UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – LAGOA SECA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA E AGROPECUÁRIA
CURSO DE GRADUAÇÃO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

SEMIRAMES DO NASCIMENTO SILVA

ATIVIDADE FITOQUÍMICA E ANTIOXIDANTE EM RESÍDUOS DE FRUTAS

LAGOA SECA-PB
2024

SEMIRAMES DO NASCIMENTO SILVA

ATIVIDADE FITOQUÍMICA E ANTIOXIDANTE EM RESÍDUOS DE FRUTAS

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a Coordenação do Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Fitotecnia.

Orientadora: Profª. Drª. Márcia Rejane de Queiroz Almeida Azevedo.

LAGOA SECA-PB
2024

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

S586a Silva, Semirames do Nascimento.

Atividade fitoquímica e antioxidante em resíduos de frutas [manuscrito] / Semirames do Nascimento Silva. - 2024.

26 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2024.

"Orientação : Profa. Dra. Márcia Rejane de Queiroz Almeida Azevedo, Coordenação do Curso de Agroecologia - CCAA. "

1. Resíduos de frutas. 2. Metabólicos secundários. 3. Pedúnculo de caju. 4. Semente de maracujá. 5. Fruticultura. I. Título

21. ed. CDD 634

Elaborada por Ana V. de Q. M. Leite - CRB - 15/378 BC/UEPB

SEMIRAMES DO NASCIMENTO SILVA

ATIVIDADE FITOQUÍMICA E ANTIOXIDANTE EM RESÍDUOS DE FRUTAS

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a Coordenação do Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Fitotecnia.

Aprovada em: 05/06/2024.

BANCA EXAMINADORA

Márcia Rejane de Queiroz Almeida Azevedo

Profª. Drª. Márcia Rejane de Queiroz Almeida Azevedo. (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Maria do Socorro Bezerra Duarte

Profª. M.S.c. Maria do Socorro Bezerra Duarte
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Josivanda P. Gomes

Profª. Drª. Josivanda Palmeira Gomes
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Aos profissionais da Agroecologia, que eles consigam o seu reconhecimento e a sua valorização profissional.

DEDICO.

Epígrafe

“Ebenézer: Até aqui o Senhor nos ajudou.” (1 Samuel 7:12).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
2 METODOLOGIA 9
2.1. Aquisição das matérias-primas 9
2.2. Análises fitoquímicas e antioxidante dos resíduos *in natura* 10
2.2.1. Flavonoides e antocianinas 10
2.2.2. Carotenoides totais, clorofila a, clorofila b e clorofila total 10
2.2.3. Taninos 11
2.2.4. Compostos fenólicos totais 11
2.2.5. Atividade antioxidante 11
2.2.5.1. Método de captura do radical livre (DPPH) 11
2.2.5.2. Atividade de eliminação de radicais hidroxilas 11
2.2.5.3. Atividade de eliminação de radical de ânion superóxido 12
2.3. Secagem e análise dos resíduos de frutas 12
2.4. Análise estatística 13
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 13
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 19
REFERÊNCIAS 19

ATIVIDADE FITOQUÍMICA E ANTIOXIDANTE EM RESÍDUOS DE FRUTAS

Semirames do Nascimento Silva

RESUMO

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo e com a grande produção, há também uma elevada produção de resíduos. Desta forma, é preciso realizar pesquisas que estudem a composição destes resíduos, incluindo o estudo de metabólitos secundários e atividade antioxidante, assim como desenvolver tecnologias de aproveitamento destes resíduos para diminuir desperdícios e impactos ambientais. Considerando o exposto, objetivou-se com a pesquisa identificar os metabólitos secundários presentes em resíduos *in natura* e secos do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale)* e sementes de maracujá (*Passiflora edulis*), assim como avaliar a atividade antioxidante. Os resíduos de pseudofruto de caju e sementes de maracujá, foram adquiridos na Agroindústria SanFrut[@] instalada no município de Campina Grande, estado da Paraíba. Os resíduos das frutas foram secos em estufa de circulação de ar, na temperatura de 60 ºC por 24 h. Em triplicata, a atividade fitoquímica dos resíduos *in natura* e secos foi determinada e a atividade antioxidante avaliada por três métodos, sendo o primeiro pela habilidade de sequestrar o radical livre (DPPH), o segundo pela atividade de eliminação de radicais hidroxilas e o terceiro pela atividade de eliminação de radical de ânion superóxido. Diferentes classes de metabólitos secundários foram identificadas nos resíduos das frutas. A atividade fitoquímica dos resíduos indicou a presença de compostos como taninos, carotenoides, flavonoides e compostos fenólicos totais, além de atividade antioxidante. Após secagem, houve aumento dos compostos presentes no pseudofruto do caju e redução nos compostos carotenoides, clorofila a, clorofila b, clorofila total e compostos fenólicos presentes nas sementes secas de maracujá. Identificou-se correlação direta entre os compostos fenólicos e a atividade antioxidante presente nos resíduos. A atividade antioxidante pela eliminação do radical DPPH no resíduo seco do pedúnculo do caju indica que ela é muito eficaz em neutralizar radicais livres, que podem proteger as células de danos oxidativos em 90%. Constatou-se que os resíduos de frutas possuem metabólitos secundários e alta atividade antioxidante, os mesmos podem ser utilizadas na farmacologia, na agricultura, na indústria de cosméticos e de alimentos.

Palavras-Chave: fruticultura; metabólitos secundários; pedúnculo de caju; sementes de maracujá.

PHYTOCHEMICAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN FRUIT WASTE

ABSTRACT

Brazil is the third largest fruit producer in the world and with this large production, there is also a high production of waste. It is therefore necessary to carry out research into the composition of this waste, including the study of secondary metabolites and antioxidant activity, as well as developing technologies to use this waste to reduce waste and environmental impacts. In view of the above, the aim of this research was to identify the secondary metabolites present in fresh and dried cashew stalk (*Anacardium occidentale*) and

passion fruit (*Passiflora edulis*) seed residues, as well as to evaluate their antioxidant activity. The cashew pseudofruit and passion fruit seed waste was purchased from Agroindustry SanFrut@ in the municipality of Campina Grande, Paraiba state. The fruit residues were dried in an air circulation oven at 60ºC for 24 hours. In triplicate, the phytochemical activity of the *in natura* and dried residues was determined and the antioxidant activity assessed using three methods, the first being the ability to scavenge the free radical (DPPH), the second the hydroxyl radical scavenging activity and the third the superoxide anion radical scavenging activity. Different classes of secondary metabolites were identified in the fruit residues. The phytochemical activity of the residues indicated the presence of compounds such as tannins, carotenoids, flavonoids and total phenolic compounds, as well as antioxidant activity. After drying, there was an increase in the compounds present in the cashew pseudofruit and a reduction in the carotenoid compounds, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and phenolic compounds present in the dried passion fruit seeds. A direct correlation was identified between the phenolic compounds and the antioxidant activity present in the residues. The antioxidant activity by eliminating the DPPH radical in the dried cashew stalk residue indicates that it is very effective in neutralizing free radicals, which can protect cells from oxidative damage by 90%. It was found that fruit residues have secondary metabolites and high antioxidant activity, which can be used in pharmacology, agriculture, cosmetics and the food industry.

Keywords: fruit growing; secondary metabolites; cashew stalks; passion fruit seeds.

1 INTRODUÇÃO

Devido à presença de vitaminas, minerais, fibras alimentares e compostos fitoquímicos, frutas e vegetais são um dos alimentos mais consumidos globalmente. Desta forma, são amplamente reconhecidos por seus efeitos positivos à saúde e contribuição na prevenção de doenças crônicas (FAO, 2021). O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo. Na região Nordeste do Brasil, algumas frutas são produzidas o ano inteiro, porém, frutas como o caju e o maracujá são produzidas em larga escala, principalmente, em período de safra (CONAB, 2023), o que leva a grandes perdas e produção de resíduos, uma vez que essas frutas são desperdiçadas na cadeia de abastecimento alimentar e no processamento. De acordo com Santos et al. (2019), os maracujás (*Passiflora edulis*) possuem cerca de 150 g de peso, sendo que 30% são compostos pela casca (epicarpo) e albedo (mesocarpo), 25% endocarpo e arilo carnoso (polpa), 25% pelas sementes e 20% pelo suco, aproximadamente, o que representa uma quantidade significativa de resíduos. Por outro lado, o pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale*) representa cerca de 90% em peso do fruto inteiro (Das; Arora, 2017), o que confere uma geração considerável de resíduos.

