

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

JOSÉ RAFAEL PEREIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS
BIOATIVOS PRESENTES NO EXTRATO DA PALMA FORRAGEIRA (*Nopalea
cochenillifera*) APÓS DIFERENTES FORMAS DE ARMAZENAMENTO**

Vitória de Santo Antão

2023

JOSÉ RAFAEL PEREIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS
BIOATIVOS PRESENTES NO EXTRATO DA PALMA FORRAGEIRA (*Nopalea
cochenillifera*) APÓS DIFERENTES FORMAS DE ARMAZENAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Graduação em Nutrição do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco em cumprimento a requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição, sob orientação do(a) Professor(a) Dr(a) Leandro Finkler e co-orientação do(a) Professor(a) Dr(a) Christine Lamenha Luna Finkler.

Vitória de Santo Antão

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, José Rafael Pereira da.

Avaliação do rendimento e quantificação dos compostos bioativos presentes no extrato da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) após diferentes formas de armazenamento / José Rafael Pereira da Silva. - Vitória de Santo Antão, 2023.

42p. : il., tab.

Orientador(a): Leandro Finkler

Coorientador(a): Christine Lamenha Luna Finkler

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Nutrição - Bacharelado, 2023.

1. Palma. 2. Extrato. 3. Rendimento. 4. Bioativos. 5. Fenólicos. I. Finkler, Leandro. (Orientação). II. Finkler, Christine Lamenha Luna. (Coorientação). III. Título.

610 CDD (22.ed.)

JOSÉ RAFAEL PEREIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS
BIOATIVOS PRESENTES NO EXTRATO DA PALMA FORRAGEIRA (*Nopalea
cochenillifera*) APÓS DIFERENTES FORMAS DE ARMAZENAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Colegiado do Curso
de Graduação em Nutrição do Centro
Acadêmico de Vitória da
Universidade Federal de
Pernambuco em cumprimento a
requisito parcial para obtenção do
grau de Bacharel em Nutrição,

Aprovado em: 10/05/2023

Banca Examinadora:

Prof. Renata Emmanuele Assunção Santos

Prof. Gabriel Olivo Locatelli

Prof. Ângelo Raphael Alexandre Silva

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre me guiar e dar forças ao longo de toda a minha caminhada.

Aos meus pais Andréa e Pedro, que não mediram esforços em buscar oferecer-me o melhor e sempre esforçaram-se para contribuir com a minha caminhada acadêmica e formação como pessoa.

Aos meus irmãos Maria Clara e Gabriel, por sempre incentivarem-me e me motivarem a dar o melhor sempre.

A toda minha família, que sempre me incentivaram e torceram por mim, especialmente aos meus tios Rosélia, Maurício, Andreza, Beto, Alda, Maciel e Zezé, meus avós Seu Geraldo, Dona Célia e Dona Deta, e minha madrinha Fernanda.

A minhas primas Rosy, Francielle, Ana Clara e Vitória Isabelly.

Aos meus amigos Igor, Matheus Henrique e Pedro.

Aos amigos que a universidade me trouxe, em especial Lucas Veloso, Luis Vinicius, Laura, Maria Alice, Fernanda, Mirelayne, Bruna, Amada, Meryllene, Ana Letícia, Gustavo, Tatiana, Ewerton e Rúbia.

A Mylena Félix, Cynthia, Sâmila e Ângelo pela amizade e todos os conhecimentos repassados.

Aos professores do CAV-UFPE, em especial ao meu orientador Leandro Finkler e a co-orientadora Christine Lamenha Luna Finkler. Também agradeço às professoras Michelle Galindo e Marisilda de Almeida Ribeiro.

A todos do CRAS - São José de Surubim, especialmente Daniela, Michelle e Ana Karla.

As Equipes da Policlínica Estefânia, Atenção Básica em Saúde e da Vigilância em Saúde de Surubim, em especial a Flávia, Eduarda, Dayanne, Juliete, Thomas, Pollyanna, Nany, Karol, Jaildo e Marília.

