, E. B. M., Silva, L. E. da., Zanuto, M. E., Souza, C. C. E. da. (2023). Potencial de aproveitamento de coprodutos de frutas tropicais na elaboração de novos produtos alimentícios. *Research, Society and Development*, 12 (2), 1-20.
- Hagerman, A. E. Butler, L. G. (1981). The Specificity of Proanthocyanidin-Protein Interactions. *Journal of Biological Chemistry*, 256 (9), 4494-4497.
- Hamdi, I., Kooli, S., Elkhadraoui, A., Azaizia, Z., Abdelhamid, F., & Guizani, A. (2018). Experimental study and numerical modeling for drying grapes under solar greenhouse. *Renewable Energy*, 127, 936–946. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.05.027>

- Hassan, L., Dangoggo, S., Hassan, S., Muhammad, S., & Umar, K. (2010). Nutritional and Antinutritional Composition of Sclerocarya birrea Fruit Juice. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 18 (2), 222–228. <https://doi.org/10.4314/njbas.v18i2.64319>
- Hassan, L. G., Dangoggo, S. M., Hassan, S. W., Muhammad, S., & Umar, K. J. (2010). Composition Nutritional and Antinutritional of sclerocarya birrea on fruit juice. *Nigerian Journal of Basic*, 2 (18), 222–228. <https://doi.org/http://ajol.info/index.php/njbas/index>
- Hassan, L. G., Muhammad, M. U., Umar, K. J., & Sokoto, A. M. (2008). Comparative Study on the Proximate and Mineral Contents of the Seed and Pulp of Sugar Apple (*Annona squamosa*). *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 16(2), 179–182.
- Hillman, Z., Mizrahi, Y., & Beit-Yannai, E. (2008). Evaluation of valuable nutrients in selected genotypes of marula (*Sclerocarya birrea* ssp. *caffra*). *Scientia Horticulturae*, 117 (4), 321–328. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.05.008>
- Hiwilepo-van Hal, P. (2013). Processing of marula (*Sclerocarya birrea* subsp. *Caffra*) fruits: a case study on health-promoting compounds in marula pulp. In *Processing of marula (Sclerocarya birrea subsp. Caffra) fruits: a case study on health-promoting compounds in marula pulp*. Wageningen University.
- Hiwilepo-van Hal, P., Bille, P. G., Verkerk, R., & Dekker, M. (2013). The effect of temperature and time on the quality of naturally fermented marula (*Sclerocarya birrea* subsp. *Caffra*) juice. *Lwt*, 53(1), 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.021>
- Hiwilepo-van Hal, P., Bille, P. G., Verkerk, R., van Boekel, M. A. J. S., & Dekker, M. (2014). A review of the proximate composition and nutritional value of Marula (*Sclerocarya birrea* subsp. *caffra*). *Phytochemistry Reviews*, 13(4), 881–892. <https://doi.org/10.1007/s11101-014-9352-6>
- Houba, V. J. G., Vander der Lee, J. J., Novozamsky, I., & Walinga, I. (1989). Soil and plant analysis.
- Hu, M., Konoki, K. & Tachibana, K. (1996). Cholesterol-independent membrane disruption caused by triterpenoid saponins. *Bunkyo-ku, Tokyo*, 1299 (113), 252-258.

- Hussain, A., Kausar, T., Din, A., Murtaza, A., Abdullah, M., Saima, J., Hafeez, N., Shabbir, H. & Ramzan, M. A. (2021). Determination of total phenolic, flavonoid, carotenoid, and mineral contents in peel, flesh, and seeds of pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Food Processing and preservation*, 15542 (2020), 1-8.
- IAL, I. A. L. (2008). 1ª Edição Digital. *Métodos Físicos-químicos Para Análise de Alimentos*, 1020.
- Infante, J., Selani, M. M., Toledo, N. M. V. de., Silveira-Diniz, M. F., Alencar, S. M., Spoto, H. F. (2013). Actividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicas. *Brazilian Journal Food Nutrition*, 24 (1), 87-91.
- Iseri, L. T., & French, J. H. (1984). Magnesium: Nature's physiologic calcium blocker. *American Heart Journal*, 108(1), 188–193. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(84\)90572-6](https://doi.org/10.1016/0002-8703(84)90572-6)
- Ismail, F., Anjum, M. R., & Kazi, T. G. (2011). Trace Metal Contents of Vegetables and Fruits of Hyderabad Retail Market. *Pakistan Jpurnal of Nutrition*, 4 (10), 365–372.
- Jama, B. A., Mohamed, A. M., Mulatya, J., & Njui, A. N. (2008). Comparing the “Big Five”: A framework for the sustainable management of indigenous fruit trees in the drylands of East and Central Africa. *Ecological Indicators*, 8(2), 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.11.009>
- Jimenez-Lopez, C., Fraga-Corral, M., Carpena, M., García-Oliveira, P., Echave, J., Pereira, A. G., Lourenço-Lopes, C., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2020). Valorização de resíduos agrícolas como fonte de compostos fenólicos antioxidantes numa bioeconomia circular e sustentável. *Food Funct*, 11, 4853-4877.
- Kamanula, M., Munthali, C. Y., & Kamanula, J. F. (2022). Nutritional and Phytochemical Variation of Marula (*Sclerocarya birrea*) (Subspecies *caffra* and *birrea*) Fruit among Nine International Provenances Tested in Malawi. *International Journal of Food Science*, 2022, 12. <https://doi.org/10.1155/2022/4686368>
- Kim, H. P., Son, K. H., Chang, H. W. & Kang, S. S. (2004). Anti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mechanisms. *Journal of Pharmacological Sciences*, 96 (3), 229-245.