Aproximadamente, um terço da produção mundial de frutas e vegetais foi desperdiçado em 2021 (FAO, 2022). Além disso, toneladas de partes não comestíveis, como sementes, caules, cascas, bagaços e folhas, são produzidas durante o processamento e consumo de alimentos, totalizando, em certos casos, mais de 50% da massa total (Trigo et al., 2020). Todavia, de acordo com Mateus, Pena e Sanches-Silva (2024), esses subprodutos possuem níveis mais elevados de compostos bioativos do que as partes comestíveis, além de apresentar efeitos biológicos benéficos, como capacidades antioxidantes e antimicrobianas. Os compostos secundários, tais como flavonoides, taninos, fenólicos, desempenham papéis importantes na defesa da planta contra herbívoros e patógenos, atração de polinizadores e outras interações ecológicas. Desta forma, é preciso realizar pesquisas que estudem a composição de resíduos, incluindo o estudo de metabólitos secundários e atividade antioxidante, assim como desen-

volver tecnologias de aproveitamento destes resíduos para diminuir desperdícios e impactos ambientais.

Mateus, Pena e Sanches-Silva (2024) com o objetivo de avaliar e revisar a presença de compostos bioativos em subprodutos vegetais e frutas identificaram compostos fenólicos, incluindo ácidos fenólicos e diferentes subclasses de flavonoides. A maioria dos benefícios para a saúde associados aos subprodutos vegetais e frutas vem da sua riqueza em compostos fenólicos, que atuam como antioxidantes. Os compostos fenólicos são compostos aromáticos com pelo menos um grupo hidroxila e outros substituintes. Como resultado desta estrutura, os subprodutos têm a capacidade de atuar como inibidores de radicais livres e captadores reativos de oxigênio, principalmente devido à sua capacidade de doar hidrogênio (Zeng et al., 2023).

O interesse sobre os antioxidantes naturais vem crescendo cada vez mais devido à sua baixa toxicidade quando comparados aos antioxidantes sintéticos. Conceitualmente, os antioxidantes são caracterizados como metabólitos químicos envolvidos em processos de prevenção, interrupção ou redução do dano oxidativo. Ademais, os antioxidantes estão efetivamente envolvidos na proteção do corpo humano contra os radicais livres (compostos naturais ou subprodutos da química sintética) e podem estar associados à redução da progressão de diversas doenças (Rwubuzizi et al., 2023).

Segundo relato de Rajak et al. (2023), o desperdício alimentar não é um problema específico do século XXI. O desperdício alimentar tem sido tema de investigação desde o início do século XX, com referências ao seu valor como novas matérias-primas para novas aplicações. Entretanto, para um melhor aproveitamento dos resíduos frutíferos, faz-se necessário o uso e desenvolvimento de tecnologias para a preservação dos seus constituintes. Neste aspecto, a secagem pode ser utilizada como método eficiente de conservação. Os compostos extraídos dos resíduos de vegetais e de frutas são potenciais aditivos alimentares, como agentes antioxidantes que podem reduzir a oxidação lipídica Shehata et al. (2021), conservantes alimentares com eficácia contra bactérias e fungos Liu et al. (2021), corantes alimentares, incluindo carotenoides ou outros pigmentos naturais (Viñas-Ospino., 2023). Os subprodutos vegetais e frutíferos são utilizados, principalmente, na indústria alimentícia, mas seus componentes também podem ser utilizados em outros setores industriais. Por exemplo, podem ser utilizados como fertilizante ecológico que melhora a qualidade do solo e promove o crescimento de plantas (Panuccio et al., 2022), na indústria farmacêutica e de cosméticos, por apresentarem substâncias ativas terapêuticas que auxiliam na prevenção e no tratamento de doenças (Zeng et al., 2023).

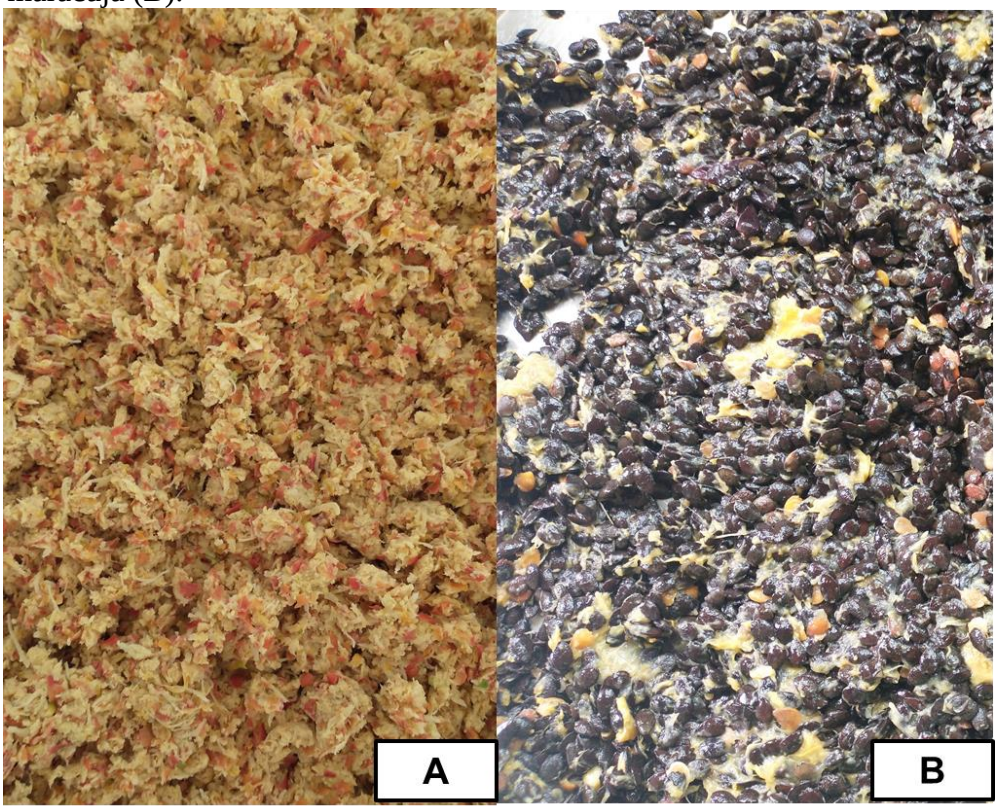
Levando-se em consideração os aspectos citados, objetivou-se com a pesquisa identificar os metabólitos secundários presentes em resíduos *in natura* e secos do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale)* e sementes de maracujá (*Passiflora edulis*), assim como avaliar a atividade antioxidante.

2 METODOLOGIA

2.1. Aquisição das matérias-primas

As matérias-primas oriundas dos resíduos de pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale*) e sementes de maracujá (*Passiflora edulis*), foram adquiridas na Agroindústria San-Frut[@], localizada no município de Campina Grande, estado da Paraíba. Os resíduos foram selecionados, higienizados e padronizados para em seguida serem analisados (Figura 1).

Figura 1 - Resíduos *in natura* do pseudofruto do caju (A) e sementes de maracujá (B).



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

2.2. Análises fitoquímicas e antioxidante dos resíduos *in natura*

Em triplicata, a composição fitoquímica dos resíduos *in natura* foi determinada no Laboratório de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB, sendo avaliada quanto a:

2.2.1. Flavonoides e antocianinas

Adotou-se a metodologia descrita por Francis (1982), utilizando solução de etanol 95% + HCL 1,5 N (85:15 v/v), com leitura das amostras em espectrofotômetro utilizando 374 nm para flavonoides e de 535 nm para antocianinas.

2.2.2. Carotenoides totais, clorofila a, clorofila b e clorofila total

0,1 g da amostra foi macerada em almofariz com 0,2 g de carbonato de cálcio e 5 mL de acetona 80%, em ambiente com luz reduzida. A partir disto, obteve-se um extrato que foi depositado em tubo de ensaio envolvido com papel alumínio. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas por 10 min a 10 °C e 3000 rpm, em seguida, realizada a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 470 nm, conforme método descrito por Lichthenthaler (1987).