- Kloss, L. C., Albino, A. M., Souza, R. G. de. & Lima, R. A. (2016). Identificação de metabolitos secundários do extrato etanólico de *Piper Umbellatum* (piperaceae). *Journal of Basic Edition, Technical and Technological*, 3 (2), 118-128.
- Komane, B., Vermaak, I., Summers, B., & Viljoen, A. (2015). Author' s Accepted Manuscript. *Journal of Ethnopharmacology*. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.10.037>
- Leakey, R. R. B. (2017). Potential for Novel Food Products from Agroforestry Trees. *Food Chemistry*, 66 (1999), 1-14. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805356-0.00007-6>
- Leal, M. L., Alves, R. P., & Hanazaki, N. (2018). Knowledge, use, and disuse of unconventional food plants. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14 (1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0209-8>
- LeBlanc, J.; Nadeau, A.; Mercier, I.; McKay, C.; and Samson, P. (1991). Effect of Guar Gum on Insulinogenic and Thermogenic. *Nutrition Research*, 11 (91), 133–139. [https://doi.org/org/10.1016/S0271-5317\(05\)80112-5](https://doi.org/org/10.1016/S0271-5317(05)80112-5)
- Lee, Min Y., Yoo, Mi S., Whang, Yoo J., Jin, Yoo J., Hong, Myung H. & Pyo, Young H. (2012). Vitamin C, total polyphenol, flavonoid contents and antioxidant capacity of several fruit peels. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 44 (5), 540-544.
- Leitão, A. E. B. (1998). Estudos De Secagem Solar De Produtos Agroalimentares. *Instituto de Investigação Científica Tropical*, 234.
- Liberato, P. da S., Lima, D. V. T. de, & Silva, G. M. B. da. (2019). Pangs - plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. *Environmental Smoke*, 2 (2), 102–111. <https://doi.org/10.32435/envsmoke.201922102-111>
- Liener, Irvin E & Liener, Irvin E. (1994). Implications of antinutritional components in soybean foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34 (1), 31-67.
- Link, J. V., Tribuzi, G., & Laurindo, J. B. (2017). Improving quality of dried fruits: A comparison between conductive multi-flash and traditional drying methods. *Lwt- Food Science and Technology*, 84 (2017), 717–725. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.045>
- López-Posadas, R., Ballester, I., Abadía-Molina, Ana C., Suárez, M. D., Zarzuelo, A.,

- Martínez-Augustin, O. & Sánchez de Medina, F. (2008). Effect of flavonoids on rat splenocytes, a structure-activity relationship study. *Biochemical Pharmacology*, 76 (4), 495-506.
- Lotz, M., Zisman, E., & Bartter, F. C. (1968). Evidence for phosphorus-depletion syndrome in man. *The New England Journal of Medicine*, 278 (8), 409-415.
- Lucchetta, L., Gobbi, B. G. das V., De Lima, S. N. C. Gatto, N., Do Prado, N. V. Junior, A. W. (2024). Barra de cereal e biscoitos com farinhas de frutas nativas Brasileiras. *Revista Técnica de Agroindústria*, 1 (1), 1-4.
- Lunn, J., & Buttriss, J. L. (2007). Carbohydrates and dietary fibre. *Nutrition Scientist, British Nutrition Foundation, UK*, 32 (21), 21–64. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2007.00616.x>
- Magaia, T., Da Cruz Francisco, J., Uamusse, A., Sjöholm, I., & Skog, K. (2012). Edible wild fruits of Mozambique. *Acta Horticulturae*, 948, 223–228. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.948.25>
- Magaia, T., Uamusse, A., Sjöholm, I. & Skog, K. (2013). Dietary fiber, organic acids and minerals in selected wild edible fruits of Mozambique. *Springer Plus*, 2 (88), 1-8.
- Magaia, T., Uamusse, A., Sjöholm, I. & Skog, K. (2013). Proximate analysis of five wild fruits of Mozambique. *The Scientific World Journal*, 2013 (221), 1-6.
- Magaia, T. (2015). Chemical Analysis to promote the use of wild fruits from Mozambique. (*engineering and nutrition Department of food technology (ed.)*). lund University.
- Magaia, T. & Skog, K. (2017). Composition of amino acids, fatty acids and dietary fibre monomers in kernels of *Adansonia digitata* and *Sclerocarya birrea*. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 17 (3), 12441-12454.
- Mariod, A. A., & Abdelwahab, S. I. (2012). *Sclerocarya birrea* (Marula), An African Tree of Nutritional and Medicinal Uses: A Review. *Food Reviews International*, 28(4), 375–388. <https://doi.org/10.1080/87559129.2012.660716>
- Maroyi, A. (2013a). Local knowledge and use of Marula [*Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst.] in South-central Zimbabwe. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 12 (3),