2.2.3. Taninos

Analisados de acordo com a metodologia de Goldstein e Swain (1963), na qual se utilizou a curva de ácido tânico como padrão e os resultados expressos em mg EAT (equivalente de ácido tânico) /100 g.

2.2.4. Compostos fenólicos totais

Determinou-se pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Waterhouse (2006), utilizando o ácido gálico como padrão e leitura em espectrofotômetro a 765 nm. Os resultados foram expressos em equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100g).

2.2.5. Atividade antioxidante

Foi realizada no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da USP - Universidade de São Paulo. A atividade antioxidante foi determinada por três métodos, a saber:

2.2.5.1. Método de captura do radical livre (DPPH)

Foi preparada uma solução de metanol contendo 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) 0,06 μM. Depois se adicionou uma alíquota de 100 μL de extrato de amostras a 3,9 mL desta solução. A absorbância foi medida em espectrofotômetro a 517 nm, de acordo com o método descrito por Rufino et al. (2010). A eliminação/sequestro de radicais livres (% sequestro) de cada amostra foi calculada de acordo com a Equação 1:

$$\% \text{ sequestro } (\%) = \frac{(Ac - Aa)}{Ac} x100 \quad \text{(Eq. 1)}$$

Em que: A*c* e A*a* são valores de absorbância no controle e na amostra, respectivamente.

2.2.5.2. Atividade de eliminação de radicais hidroxilas

As recomendações de Wang et al. (2015) foram aplicadas para avaliar a atividade antioxidante pelo método de eliminação de radicais hidroxilas. 1 mL das amostras preparadas anteriormente (subitem 2.2.5.1.) foram transferidos para tubos de ensaio de vidro previamente preenchidos com 1 mL de azul brilhante (0,435 mmol/L), 2 mL de $FeSO_4$ (0,5 mmol/L), 1,5 mL de H_2O_2 (3%, p/v) e incubados a 37 ºC por 1 h. Como controle positivo, 1 mg/mL de ácido ascórbico foi usado para comparação. As amostras foram centrifugadas por 5 min a 20 ºC e a absorbância dos sobrenadantes obtidos foi medida a 624 nm. Para os cálculos do efeito de eliminação do radical hidroxila foi aplicada a Equação 2:

$$\text{Atividade de eliminação de radicais hidroxilas } (\%) = [(A_0 - A_1)/(A - A_1)] \times 100 \quad \text{(Eq. 2)}$$

Em que: A_0 foi à absorbância da solução que contém uma determinada concentração da amostra, A_1 refere-se à absorbância da solução sem a adição da amostra da pesquisa e A refere-se à absorbância da solução sem a amostra de pesquisa e o sistema de reação Fenton.

2.2.5.3. Atividade de eliminação de radical de ânion superóxido

Foram adotadas as recomendações de Wu et al. (2013), aplicando espectrofotometria com autoxidação de pirogalol aprimorada. Para os cálculos, a absorbância foi medida a 320 nm. A atividade de eliminação do radical superóxido foi calculada através da Eq. 3:

$$\text{Atividade de eliminação do radical ânion superóxido (\%)} = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100 \quad \text{(Eq. 3)}$$

Em que: A_1 foi à absorbância das amostras, A_0 foi à absorbância da solução que não incluía a amostra.

2.3. Secagem e análise dos resíduos de frutas

Os resíduos das frutas foram secos em estufa de circulação de ar (FANEM, modelo 320E, São Paulo, SP, Brasil), na temperatura de 60 ºC por 24 h (Toledo, 2013) (Figura 2). Após a secagem, os resíduos foram triturados em moinho transformando as amostras em pós. Posteriormente, embalados em embalagens laminadas e avaliados quanto a flavonoides, antocianinas, carotenoides totais, clorofila a, clorofila b e clorofila total, taninos, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, conforme metodologia já citada.

Figura 2 - Secagem dos resíduos do pedúnculo do caju e sementes de maracujá.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

2.4. Análise estatística

Os resultados obtidos a partir das análises da atividade fitoquímica e antioxidante dos resíduos de frutas *in natura* e secos foram analisados por meio do programa estatístico ASSISTAT 7.7, os quais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com a finalidade de avaliar se houve diferença significativa entre as amostras estudadas, (Silva; Azevedo, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 constam os resultados obtidos para os metabólitos secundários presentes nos resíduos *in natura* e secos do pedúnculo do caju. Houve aumento no teor dos compostos fitoquímicos após a secagem do resíduo em todos os metabólitos identificados, isso ocorreu devido à retirada de água que fez com que concentrasse os metabólitos secundários. Deste modo, os resultados obtidos para a composição fitoquímica do resíduo seco de pseudofruto do caju foram estatisticamente superiores ao *in natura*. O fato de não ter redução nos compostos após a secagem do resíduo, demonstra que a temperatura e o tempo de secagem foram adequados, assim como a tolerância do material ao calor.

Karam et al. (2016) afirmam que diferentes processos de secagem têm sido relatados em literaturas com suas vantagens e desvantagens quando a composição nutricional, atividade antioxidante, polifenóis e carotenoides em materiais vegetais e frutas. Destaca-se que a secagem convectiva é uma alternativa importante quando se deseja conservar matéria-prima que poderá ser utilizada, posteriormente, no desenvolvimento de novos produtos, pois o material seco terá maior tempo de prateleira, além de ser um método barato quando comparado a outros (Cagliari et al., 2022).

Tabela 1 - Compostos fitoquímicos presentes em resíduos *in natura* e secos de pseudofruto do cajueiro.

Compostos fitoquímicos	**Resíduo (pseudofruto do cajueiro)**	
	In natura	**Seco**
Flavonoides (mg/100g)	16,09[b]	22,10[a]
Antocianinas (mg/100g)	10,28[b]	20,80[a]
Carotenoides totais (mg/100g)	124,96[b]	201,77[a]
Clorofila a (mg/100g)	0,77[b]	1,47[a]
Clorofila b (mg/100g)	0,93[b]	2,39[a]
Clorofila total (mg/100g)	1,35[b]	3,38[a]
Taninos (mg EAT/100g)	265,10[b]	457,03[a]
Compostos fenólicos totais (mg EAG/100g)	1383,16[b]	2030,88[a]

Fonte: Elaborado pela autora (2024). Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. EAT - equivalente de ácido tânico; [2]: EAG - equivalente ácido gálico.

Mate (2022) obteve valores superiores aos observados nesta pesquisa para flavonoides (92,83 mg/100g) e antocianinas (43,65 mg/100g) ao estudar os compostos secundários do caju. Os resultados obtidos no presente trabalho estão em linha com os de Galvão et al. (2018), os quais identificaram diferentes classes de compostos secundários, encontrando especialmente flavonoides e taninos. Silva et al. (2023) identificaram em casca de cupuaçu 11,29 mg para flavonoides, valor inferior ao observado na tabela acima para os resíduos do pedúnculo do caju. Ressalta-se que uma dieta rica em taninos e flavonoides tem sido associada a relevante

atividade anticarcinogênica por Adzu et al. (2015) e Karas, Ulrichová e Valentová (2017), entretanto, grandes quantidades podem causar o efeito oposto. Além disto, as antocianinas são substâncias classificadas como fenólicas, responsáveis pela pigmentação das plantas e também desempenham diversas funções terapêuticas no organismo humano, como por exemplo, a função anti-inflamatória e antioxidante.

Os flavonoides, juntamente com os carotenoides são responsáveis pela coloração amarela e alaranjada do pedúnculo e pelos resultados obtidos, quando se comparam aos valores de antocianinas, entende-se que os frutos de caju eram amarelos ou alaranjados e não vermelhos, uma vez que quanto mais vermelhos os pedúnculos, maior a proporção de antocianinas totais em relação aos flavonoides, fato não observado. Schweiggert et al. (2016) observaram que a coloração vermelha e alaranjada da película de alguns cajus tem sido atribuída, principalmente, ao conteúdo de antocianinas e carotenoides, respectivamente. Foi observado por Anoopkumar et al. (2024) que o caju possui enorme quantidade de compostos polifenólicos como carotenoides, minerais, vitaminas, minerais, açúcares e fibras alimentares, corroborando com os resultados obtidos. Conforme explicam Viñas-Ospino et al. (2023), os carotenoides totais possuem função de conferir cor aos vegetais, e por isso têm sido utilizados pela indústria alimentícia para a elaboração de corantes naturais. Ademais, apresenta, capacidade antioxidante, devido sua capacidade de sequestrar moléculas reativas de oxigênio e reagir com radicais livres. Logo, o consumo de uma dieta rica em carotenoides pode proteger contra câncer, doenças cardiovasculares e degeneração macular (Jiao; Reuss; Wang, 2019).

Determinou-se a presença e a quantidade de clorofila no resíduo de caju. A determinação se deu devido ao fato dos resíduos terem sido obtidos diretamente na Agroindústria San-Frut[@], já processados e obtidos de diferentes produtores, sendo desconhecida a informação sobre a cultivar ou estádio de maturação. Foram observados valores baixos, podendo indicar a maturação adequada dos pedúnculos. A quantidade de clorofila presente nos pedúnculos pode variar em função de vários fatores como a maturação, as condições de cultivo e o processamento do resíduo. De acordo com Wang, Braun e Wink (2019), a clorofila a absorve luz, principalmente, nas regiões azul e vermelha do espectro e reflete luz verde, dando às plantas sua cor verde característica, já a clorofila b, complementa a clorofila a, absorvendo luz em comprimentos de onda que a clorofila a não absorve tão eficientemente, como na região alaranjada. Por isso, a clorofila b apresentou valores superiores à clorofila a, por estar mais próxima da região alaranjada, pois os pedúnculos, possivelmente, eram amarelos ou alaranjados. Fato também observador por Silva (2022) ao realizar secagem convectiva de fatias de caju para elaborar passas, em que houve predominância da clorofila b em relação à clorofila a, corroborando com os resultados deste estudo.

É comum além da presença de flavonoides, a de taninos nas diversas partes das plantas da família Anacardiaceae, sendo esta uma característica da própria espécie para o seu desenvolvimento (Reis et al., 2014). Em pesquisa realizada por Reina et al. (2022), os resultados revelaram que o suco de caju era rico em taninos com valores de 191 mg/100 g. Valor superior a pesquisa anterior e dentro do obtido no presente estudo foi alcançado por Mate (2022), ao obter 292,21 mg/100 g para taninos em polpa de caju. Lovatto (2019) destaca que o tanino é um composto fenólico com capacidade antioxidante considerável, portanto, importante para a saúde humana. Aos taninos pode-se atribuir diversas atividades como, antidiarreico e antisséptico, antimicrobiano e antifúngico, são hemostáticos e podem servir como antídoto em casos de intoxicações, além de auxiliar no processo de cura de feridas, queimaduras e inflamações (Monteiro et al., 2005). Entretanto, em excesso podem reduzir significativamente a biodisponibilidade mineral e a digestibilidade proteica dos alimentos.

Mate (2022) ao avaliar os compostos bioativos do caju obteve o valor de 1339,06 mg/100g para compostos fenólicos totais, valor semelhante ao obtido para o resíduo *in natura* dos pedúnculos. No estudo de Sousa (2019), a secagem também foi eficiente e aumentou os

compostos fenólicos, de 867,86 para 1107,85 mg EAG 100 g para o caju *in natura* e seco, respectivamente. Contudo, observa-se que o resultado é inferior ao obtido neste estudo. Valores muito baixos comparados ao desta pesquisa foi encontrado por Moraes (2014), no seu trabalho sobre polpa desidratada de caju amarelo, em que determinou compostos fenólicos totais no caju *in natura* na base úmida e na base seca, tendo obtido valores de 71,52 e 591,79 mg/100g, respectivamente. Aslam et al. (2024), apontam que os resíduos de caju podem ser utilizados na indústria de confeitaria, bebidas, carnes, panificação e na produção de materiais para embalagens ecológicas, pois seus compostos são essenciais para a nutrição humana e também possuem forte potencial antioxidante e anti-inflamatório. Os fitoterápicos também foram elaborados a partir do bagaço do caju, pois contêm carotenoides que auxiliam na cura de lesões gástricas induzidas pelo ácido acetilsalicílico e podem ser utilizados na formulação de fitoterápicos (Da Silva et al., 2021).

Constam na Tabela 2, os resultados obtidos para a identificação de metabólitos secundários em resíduos de sementes de maracujá. Verificou-se que após a secagem houve redução nos metabólitos secundários, a saber: carotenoides, clorofila a, clorofila b, clorofila total e compostos fenólicos, comportamento contrário ao observado no resíduo seco do pedúnculo de caju. Alves et al. (2018) relataram que durante o processo de secagem pode ocorrer a degradação de compostos bioativos devido a sensibilidade dos compostos ao calor, o que pode provocar a degradação deles. A partir do exposto, entende-se que para conservar de forma eficiente os compostos presentes nas sementes de maracujá, seja necessário adotar outro método de secagem, a exemplo da liofilização, que é um método de secagem a frio que preserva os constituintes presentes nos materiais que são sensíveis ao calor.

Tabela 2 - Compostos fitoquímicos presentes em resíduos *in natura* e secos de maracujá.

Compostos fitoquímicos	**Resíduo (sementes)**	
	In natura	**Seco**
Flavonoides (mg/100g)	14,07[b]	16,69[a]
Antocianinas (mg/100g)	16,80[b]	18,89[a]
Carotenoides totais (mg/100g)	165,43[a]	145,97[b]
Clorofila a (mg/100g)	1,21[a]	0,92[b]
Clorofila b (mg/100g)	2,44[a]	1,57[b]
Clorofila total (mg/100g)	3,96[a]	2,24[b]
Taninos (mg EAT/100g)[1]	95,57[b]	130,10[a]
Compostos fenólicos totais (mg EAG/100g)[2]	586,77[a]	483,30[b]

Fonte: Elaborado pela autora (2024). Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. [1]: EAT - equivalente de ácido tânico; [2]: EAG - equivalente ácido gálico.

Domínguez-Rodríguez et al. (2019) encontraram 29,99 mg/100 g para o teor de flavonoides totais ao estudarem diferentes espécies de maracujazeiro, sendo superior ao obtido nos resíduos das sementes. Por sua vez, Jesus (2022) também verificou para a polpa e picolé obtido da farinha do albedo de maracujá, valores superiores para flavonoides, 45,6 e 40,1 mg/100 g, respectivamente. Segundo Povoleri (2022), as principais atividades biológicas desempenhadas pelos flavonoides são antitumoral, antiviral, anti-inflamatória, antioxidante e antimicrobiana, logo, fundamentais para o ser humano. Assim como foi observado para o resíduo do pedúnculo do caju, as antocianinas apresentaram valor inferior ao compara-las com os carotenoides presentes no maracujá, uma vez que o maracujá amarelo (*Passiflora edulis)* é a principal espécie de maracujazeiro cultivado comercialmente no Brasil, já que as antocianinas são pigmentos responsáveis pelos tons de vermelho, azul ou roxo nas frutas. Todavia,

mesmo em baixa quantidade, a presença de antocianinas é importante, por apresentar atividade antioxidante, proteção contra mutagênese e proteção contra os raios ultravioleta (Viana; Adorno; Santos, 2022). Guimarães et al. (2023) ao estudarem a qualidade nutricional e funcional de coprodutos agroindustriais de maracujá-do-mato, verificaram para antocianinas 0,53 mg/100 g, valor muito abaixo do observado neste trabalho. O teor de antocianinas totais da semente do presente estudo foi superior ao encontrado por Rydlewskier e Visentainer (2017) para a semente de uva japonesa (1,51 mg/100 g).

Para carotenoides, Jesus (2022) encontrou valores de 23,79 e 16,4 mg/100 g em polpa e picolé do resíduo de maracujá, sendo eles muito inferiores aos resultados desta pesquisa, demonstrando o alto teor do pigmento presente nos resíduos das sementes. O teor de carotenoides foi superior ao encontrado para a polpa e sementes do maracujá-do-mato no estudo realizado por Freitas et al. (2021), 0,15 e 0,44 mg/100 g, respectivamente. Os carotenoides têm propriedades antioxidantes e é uma importante fonte alimentar de vitamina A, β-caroteno, α-caroteno, licopeno e luteína (Sruthi; Naidu, 2023). Deste modo, os carotenoides têm apresentado excelentes vantagens principalmente, quando adquiridos a partir de resíduos e subprodutos, o que se torna um grande desafio para as indústrias, além de oferecer excelentes oportunidades em diversas áreas de aplicação, farmacêutico, nutracêutico e alimentício (Martins et al., 2016).