- Maroyi, A. (2013b). Traditional use of medicinal plants in south-central Zimbabwe: review and perspectives. *Jornal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 18. <https://doi.org/10.1186/17464269-9-31>
- Marques, A., Chicaybam, G., Araujo, M. T., Magalhaes, L. R. T., & Sabaa-Srur, A. U. O. (2010). Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.). *Revista Brasileira. Frutic, Jabotical-São Paulo*, 32 (4), 1206–1210.
- Martin, D. P., Grant, J. J., & Ringwood, J. V. (2002). Evaluation of a prototype thermal anemometer for use in low airspeed drying measure calculations. *Flow Measurement and Instrumentation*, 12 (5–6), 385–396. [https://doi.org/10.1016/S0955-5986\(01\)00033-4](https://doi.org/10.1016/S0955-5986(01)00033-4)
- Mashau, M. E., Kgatla, T. E., Makhado, M. V., Mikasi, M. S., & Ramashia, S. E. (2022). Nutritional composition, polyphenolic compounds and biological activities of marula fruit (*Sclerocarya birrea*) with its potential food applications: a review. *International Journal of Food Properties*, 25 (1), 1549–1575. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2064491>
- Maskan, M. (2001). Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, 48 (0260–8774), 169–175.
- Masoko, P., Mmushi, T. J., Mogashoa, M. M., Mokgotho, M. P., Mampuru, L. J., & Howard, R. L. (2008). In vitro evaluation of the antifungal activity of *Sclerocarya birrea* extracts against pathogenic yeasts. *African Journal of Biotechnology*, 7 (20), 3521–3526. <https://doi.org/http://www.academicjournals.org/AJB>
- Mbuya, L.P.; Msanga, H. P.; Ruffo, C. K.; Birnie, A., Tengnas, B. (1994). Useful Trees and Shrubs for Kenya. *Head, Regional Soil Conservation Unit*, 6, 21. <http://books.google.co.jp/books?id=sZYfAQAAIAAJ>.
- Menezes, E. W., & Purgatto, E. (2016). Determinação de cinzas em alimentos. *Universidade de Ciências Farmaceutica*, 201, 1-14. [https://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/1682933/mod_folder/content/0/Aula04/Aula de cinzas 2016.pdf?forcedownload=1](https://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/1682933/mod_folder/content/0/Aula04/Aula%20de%20cinzas%202016.pdf?forcedownload=1)

- Mojeremane, W., & Tshwenyane, S. O. (2004). Azanza garckeana: A Valuable Edible Indigenous Fruit Tree of Botswana. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3 (5), 264–267. <https://doi.org/10.3923/pjn.2004.264.267>
- Mokgolodi, N. C., Ding, Y. fang, Setshogo, M. P., Ma, C., & Liu, Y. jun. (2011). The importance of an indigenous tree to southern African communities with specific relevance to its domestication and commercialization: A case of the marula tree. *Forestry Studies in China*, 13 (1), 36–44. <https://doi.org/10.1007/s11632-011-0110-1>
- Muhammad, S., Hassan, L. G., Dangoggo, S. M., Hassan, S. W., Umar, K. J., & Aliyu, R. U. (2011). Nutritional and antinutritional composition of Sclerocarya birrea seed kernel. *Studia Universitatis Vasile Goldis Arad, Seria Stiintele Vietii*, 21 (4), 693–699.
- Mühlbauer, W., Bloss, W.H. & Pfisterer, F. (1988). Advances in Solar Energy Technology. *Proceedings of the Biennial Congress of the International Solar Energy Society, Hamburg*, 3 (6), 2389–2398. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0659-9>
- Mujumdar, A. S. (2007). Book Review: Handbook of Industrial Drying, Third Edition. *Drying Technology*, 25 (6), 1133–1134. <https://doi.org/10.1080/07373930701399224>
- Mujumdar, A. S., & Law, C. L. (2010). Drying Technology: Trends and Applications in Postharvest Processing. *Food and Bioprocess Technology*, 3 (6), 843–852. <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0353-1>
- Muok, B.O; Khumalo, S.G; Tadesse, W. and Alem, S. (2011). Sclerocarya birrea (marula). Conservation and Sustainable Use of Genetic Resources of Priority Food Tree Species in sub-Saharan Africa. Bioversity International. *PlantwisePlus Knowledge Bank, Species Pa*, 1-12. <https://doi.org/10.1079/pwkb.species.49081>
- Murray, S. S., Schoeninger, M. J., Bunn, H. T., Pickering, T. R., & Marlett, J. A. (2001). Nutritional Composition of Some Wild Plant Foods and Honey Used by Hadza Foragers of Tanzania. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14 (1), 3–13. <https://doi.org/10.1006/jfca.2000.0960>
- Nakafeero, A. L., Reed, M. S., & Moleele, N. M. (2007). Allelopathic potential of five agroforestry trees , Botswana. *Journal Compilation*, 45, 590–593.

- Nerd, A., Mizrahi, Y., & Janick, J. (1993). Domestication and introduction of marula (*Sclerocarya birrea* subsp. *caffra*) as a new crop for the Negev desert of Israel. *New Crops*, 10, 1–11.
- Netto, I. (1959). Análise de géneros Alimentícios. *Lisboa*.
- Ngorima, G. (2006). Towards sustainable use of Marula (*Sclerocarya birrea*) in the Provided by Wits Institutional Repository on DSPACE. *University of the Witwatersrand*, 73.
- Nijveldt, R. J., Nood, Els V., Hoorn, D. EC V., Boelens, P. G., Norren, K. V. & Leeuwen, P. AM V. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am J Clin Nutr*, 74, 418-425.
- Nunes, J. C., Lago, M. G., Castelo-branco, V. N., Oliveira, F. R., Guedes, A., Perrone, D., & Monteiro, M. (2016). Effect of drying method on volatile compounds, phenolic profile and antioxidant capacity of guava powders. *Food chemistry*, 197, 881–890. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.050>
- Nyambe, M.M., Hakwenye, H. & Benyamen, M.S. (2019). Nutritional and anti-nutritional composition of *Diospyros mespiliformis* and *Hyphaene petersiana* fruits from Namibia. *Int. Sci. Technol. J. Namibia*, 13 (2), 1-10.
- Ogbobe, O. (1992). Physico-chemical composition and characterisation of the seed and seed off of *Sclerocarya birrea*. *Plant Foods for Human Nutrition*, 42, 201–206.
- Ojewole, J. A. O., Mawoza, T., Chiwororo, W. D. H., & Owira, P. M. O. (2010). *Sclerocarya birrea* (A. Rich) Hochst. [‘Marula’] (Anacardiaceae): A Review of its Phytochemistry, Pharmacology and Toxicology and its Ethnomedicinal Uses. *Phytother. Res.*, 24, 633-639 <https://doi.org/10.1002/ptr.3080>
- Oliveira, R. A. De (2009). Estudo da secagem em dois tipos de secadores. *Universidade Estadual de Campinas*, 1-218.
- Oliveira, J. F. De, Moreira, G. C., Steinmcher, N. C., Corso, M. P., & Zanatta, E. R. (2021). Composição centesimal de subprodutos de frutas in natura e após o processo de secagem. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, 7 (6) 53996-54004. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-005>

- Oliveira, L. F. de., Nascimento, M. R. F., Borges, S. V., Ribeiro, P. C. do N., & Ruback, V. R. (2002). Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22 (3), 259–262. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612002000300011>
- Orsat, V., Changrue, V., & Raghavan, G. V. (2006). Microwave drying of fruits and vegetables. *An International Journal for Reviews in Postharvest Biology and Technology*, 6 (4), 1-7. <https://doi.org/10.2212/spr.2006.6.4>
- Paine, J. A., Shipton, C. A., Chaggar, S., Howells, R. M., Kennedy, M. J., Vernon, G., Wright, S. Y., Hinchliffe, E., Adams, J. L., Silverstone, A. L., Drake, R. (2005). Improving the nutritional value of golden rice through increased pro-vitamin A content. 23 (4), 482-491.
- Pardhi, C. B. & Bhagoria, J. (2013). Development and performance evaluation of mixed-mode solar dryer with forced convection. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 4 (23), 1-8. <https://doi.org/10.1186/2251-6832-4-23>
- Park, kil Jin; Antonio, G. C. (2006). Análises de materiais biológicos. *Universidade Estadual de Campina*, 1-21.
- Pastrana, A. G. F. (2013). Nopal (*Opuntia Lasiacantha*) Drying using an indirect solar dryer. *Energy Procedia*, 57 (2014), 2984-2993.
- Pavithra, C. S., Devi, S. S., W. Suneetha, J., & Rani, D. C. V. (2017). Nutritional properties of papaya peel. *The Pharma Innovation Journal NAAS Rating TPI*, 6 (7), 170–173. [https://www.researchgate.net/profile/Jessie Suneetha W/publication/324202436](https://www.researchgate.net/profile/Jessie%20Suneetha%20W/publication/324202436)
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Pereira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Editora da UFSM.
- Petje, K. F. (2008). Determination of fruit yield and fruit quality in marula (*Sclerocarya birrea* subsp. Caffra) selections. *University of Pretoria*, 1-12.
- Pinheiro, D. M., Porto, K. R. D. A., & Menezes, M. E. D. S. (2005). A Química dos Alimentos: carboidratos, vitaminas e minerais. *Edufal*, 1-52.
- Polesi, R. G., Rolim, R., Zanetti, Cândida, Sant’anna, V., & Biondo, E. (2017).