Nas frutas, os carotenoides encontram-se nos cromoplastos, sendo que a quantidade de carotenoides aumenta durante a maturação, porque parte da clorofila se perde com a intensificação da cor. Fato observado para a clorofila nas sementes de maracujá, principalmente, após a secagem. A presença de clorofila a é observada em maior intensidade quando os frutos do maracujazeiro ainda não atingiram a maturação fisiológica e a planta continua a realizar fotossíntese, conferindo ainda a cor verde a sua casca e folhas. A concentração da clorofila total na semente de maracujá mostrou-se superior ao obtido na semente de maracujá-do-mato (0,40 mg/100 g), conforme foi reportado por Gadelha et al. (2019). Ainda no tocante à clorofila total, o valor médio obtido (0,12 mg/100 g) para *P. cincinnata* Mast., por Freitas et al. (2021) foi inferior ao encontrado na presente pesquisa.

Nas diferentes partes da planta serão encontrados valores distintos para a clorofila ou qualquer outro metabólito, além disto, o estádio de maturação dos frutos, as condições de cultivo e processamento podem interferir no conteúdo, assim como, o método de análise dos metabólitos secundários. Destaca-se que múltiplas funções biológicas foram relatadas para clorofila e uma delas é a capacidade de inibir ou reverter à resistência a múltiplas drogas em células cancerosas e bactérias, portanto, é um metabólito secundário importante para o ser humano e os vegetais (Wang; Braun; Wink, 2019). Os corantes naturais para alimentos são uma opção renovável, proporcionando benefícios à saúde e atributos tecnológicos e sensoriais interessantes para os sistemas alimentares que os contêm, sendo exploradas com o objetivo de fornecer a ampla gama de cores exigida pelos consumidores (Luzardo-Ocampo et al., 2021).

Sabendo que a presença dos taninos, que são compostos fenólicos especiais, tem sido apontada como um dos compostos responsáveis pelo sabor amargo e a sensação de adstringência de vários tipos de frutas, a concentração presente nas sementes de maracujá foi inferior aos valores identificados para o resíduo do pedúnculo do caju, sendo observado aumento nesse composto após a secagem convectiva das sementes. Coelho (2015) obteve 0,73 mg/100 g para taninos na farinha da casca do maracujá, valor muito inferior ao obtido para o pó das sementes. Segundo o autor, além da adstringência, os taninos quando oxidados, causam a pigmentação marrom de sementes de plantas. Oliveira (2013) ao estudar o teor de compostos bioativos em farinhas de cascas de frutas, obteve para a farinha das cascas de maracujá 24 mg/100 g de taninos e para a farinha das cascas de manga 72,88 mg/100 g de taninos.

Comparativamente, o resíduo do pedúnculo do caju possui o maior teor de compostos fenólicos que as sementes de maracujá, o que irá conferir maior atividade antioxidante. Ao

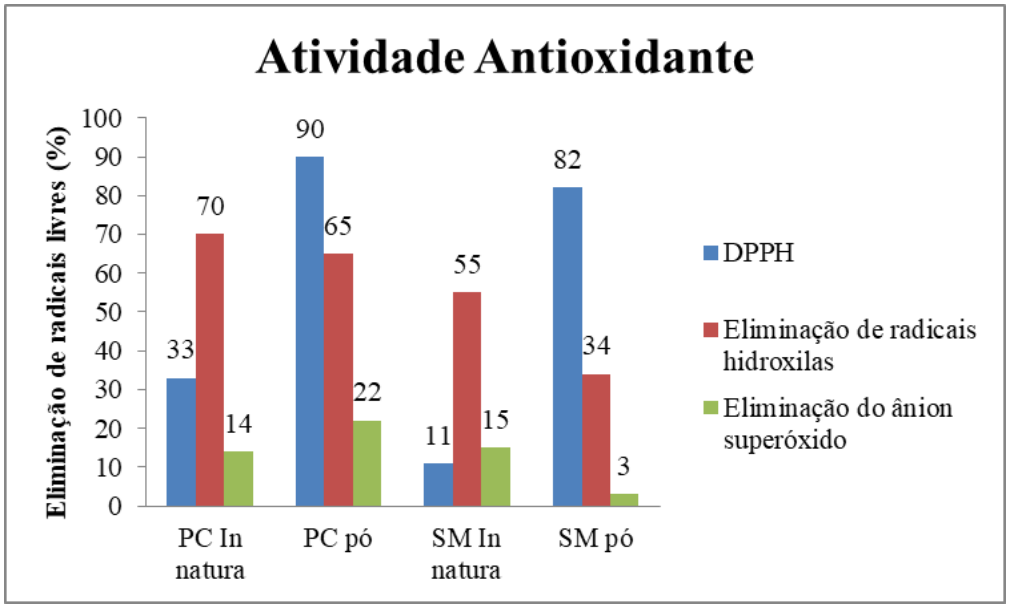
avaliar os teores de compostos fenólicos totais em resíduos de maracujá, Infante et al. (2013) encontraram 3,43 mg/100 g, valor esse, muito inferior ao verificado para o resíduo da semente. Silva et al. (2023) ao realizar a caracterização fitoquímica em semente de cupuaçu, observou 3,04 mg/100 g de compostos fenólicos, portanto, muito abaixo do valor obtido tanto para a semente *in natura* quanto para o resíduo seco, demonstrando através dos resultados que tanto as sementes *in natura* quanto as secas de maracujá possuem compostos antioxidantes, a exemplo dos fenólicos. Guimarães et al. (2023) encontraram na semente de maracujá-do-mato (17,12 mg EAG/100g) de compostos fenólicos. Estes resultados foram inferiores aos valores obtidos para as sementes *in natura* e secas do presente trabalho.

Oliveira et al. (2019) citam que os resíduos compostos, principalmente, pela casca e semente de maracujá podem ser processados na forma de farinha e serem utilizados na formulação de novos produtos alimentares. Balthar et al. (2021) verificaram os efeitos terapêuticos da suplementação da farinha da casca do maracujá amarelo no tratamento de indivíduos acometidos por Diabetes *Mellitus* tipo 2, concluindo em seu estudo que o consumo da farinha da casca de maracujá apresenta resultados positivos quanto à diminuição da glicemia e da hemoglobina glicada, o que sugere o aproveitamento de outras partes da fruta, como as sementes e a realização de novos estudos. Conforme relata Araújo (2019), os compostos fenólicos são indicados como antioxidantes primários, sendo os principais responsáveis pela atividade antioxidante das frutas. Além disso, os compostos fenólicos geralmente estão associados ao mecanismo de adaptação e resistência da planta ao meio ambiente, sendo, portanto, importantes para as plantas e, consequente, irão gerar benefícios aos seres humanos que as consomem.

Conforme podem ser observados na Figura 3, os resultados demonstram que os resíduos do pedúnculo do caju e sementes de maracujá apresentam elevada atividade antioxidante, com destaque para os resíduos em pó em que a avaliação da atividade antioxidante se deu pelo método de DPPH. Por o resíduo seco do pseudofruto do caju ter apresentado valores de compostos fenólicos superiores ao das sementes de maracujá, devido à retirada da água disponível que promoveu a concentração dos compostos, sua capacidade antioxidante foi maior A alta atividade antioxidante verificada nos resíduos poderá auxiliar na proteção contra danos oxidativos no organismo humano. Ao estudar as propriedades biológicas de extratos de polifenóis de resíduos da agroindústria, Donato et al. (2018) também observaram que em geral, as amostras com maior conteúdo fenólico foram mais eficazes na eliminação de radicais livres. Comportamento inverso foi observado por Luka et al. (2022) ao estudarem o perfil de compostos bioativos do resíduo de caju e sua capacidade antioxidante em diferentes temperaturas de secagem (60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95 e 100 °C), em que houve redução de 32,15% de eliminação de radicais livres por DPPH para 21% quando elevou-se a temperatura de secagem de 70 para 100 °C.