- Agrobiodiversidade e segurança alimentar no vale do taquari, RS: plantas alimentícias não convencionais e frutas nativas. *Revista Científica Rural*, 19 (2), 118–135.
- Price, K. R., Johnson, I. T., Fenwick, G. R. & Malinow, M. R. (1987). The chemistry and biological significance of saponin in food and feedingstuffs. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 26 (1), 27-135.
- Queiroz, E. D. R. (2012). Frações de lichia: caracterização química e avaliação de compostos bioativos. *Universidade Federal de Lavras*, 1-122.
- Rinaldi, M. M., Lima, T. A. De, & Palmiro, D. A. R. (2010). Caracterização Física de Frutos de Mamão e Química de Cascas e Sementes. *Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 1-18.
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/75815/1/bolpd-263.pdf>
- Roberts, D. C. K., Truswell, A. S., Bencke, A., Dewar, H. M. & Farmakalidis, E. (1994). The cholesterol-lowering effect of a breakfast cereal containing psyllium fibre. *The Medical Journal of Australia*, 161, 660-664.
- Robinson, E., Lukman, A., & Bello, A. (2012). Investigation of extracted *Sclerocarya birrea* seed oil as a bioenergy resource for compression ignition engines. *Int J Agric & Biol Eng*, 5 (3), 59–68. <https://doi.org/10.3965/j.ijabe.20120503.007>
- Rocha, D. R. da C., Pereira Júnior, G. A., Vieira, G., Pantoja, L., Santos, A. S. dos, & Pinto, N. A. V. D. (2008). Macarrão Adicionado De Ora-Pro-Nóbis. *Alimentos e Nutrição*, 19 (4), 459–465.
- Rocha, R. P., Melo, E. C., & Radünz, L. L. (2011). Influence of drying process on the quality of medicinal plants: A review. *Journal of Medicinal Plant Research*, 5 (33), 7076–7084.
<https://doi.org/10.5897/JMPRx11.001>
- Romelle, F. D., Rani, A. P., & Sai Manohar, R. (2016). Chemical composition of some selected fruit peels. *European Journal of Food Science and Technology*, 4 (4), 12–21.
<https://www.researchgate.net/publication/326579276>
- Sagar, V. R., & Suresh Kumar, P. (2010). Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 47 (1), 15–

26. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0010-8>

- Santana, Adriano F., & Oliveira, L. F. de. (2005). Aproveitamento da casca de melancia (Curcubita citrullus, Shrad) na produção artesanal de doces alternativos*. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 16 (4), 363–368. <http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/496>
- Santos, M. R., Aquino, G. M. de A., Gusmao, W. D. P., Sobrinho, I. A. de S., Peixoto, I. B., Silva, S. R. da, Oliveira, M. A. M. de Looze, M. F., & Lima, V. C. S. (2021a). Elaboração de fichas técnicas de preparações à base de Ora-Pro-Nóbis: o valor nutricional da PANC brasileira Elaboration of technical sheets of preparations based on ora-Pro- Nóbis: the nutritional value of the brazilian UFP. *Brazilian Journal of Development*, 7(34049), 34949–34959. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-112>
- Santos, C. M. dos., Queros, E. R. de., Rocha, D. A., Mendoca, M. M., & Abreu, C. M. P. de. (2021b). Antinutrientes e Actividade Antioxidante da Farinha de Subprodutos do mamão. *B. Ceppa, Curitiba*, 37 (1), 1–9.
- Saunders, A. V., Craig, W. J., Baines, S. K., & Posen, J. S. (2012). Iron and vegetarian diets. *Medical Journal of Australia*, 1, 11–16. <https://doi.org/10.5694/mjao11.11494>
- Schwab, W., Davidovich-Rikanati, R., Lewinsohn, E. (2008). Biosynthesis of plant-derived flavor compounds. *Plant Journal*, 54 (4), 712–732.
- Scott, W. J. (1957). Water Relations of Food Spoilage Microorganisms. *Advances in Food Research*, 7, 83–127. [https://doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60247-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60247-5)
- Shackleton, C. M. (1993). Demography and dynamics of the dominant woody species in a communal and protected area of the eastern Transvaal Lowveld. *South African Journal of Botany*, 59 (6), 569–574. [https://doi.org/10.1016/S0254-6299\(16\)30672-X](https://doi.org/10.1016/S0254-6299(16)30672-X)
- Shackleton, C. M., Guthrie, G., & Main, R. (2005). Estimating the potential role of commercial over-harvesting in resource viability: A case study of five useful tree species in South Africa. *Land Degradation and Development*, 16 (3), 273–286. <https://doi.org/10.1002/ldr.652>
- Shackleton, S. E., Shackleton, C. M., Cunningham, T., Lombard, C., Sullivan, C. A., &

- Netshiluvhi, T. R. (2002). A summary of knowledge on *Sclerocarya birrea* subsp. *caffra* with emphasis on its importance as a non-timber forest product in South and southern Africa. Part 1: Taxonomy, ecology, traditional uses and role in rural livelihoods. *Southern African Forestry Journal*, 27–41.
- Shackleton, S. E., Shackleton, C. M., Cunningham, T., Lombard, C., Sullivan, C. A., & Netshiluvhi, T. R. (2012). Knowledge on *sclerocarya birrea* subsp. *caffra* with emphasis on its importance as a non-timber forest product in south and southern mrica: A summary. *Southern African Forestry Journal*, 194 (1), 27–41. <https://doi.org/10.1080/20702620.2002.10434589>
- Sharma, V. K., Colangelo, A., & Spagna, G. (1993). Experimental performance of an indirect type solar fruit and vegetable dryer. *Energy Conversion and Management*, 34 (4), 293–308. [https://doi.org/10.1016/0196-8904\(93\)90114-P](https://doi.org/10.1016/0196-8904(93)90114-P)
- Shi, J., Le, M., Kakuda, Y., Liptay, A., Niekamp, F., (1999). Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. *Food Research International*, 32 (1999), 15-21.
- Silva, G. G. A., & Da Cunha, R. N. (2021). Avaliação de flavonoides totais e da atividade antioxidante em extratos de aranto (*Kalanchoe daigremontiana*). *Revista Perquirere*, 2 (18), 205-217.
- Silva, A. M. P., Araujo, G. V., Mota, L. T. R., Valente, N. da S., Silva, R. A. D. da, & Martins, M. V. (2021). Plantas Alimentícias Não Convencionais: Benefícios Agroecológicos, Nutricionais E Formas De Utilização Na Alimentação. *Ciências Agrárias: O Avanço Da Ciência No Brasil*, 2 (2), 175–192. <https://doi.org/10.37885/210805847>
- Silva, P. B. (2014). Secagem de resíduos de frutas em secador roto-aerado. *Uberlandia-Brazil*, 1-107.
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2020). Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel. *Food Research International*, 132 (2020), 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109114>
- Song, H., Chu, Q., Yan, F., Yang, Y., Han, W., & Zheng, X. (2016). Red pitaya betacyanins protects from diet-induced obesity, liver steatosis and insulin resistance in association