Ressalta-se que a atividade antioxidante é conferida às frutas por meio de seus compostos antioxidantes e os maiores responsáveis por essa funcionalidade são os compostos fenólicos. Fonteles et al. (2022) estudaram o efeito do tratamento ultrassônico no bagaço de caju para melhorar sua atividade antioxidante e observaram que em comparação com o resíduo *in natura*, a atividade antioxidante por superóxido aumentou após o processamento em até 280 vezes em comparação ao resíduo de caju não processado. Andrade et al. (2023) ao avaliarem a microencapsulação de compostos fenólicos de resíduos agroalimentares de cajueiro verificaram uma porcentagem de eliminação de 75,85% dos radicais livres por DPPH, valor próximo ao obtido para os resíduos secos de pedúnculo de caju neste trabalho.

Figura 3 – Eliminação de radicais livres pela atividade antioxidante de resíduos *in natura* e secos do pedúnculo do caju e sementes de maracujá pelos métodos de DPPH, eliminação de radicais hidroxilas e eliminação do ânion superóxido.



Fonte: Elaborado pela autora (2024). PC *In natura*: pedúnculo do caju *in natura*; PC pó: pedúnculo do caju em pó; SM *In natura*: sementes de maracujá *in natura*; SM pó: sementes de maracujá em pó.

Para todas as amostras dos resíduos frutíferos, a atividade antioxidante por eliminação do ânion superóxido apresentou baixa capacidade de eliminação dos radicais livres, sendo indicada, a avaliação da atividade antioxidante nos resíduos das frutas pelos métodos de DPPH e por eliminação de radicais hidroxilas. A análise se justifica na classificação de Melo et al. (2008) que diz que: capacidade de sequestro do radical DPPH acima de 70% é considerado forte; entre 50 e 70% é moderada e abaixo de 50% é fraca. Também deve ser observado que a diferença de resultados para ambos os radicais pode estar relacionada à diferente seletividade estéreo da reação e aos diferentes compostos no ingrediente capazes de reagir e eliminar diferentes radicais (Andrade et al., 2023).

Para à atividade antioxidante, o resultado encontrado em polpa de maracujá-do-mato por Freitas et al. (2021) foi de 56,56%, superior ao valor obtido para as sementes *in natura* apresentado neste estudo. Por sua vez, os resultados para atividade antioxidante dos resíduos das sementes de maracujá foram superiores aos obtidos por Lima Neto et al. (2017) em frutos de *Passiflora glandulosa* (32,30%), com destaque para o resíduo *in natura* pelo método de eliminação de hidroxilas e o resíduo seco, avaliado pelo método de DPPH. Souza et al. (2015) ao avaliarem o resíduo *in natura* e desidratado de graviola observaram moderada capacidade antioxidante de 55,9% para o resíduo *in natura* e o desidratado alta capacidade com 88,0%.

Gomes (2020) estudou em sua pesquisa a atividade antiglicante, antioxidante e antienvelhecimento dos extratos brutos das sementes e partes aéreas do maracujá-do-mato e a produção de nanocápsulas para possível aplicação na indústria farmacêutica e de cosméticos, concluindo em seu estudo que essa espécie tem potencial para ser aplicada no desenvolvimento de novos ativos cosméticos e farmacêuticos na prevenção e combate ao envelhecimento precoce da pele. Portanto, os resíduos de maracujá tem aplicação não somente na indústria alimentícia, mas de cosméticos e farmacêuticos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferentes metabólitos secundários foram identificados nos resíduos das frutas, demonstrando ser uma fonte rica de compostos bioativos com grande importância biológica, principalmente, o do pedúnculo do caju, uma vez que a atividade fitoquímica indicou a presença de compostos como taninos, carotenoides, flavonoides e compostos fenólicos totais em maiores quantidades que as das sementes do maracujá, além de alta atividade antioxidante. Após secagem, houve concentração e, consequente, aumento dos compostos presentes no pseudofruto do caju e redução nos compostos carotenoides, clorofila a, clorofila b, clorofila total e compostos fenólicos para as sementes secas de maracujá. Houve correlação direta entre os compostos fenólicos e a atividade antioxidante presente nos resíduos. Recomenda-se que a atividade antioxidante por eliminação de radicais livres nos resíduos do pedúnculo do caju e sementes de maracujá sem determinadas pelos métodos de DPPH e pela eliminação de radicais hidroxilas.

A atividade antioxidante pela eliminação do radical DPPH no resíduo seco do pedúnculo do caju indica que ela é muito eficaz em neutralizar radicais livres, que podem proteger as células de danos oxidativos em 90%, dentro das condições em que a pesquisa foi realizada. Logo, os metabólitos secundários identificados nos resíduos com atividade antioxidante tais como compostos fenólicos, podem agir neutralizando radicais livres, tornando-os menos reativos. Isso pode ajudar a reduzir o estresse oxidativo e os danos celulares associados. Os resíduos apresentam grande potencial como fonte promissora de compostos antioxidantes e elevado potencial funcional, tecnológico e econômico, onde os resíduos podem ser utilizados no desenvolvimento de produtos em várias áreas. Ademais, este estudo servirá como subsídio para o conhecimento da composição fitoquímica e antioxidante de resíduos do pseudofruto do caju e das sementes de maracujá obtidos após processamento agroindustrial.

REFERÊNCIAS

ADZU, B.; BALOGUN, S. O.; PAVAN, E.; ASCÊNCIO, S. D.; SOARES, I. M.; AGUIAR, R. W. S.; RIBEIRO, R. V.; BESERRA, A. M. S. S.; OLIVEIRA, R. G.; SILVA, L. I.; DAMAZO, A. S.; MARTINS, D. T. O. Evaluation of the safety, gastroprotective activity and mechanism of action of standardised leaves infusion extract of *Copaifera malmei* Harms. **Journal of Ethnofharmacology**, v. 175, p. 378-389, 2015.

ANOOPKUMAR, A. N.; GOPINATH, C.; ANNADURAI, S.; ABDULLAH, S.; TARAFDAR, A.; HAZEENA, S. H.; RAJASEKHARAN, R.; KURIAKOSE, L. L.; ANEESH, E. M.; SOUZA VANDENBERGHE, L. P.; CARVALHO, J. C.; SOCCOL, C. R.; BINOD, P.; MADHAVAN, A.; SINDHU, R. Biotechnological valorisation of cashew apple: prospects and challenges in synthesizing wide spectrum of products with market value. **Bioresource Technology**, v. 25, p. 1-11, 2024.

ANDRADE, R. A. M. S.; SILVA, D. C.; SOUZA, M. M. B.; OLIVEIRA, R. L.; MACIEL, M. I. S.; PORTO, A. L. F.; MELO, E. A.; ARRUDA, L. L. A. L.; PORTO, T. S. Microencapsulation of phenolic compounds from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) agro-food waste: Physicochemical characterization, antioxidant activity, biodisponibility and stability. **Food Chemistry Advances**, v. 3, p. 1-9, 2023.

ALVES, V.; LUZ, F. R.; SCHWARZ, K.; VIEIRA, R. L. D.; BENNEMANN, G. D.; RESENDE, J. T. V. Aceitabilidade sensorial e características físico-químicas de morangos desidratados com diferentes tratamentos. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 13, n. 3, p. 745-763, 2018.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos**: teoria e prática. Viçosa: Editora UFV, 2019.

ASLAM, N.; HASSAN, S. A.; MEHAK, F.; ZIA, S.; BHAT, Z. F.; YIKMIŞ, S.; AADIL, R. M. Exploring the potential of cashew waste for food and health applications- A review. **Future Foods**, v. 9, p. 1-14, 2024.

BALTHAR, R. O.; MACIEL, A. P. O. FERREIRA, C. C. D. Benefícios da farinha do maracujá amarelo (*Passiflora Edulis* F. Flavicarpa Deg.) no tratamento do Diabetes mellitus tipo 2: Uma revisão narrativa. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. 1-11, 2021.

CAGLIARI, A.; MARTINY, T.; NASCIMENTO, R.; MORAIS, M.; DA ROSA, G. Effects of different drying conditions on bioactive potential of Brazilian olive leaf. **Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 1-16, 2022.

COELHO, E. M. **Caracterização físico-química e possíveis aplicações tecnológicas da farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. Flavicarpa)**. 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) - Faculdade de Farmácia da Faculdade, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Castanha de caju** – Análise mensal. Disponível em: file:///C:/Users/DELL/Downloads/Castanha-de-Caju-Analise-Mensal-Janeiro-2023.pdf. Acesso em: 28 de mai. 2024.