- with modulation of gut microbiota in mice. *Journal of Gastroenterology and Hepatology (Australia)* 31(8), 1462-1469.
- Souza, C. G. De., Moura, K. A. B. de., Silva, J. N. P., Soares, K. O., Silva, J. V. C. da., & Vasconcelos, P. C., (2019). Fatores anti nutricionais de importância na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. *Pubvet*, 13 (5), 1-19.
- Sreerama, Y. N., Sashikala, D. A. V. B., & Pratapa, Vi. M. (2010). Distribution of nutrients and antinutrients in milled fractions of chickpea and horse gram: Seed coat phenolics and their distinct modes of enzyme inhibition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (7), 4322-4330.
- Staniforth, D. H., Baird, I. M., Fowler, J., & Lister, R. E. (1991). The Effects of Dietary Fibre on Upper and Lower Gastro-intestinal Transit Times and Faecal Bulking. *The Journal Of International Medical Research*, 19, 228–233.
- Storck, C. R., Nunes, G. lorenzoni, Oliveira, B. B., & Basso, C. (2013). Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações analysis in food preparations. *Ciencia Rural, Santa Maria*, 43 (3), 537–543.
- Suleria, H. A. R., Barrow, C. J., & Dunshea, F., (2020). Screening and Characterization of Phenolic Compounds and Their Antioxidant Capacity in different fruit peels. *Foods*, 9 (1206), 1-26.
- Tanko, H., Carrier, D. J., Duan, L., & Clausen, E. (2005). Pre- and post-harvest processing of medicinal plants. *Plant Genetic Resources*, 3 (2), 304–313. <https://doi.org/10.1079/pgr200569>
- Tavares, G. (2001). Elaboração e análises de um Alimento Alternativo Destinado a Complementação Alimentar de Populações Carentes. *Universidade Federal de Lavras*, 1-108.
- Terra, S. B., & Viera, C. T. R. (2019). Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): levantamento em zonas urbanas de Santana do Livramento, RS. *Ambiência*, 15 (1), 112–130. <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2019.01.07>

- Thebaudin, J. Y., Lefebvre, A. C., Harrington, M., & Bourgeois, C. M. (1997). Dietary fibres: Nutritional and technological interest. *Trends in Food Science and Technology*, 8 (2), 41–48. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(97\)01007-8](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(97)01007-8)
- Todorov, S. D., & Dicks, L. M. T. (2009). International Journal of Food Microbiology Bacteriocin production by *Pediococcus pentosaceus* isolated from marula (*Scerocarya birrea*). *International Journal of Food Microbiology*, 132 (2009), 117–126. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.04.010>
- Tognon, A. L. (2012). Quantificação e avaliação da bioacessibilidade in vitro de micro e macroelementos em frutas, hortaliças e cereais. *Universidade de São Paulo*, 1-128.
- Viera, V. B., Rodrigues, J. B., Brasil, C. C. B., & Rosa, C. S. da. (2010). *Produção, caracterização e aceitabilidade* de licor de camu-camu (m yrciaria dúbia) mcvaugh. 21(0103–4235), 519–522.
- Vranic, E., Lacevic, A., Mehmedagic, A. & Uzunovic, A. (2004). Formulation ingredients for toothpastes and mouthwashes. *Bosnian Journal of Basic Medical Sciences*, 4 (4), 51-58.
- Wankhade, P. K., Sapkal, R. S., & Sapkal, V. S. (2013). Drying characteristics of okra slices on drying in hot air dryer. *Procedia Engineering*, 51 (2013), 371–374. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.051>
- Watt, J. M.; Breyer-Brandwijk, M. G. (1962). Medicinal and Poisonous Plants of Southern and Eastern Africa Author (s): J. P. M. Brenan Published by: Springer on behalf of Royal Botanic Gardens, Kew Stable URL. 17 (3), 463-464. <http://www.jstor.org/stable/4113816> ou <https://doi.org/http://www.jstor.org/stable/4113816>
- Wehmeyer, A. S. (1966). The nutrient composition of some edible wild fruits found in the Transvaal. *South African Medical Journal*, 40 (45), 1102–1104.
- Weisburger, J. H. (1997). The Dietitian's Guide to Vegetarian Diets. *Journal of the American College of Nutrition*, 16 (3), 288–288. <https://doi.org/10.1080/07315724.1997.10738033>

- Wood, R. J., & Zheng, J. J. (1997). High dietary calcium balance in humans¹ intakes reduce zinc absorption and. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 65 (6), 1803–1809. <https://doi.org/10.1093/ajcn/65.6.1803>
- Wynberg, R., Cribbins, J., Lombard, C., Mander, M., Shackleton, S., & Sullivan, C. (2002). Title: Authors: Date: *Southern African Forestry Journal*, 196, 67–77.
- Zanetti, Cândida; Biondo, Elaine; Kolchinsk, Eliane Maria; Komphorst, Raquel Carvalho Machado; Severgnini, Paulo Roberto; Azevedo, Gabriela Dieestmann de; Fleck, Matheus; TTuratti, A. (2020). Mulheres e PANCs: resgatando hábitos e saberes alimentares no Vale do Taquari, RS. *Revista Ciência Em Extensão*, 16, 84–100. <https://doi.org/https://doi.org/10.23901/1670-4605.2020v16p84-100>
- Zingara, F. da G. (2022). Efeito da Pasteurização, da Acidificação e da Temperatura de Conservação na Estabilidade do Sumo de Canhú (*Sclerocarya birrea*). *Departamento de Engenharia Química*, UEM, 1-71.

ANEXOS

Anexo 1: Frutos de canhú em sacos de ráfia, sanitização, lavagem e remoção da casca



Figura 1: Cascas de canhú em sacos de ráfia

Figura 2: Lavagem e sanitização dos frutos



Figura 3: Processo de remoção da casca do fruto de canhú

Anexo 2: Processo de secagem, trituração, crivagem e conservação das cascas do fruto de canhú.



Figura 4: Processo de secagem natural



Figura 5: Processo de secagem artificial



Figura 6: Cascas secas de forma natural (A) **Figura 7:** Cascas secas de forma artificial (B)



Figura 8: Processo de trituração das cascas de canhú **Figura 9:** Processo de crivagem das partículas das cascas

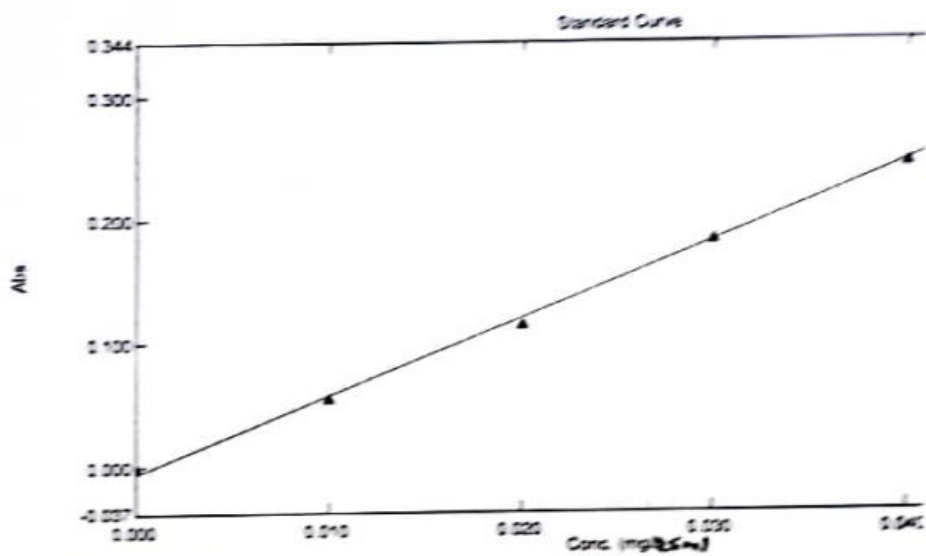


Figura 10: Partículas separados **Figura 11:** Embalagem e conservação da farinha da casca

Anexo 3: Curva padrão de ferro

Standard Table Report

File Name: C:\Users\LNHAA\Desktop\Aguas\File_240409_145534.pho



$$y = 6.28052x - 0.00563049$$

$$r^2 = 0.99978$$

Standard Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL515.8	Wgt.Factor	Comment
1	Branco	Standard		0.000	-0.000	1.000	
2	pad1	Standard		0.010	0.065	1.000	
3	pad2	Standard		0.020	0.114	1.000	
4	pad3	Standard		0.030	0.183	1.000	
5	pad4	Standard		0.040	0.244	1.000	
6	pad5	Standard		0.050	0.312	1.000	
7							