DAS, I.; ARORA, A. Post-harvest processing technology for cashew apple – a review **Journal of Food Engineering**, v. 194, p. 87-98, 2017.

DOMÍNGUEZ-RODRÍGUEZ, G.; GARCÍA, M. C.; PLAZA, M.; MARINA, M. L. Revalorization of Passiflora species peels as a sustainable source o antioxidant phenolic compounds. **Science of the Total Environment**, v. 696, p. 1-13, 2019.

DONATO, D. P.; TAURISANO, V.; TOMMONARO, G.; PASQUALE, V.; JIMÉNEZ, J. M. S.; DE PASCUAL-TERESA, S.; POLI, A.; NICOLAUS, B. Biological properties of polyphenols extracts from agro industry's wastes. **Waste Biomass Valorization**, v. 9, p. 1567-1578, 2018.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. 2020. Fruit and vegetables – your dietary essentials. In: **The International Year of Fruits and Vegetables**, 2021, background paper. Rome. Disponível em: https://doi.org/10.4060/cb2395en. Acesso em: 28 de mai. 2024.

FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Agricultural production statistics 2000-2021**, FAO, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.4060/cc3751en. Acesso em: 28 de mai. 2024.

FONTELES, T.; LEITE, A. K.; MIGUEL, T.; FERNANDES, F.; PINHEIRO, S.; MIGUEL, E.; RODRIGUES, S. Optimization of sonication parameters to produce a cashew apple bagasse puree rich in superoxide dismutase. **Future Foods**, v. 11, p. 2694-2705, 2022.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. *In*: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p. 181-207, 1982.

FREITAS, L. L. DE.; VIANA, E, B, M.; RIBEIRO, J, S.; SOUZA, C. C. E. DE.; ZANURO, M, E. Potencial nutricional e funcional do maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 11, n. 2, p. 1000-1007, 2021.

GADELHA, M. R. A.; GOMES, J. S.; SILVA, A. K.; ALVES, M. J. S.; SANTOS, A. F. Blends de frutos tropicais à base de tamarindo. **Revista Verde**, v. 14, n. 3, p. 412-419, 2019.

GALVÃO A. W. R.; BRAZ; F. R.; CANUTO, K. M.; RIBEIRO, P. R. V.; CAMPOS, A. R.; MOREIRA, A. C. O. M.; SILVA S. O.; MESQUITA, F. F. A.; MELO, J. J. M. A.; GONÇALVES, N. G. G.; FONSECA, S. G. C.; BANDEIRA, M. A. M. Gastroprotective and anti-inflammatory activities integrated to chemical composition of *Myracrodruon urundeuva* Allemão - A conservationist proposal for the species. **Journal Ethnopharmacology**, v. 10, p. 177-189, 2018.

GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, v. 2, p. 371-383, 1963.

GOMES, A. C. **Potencial antioxidante, antiglicante e antienvelhecimento e nanoencapsulação dos extratos de *Passiflora cincinnata* Mast**. 2020. 78 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia). – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, SP, 2020.

GUIMARÃES, M. L. L.; VIANA, E. B. M.; SILVA, L. E.; ZANUTO, M. E.; SOUZA, C. C. E. Coprodutos agroindustriais de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast): qualidade nutricional e funcional. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 8, p. 1-10, 2023.

INFANTE, J.; SELANI, M. M.; TOLEDO, N. M. V.; SILVEIRA-DINIZ, M. F.; ALENCAR, S. M.; SPOTO, M. H. F. Atividade antioxidante de resíduos. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 24, n. 1, p. 87-91, 2013.

JESUS, R. O. **Caracterização físico-química, identificação e quantificação dos compostos voláteis do picolé com polpa e resíduo de maracujá amarelo**. 2022. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2022.

JIAO, Y.; REUSS, L.; WANG Y. β-Cryptoxanthin: Chemistry, occurrence, and potential health benefits. **Current Pharmacology Reports**, v. 5, n. 1, p. 20-24, 2019.

KARAM, M. C.; PETIT, J.; ZIMMER, D.; BAUDELAIRE DJANTOU, E.; SCHER, J. Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders: A review. **Journal of Food Engineering**, v. 188, p. 32-49, 2016.

KARAS, D.; ULRICHOVÁ, J.; VALENTOVÁ, K. Galloylation of polyphenols alters their biological activity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 105, p. 223-24, 2017.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, n. C, p. 350-382, 1987.

LIU, Y.; BENOHOUD, M.; GALANI YAMDEU, J. H.; GONG, Y. Y.; ORFILA, C. Green extraction of polyphenols from citrus peel by-products and their antifungal activity against Aspergillus flavus. **Food Chemistry: X,** v. 12, p. 1-10, 2021.

LOVATTO, M. O. **Análise fitoquímica e atividade farmacológica in vitro e in vivo de *Schinus molle* L**. 2019. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2019.

LUKA, B. S.; YUGUDA, T. K.; ADNOUNI, M.; RIYANG, Z.; ABDULHAMID, I. B.; GARGEA, B. G. Drying temperature-dependent profile of bioactive compounds and prediction of antioxidant capacity of cashew apple pomace using coupled Gaussian Process Regression and Support Vector Regression (GPR–SVR) Model. **Heliyon**, v. 8, p. 1-8, 2022.

LUZARDO-OCAMPO, I.; RAMÍREZ-JIMÉNEZ, A. K.; YAÑEZ, J.; MOJICA, L.; LUNAVITAL, D. A. Technological Applications of Natural Colorants in Food Systems: A Review. **Foods**, v. 10, n. 3, p. 1-34, 2021.

MARTINS, N.; RORIZ, C. L.; MORALES, P.; BARROS, L.; FERREIRA, I. C. F. R. Food colorants: Challenges, opportunities and current desires of agroindustries to ensure consumer expectations and regulatory practices. **Trends in Food Science & Technology**, v. 52, p. 1-15, 2016.

MATE, A. V. **Avaliação dos compostos bioactivos e da actividade antioxidante do caju (*Anacardium occidentale* L.)**. 2019. 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Engenharia Química) - Universidade Eduardo Modlane, Faculdade de Engenharia, Maputo, 2019.

MATEUS, A. R. S.; PENA, A.; SANCHES-SILVA, A. Unveiling the potential of bioactive compounds in vegetable and fruit by-products: Exploring phytochemical properties, health benefits, and industrial opportunities. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry,** v. 5, p. 1-19, 2024.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: Uma abordagem da química à ecológica. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

MORAES, F.P. **Polpa Desidratada de caju amarelo (*Anacardium occidentale* L), por optimização em spray dryer, caracterização físico-química, bioactiva, estudo da vida de prateleira do produto**. 2014. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2014.

OLIVEIRA, J. B. **Caracterização química, bioquímica e valor calórico de resíduos desidratados da indústria frutícola de maracujá (*Passiflora edulis* f. favicarpa) e manga (*Mangifera indica* L.)**. 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2013.

OLIVEIRA F. A. S.; ANDRADE, A. B.; DAMASCENO, W. R. P.; AZEVÊDO, R. R. M.; MARTINS, H. F.; CRUZ, R. S. Utilização de farinha de albedo de maracujá (*Passiflora edulis*) na substituição parcial de farinha de trigo para a elaboração de bolos. **Brazilian Applied Science Review**, v. 3, n. 6, p. 2457-2468, 2019.

PANUCCIO, M. R.; MARRA, F.; MAFFIA, A.; MALLAMACI, C.; MUSCOLO. A. Recycling of agricultural (orange and olive) bio-wastes into ecofriendly fertilizers for improving soil and garlic quality. **Resources, Conservation & Recycling Advances**, v. 15, p. 1-9, 2022.

POVOLERI, E. R. D. **Métodos extrativos utilizados para a obtenção de flavonoides de Passiflora spp. visando o tratamento de afecções cutâneas e cuidados da pele: Uma revisão de escopo**. 2019. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, RJ, 2019.

RAJAK, P.; ROY, S.; GANGULY, A.; MANDI, M.; DUTTA, A.; DAS, K.; NANDA, S.; GHANTY, S.; BISWAS, G. Agricultural pesticides – friends or foes to biosphere? **Journal of Hazardous Materials Advances**, v. 10, p. 1-19, 2023.

REINA, L. J. C.; DURÁN-ARANGUREN, D. D.; FORERO-ROJAS, L. F.; TARAPUEZ-VIVEROS, L. F.; DURÁN-SEQUEDA, D.; CARAZZONE, C.; SIERRA, R. Chemical composition and bioactive compounds of cashew (*Anacardium occidentale*) apple juice and bagasse from Colombian varieties. **Heliyon**, v. 8, n. 5, p. 1-9, 2022.

REIS, A. L. E; SILVA, D. S.; SILVA, K. L. F.; CHAGAS, D. B. Caracterização anatômica e histoquímica de raízes e folhas de plântulas de *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, v. 38, p. 209-219, 2014.

RYDLEWSKI, A. A.; VISENTAINER, J. V. Caracterização lipídica de diferentes partes de uva japonesa (*Hovenia dulcis* thunb). *In:* Congresso Nacional de Ciências aplicadas à saúde, 2. **Anais**... 2017.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIÊMEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

RWUBUZIZI, R.; KIM, H.; HOLZAPFEL, W. H.; TODOROV, S. D. Beneficial, safety, and antioxidant properties of lactic acid bacteria: A next step in their evaluation as potential probiotics. **Heliyon**, v. 9, N. 4, p. 1-12, 2023.

SANTOS, P. S.; ALMEIDA, E. B.; LACERDA, L. G.; NASCIMENTO, C. G.; PEREIRA, M. C. S. Potencial bioterapêutico dos probióticos. **Revista Cereus**, v. 12, n. 1, p. 2-15, 2019.

SCHWEIGGERT, R. M.; VARGAS, E.; CONRAD, J.; HEMPEL, J.; GRAS, C. C.; ZIEGLER, J. U.; MAYER, A.; JIMENEZ, V.; ESQUIVEL, P.; CARLE, R. Carotenoids, carotenoid

esters, and anthocyanins of yellow-, orange-, and red-peeled cashew apples (*Anacardium occidentale* L.). **Food Chemistry**, v. 200, p. 274-282, 2016.

SHEHATA, M. G.; AWAD, T. S.; ASKER, D.; EL SOHAIMY, S. A.; ABD EL- AZIZ, N. M.; YOUSSEF, M. M. Antioxidant and antimicrobial activities and UPLC-ESI-MS/MS polyphenolic profile of sweet orange peel extracts. **Current Research in Food Science**, v. 4, p. 326-335, 2021.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, G. G.; BRAGA, L. E. O.; OLIVEIRA, E. C. S.; TINTI, S. V.; CARVALHO, J. E.; LAZARINI, J. G.; ROSALEN, P. L.; DIONISIO, A. P.; A. L.; RUIZ, T. G. Cashew apple by-product: Gastroprotective effects of standardized extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 269, p. 1-8, 2021.

SILVA, E. C. O. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de fatias de caju para a elaboração de passas**. 2022. 170 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2022.

SILVA, H. A. L.; MOREIRA, D. K. T.; SANTOS, A. S.; VIANA, A. F. S.; OLIVEIRA, K. S.; CÂNDIDO, B. A.; SILVA, B. A.; BARATA, L. E. S. Otimização da extração de compostos fenólicos do resíduo agroindustrial de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Wild. ex. spreng) K. Schum) da Amazônia. **Revista Fitos**, v. 17, n. 3, p. 376-387, 2023.

SOUSA, T. L. **Desenvolvimento de novo ingrediente a partir de coprodutos de milho (*Zea mays*) e caju-de-árvore-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz)**. 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO, 2019.

SOUZA, L. C.; SÃO JOSÉ, A. R.; BOMFIM, M. P.; DA SILVA, M. V.; PORTO, J. S. Compostos fenólicos e atividade antioxidante de polpa e resíduos de graviola. *In:* Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 001. **Anais**... Aracaju-SE, 2015.

SRUTHI, P.; NAIDU, M. M. Cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) testa as a potential source of bioactive compounds: A review on its functional properties and valorization. **Food Chemistry Advances**, v. 3, p. 1-9, 2023.

TOLEDO, N. M. V. **Aproveitamento de subprodutos da industrialização do maracujá para elaboração de iogurte**. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

TRIGO, J. P.; ALEXANDRE, E. M. C.; SARAIVA, J. A.; PINTADO, M. E. High value-added compounds from fruit and vegetable by-products-Characterization, bioactivities, and application in the development of novel food products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 60, p. 1388-1416, 2020.

VIANA, B. T. O.; ADORNO, D. A.; SANTOS, J. S. Os benefícios dos carotenoides para a saúde. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 16, p. 1-8, 2022.

VIÑAS-OSPINO, A.; PANIĆ, M.; RADOJČIĆ- REDOVNIKOVIĆ, I.; BLESA, J.; ESTEVE, M. J. Using novel hydrophobic deep eutectic solvents to improve a sustainable carotenoid extraction from orange peels. **Food Bioscience**, v. 53, p. 1-9, 2023.

ZENG, Y.; ZHOU, W.; YU, J.; ZHAO, L.; WANG, K.; HU, Z.; LIU, X. By-products of fruit and vegetables: Antioxidant properties of extractable and non-extractable phenolic compounds. **Antioxidants**, v. 12, p. 418, 2023.

WANG, J.; ZHAO, X.; YANG, Y.; ZHAO, A.; YANG, Z. Characterization and bioactivities of an exopolysaccharide produced by *Lactobacillus plantarum* YW32. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 74, p. 119-126, 2015.

WANG, E.; BRAUN, M. S.; WINK, M. Chlorophyll and chlorophyll derivatives interfere with multi-drug resistant cancer cells and bacteria. **Molecules**, v. 24, n. 16, p. 1-9, 2019.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 51, p. 3-5, 2006.

WU, J. Q.; KOSTEN, T. R.; ZHANG, X. Y. Free radicals, antioxidant defense systems, and schizophrenia, Prog. Neuro-Psychopharmacol. **Biological Psychiatry**, v. 46, p. 200-206, 2013.

AGRADECIMENTOS

A Deus, a Nossa Senhora Aparecida e a São José, por iluminarem meu caminho com lâmpadas de persistência e lanternas de resiliência, por terem me dado saúde, força e disposição para concluir o curso de Bacharelado em Agronomia.

Ao meu filho Samuel Afonso e ao meu companheiro Leonardo Filho pelo amor, atenção, compreensão e apoio na realização do curso.

Aos meus pais Fatima Nascimento e Manoel Alexandre, as minhas irmãs Samara Silva e Samira Silva, ao meu sobrinho Victor Manoel, ao meu cunhado André Pereira pelo apoio e compreensão da necessidade de eu ter realizado o curso de Bacharelado em Agronomia.

Aos meus sogros Lígia Pereira e Leonardo Afonso, aos meus sobrinhos de coração Bruna e Benjamin, a minha cunhada Helena Virgínia pela força e apoio na realização do curso.

À professora Márcia Azevedo, a minha gratidão pelo apoio, amizade, dedicação e orientação a este trabalho.

As professoras Socorro Duarte e Josivanda Gomes pelas contribuições ao trabalho, pela dedicação na correção escrita e sugestões para melhoria da pesquisa, meus agradecimentos.

A Universidade Federal de Campina Grande pela disponibilidade para realização das análises.

Ao Prof. Svetoslav Dimitrov Todorov do Laboratório de Microbiologia de Alimentos, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade de São Paulo pelo auxílio na realização das análises de antioxidantes.

A Universidade Estadual da Paraíba, Campus Lagoa Seca pela oportunidade de cursar o Bacharelado em Agronomia por meio do ingresso de graduada.

A coordenação do curso de Bacharelado em Agronomia, na pessoa do Professor Leandro Andrade, por seu trabalho, empenho, dedicação e apoio na conclusão do curso.

Aos professores do Curso de Bacharelado em Agronomia da UEPB Campus Lagoa Seca, que contribuíram por meio das disciplinas e debates, para o meu aprendizado.

Aos meus amigos Agdylannah Félix, Luís Paulo e Mailson Gonçalves pela amizade e apoio na realização das análises.

Aos funcionários da UEPB Campus Lagoa Seca, Erinaldo Amorim, Thiago e Raphaela Lira, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.