Figura 12: Curva padrão de ferro

Anexo 4: Curva padrão de fósforo

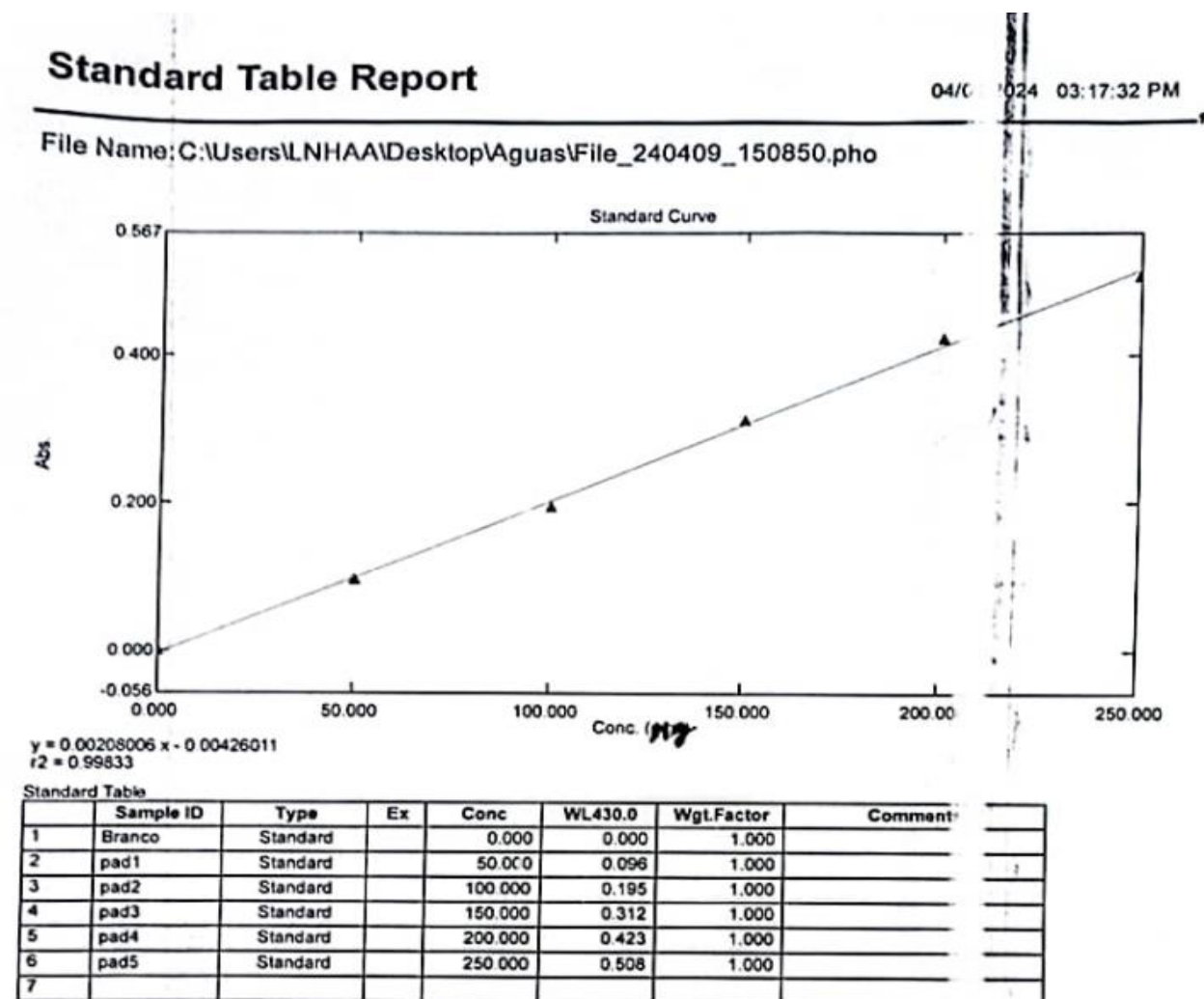


Figura 13: Curva padrão de fósforo

Anexo 5: Credencial de autorização para a recolha de amostra



Faculdade de Ciências

Ao

Distrito Municipal de KaTembe

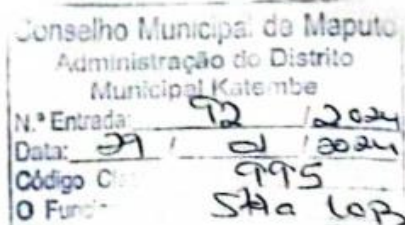
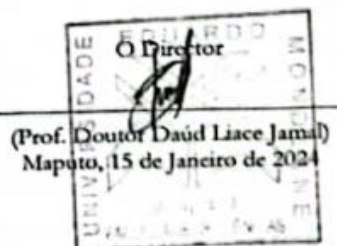
Autoriza
ao Conselho
dos Srs Secretários
de Bairro.
290724

CREDENCIAL

No âmbito da elaboração da dissertação de culminação do curso de Mestrado em Química e Processamento de Recursos Locais, leccionado na Faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane, credencia-se o estudante Chabane Rachide, para efectuar a recolha de amostras de frutos de canhueiro mais conhecido de *canham* (*Sclerocarya birrea*), para o trabalho de investigação.

Antecipadamente agradecemos o vosso apoio e colaboração.

Cordiais saudações.



INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO AGRÁRIA DE MOÇAMBIQUE
DIRECÇÃO DE AGRONOMIA E RECURSOS NATURAIS
LABORATÓRIO DE SOLOS PLANTAS E ÁGUAS

Cliente: Chabane Rachide

Resultados de casca de fruto de canhu

Local: Maputo

Data: 20/05/24

Nr. lab.	Nr. de campo	mg/l			
		Ca	Mg	Na	K
22	36 11	375	42,3	3,31	65,41
22	36 11	395	42,7	3,34	65,37
22	36 11	375	67,1	2,59	66,36
23	72 11	345	0	2,83	58,11
23	72 11	330	0	2,34	58,66
23	72 11	330	0	2,36	58,62

O Responsável do Laboratório

 Oscar Chichonigue
 (Investigador Assistente)