A todos que fazem ou fizeram parte da equipe da Escola Maria Lina e do Colégio Marista PIO XII (Surubim - PE), que contribuíram com a minha formação como estudante e pessoa.

Aos que fazem parte da UPA do HC/UFPE, e aos nutricionistas do Hospital Mestre Vitalino, por tantos ensinamentos ao longo dos estágios em coletividade sadia e coletividade enferma.

A Matheus Sales e sua família, em especial ao seu pai, Luiz, por contribuir com a realização do presente estudo.

RESUMO

A palma forrageira é uma planta de origem mexicana, largamente cultivada no nordeste brasileiro, que apresenta uma composição rica em água, vitaminas, minerais, aminoácidos e compostos bioativos. No Brasil, é majoritariamente utilizada na alimentação animal, porém pode fazer parte, também, da alimentação humana, além da medicina e indústria de cosméticos. Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar o teor de bioativos no extrato obtido da palma forrageira sob diferentes condições de armazenamento e de processo, e o seu rendimento. Para isso, os cladódios da planta foram armazenados em diferentes temperaturas (ambiente, refrigeração e congelamento) antes de serem triturados com água no liquidificador. Posteriormente, os extratos passaram por centrifugação e pasteurização. Foram analisados o rendimento dos sobrenadantes e precipitados e quantificou-se os compostos fenólicos totais e flavonóides totais por meio de espectrofotometria. As análises foram efetuadas em triplicata e os valores expressos como média \pm desvio padrão. Em seguida os resultados foram analisados, a um nível de confiança de 95% ($\alpha \leq 0.05$), pelos testes ANOVA e Tukey. Em consequência, notou-se que as temperaturas de armazenamento assumiram efeito sobre o rendimento dos sobrenadantes obtidos a partir da centrifugação. Outrossim, percebeu-se que o congelamento assim como a pasteurização tiveram influência nos valores dos compostos fenólicos totais e flavonóides totais presentes nos sobrenadantes e precipitados. Dessa forma, pontua-se que as temperaturas de armazenamento - in natura, refrigeração (8 °C) e congelamento (-20 °C) - acarretaram diminuição nos rendimentos dos sobrenadantes e aumento na quantidade dos precipitados à medida em que a temperatura de armazenamento diminuía. Ademais, assim como as condições de armazenamento, a pasteurização acarretou alterações nas concentrações dos compostos fenólicos totais e flavonóides totais.

Palavras-chave: palma; extrato; rendimento; bioativos; fenólicos; flavonóides.

ABSTRACT

The forage palm is a plant of Mexican origin, widely cultivated in northeastern Brazil, which has a composition rich in water, vitamins, minerals, amino acids, and bioactive compounds. In Brazil, it is mostly used as animal feed, but it can also be used in human food, medicine, and cosmetics. Therefore, the objective of the present study was to evaluate the bioactive content of the extract obtained from the forage palm under different storage and processing conditions, and its yield. For this purpose, the plant cladodes were stored at different temperatures (ambient, refrigerated and frozen) before being ground with water in a blender. Subsequently, the extracts went through centrifugation and pasteurization. The yield of supernatants and precipitates were analyzed and total phenolic compounds and total flavonoids were quantified by spectrophotometry. The analyses were performed in triplicate and the values expressed as mean \pm standard deviation. Then the results were analyzed, at a 95% confidence level ($\alpha \leq 0.05$), by ANOVA and Tukey tests. As a result, it was noted that storage temperatures had an effect on the yield of supernatants obtained from centrifugation. Also, it was noticed that freezing as well as pasteurization had an influence on the values of total phenolic compounds and total flavonoids present in the supernatants and precipitates. Thus, it is pointed out that the storage temperatures - in natura, refrigeration (8 °C) and freezing (-20 °C) - caused a decrease in the yields of supernatants and an increase in the amount of precipitates as the storage temperature decreased. Furthermore, as well as the storage conditions, pasteurization caused changes in the concentrations of total phenolic compounds and total flavonoids.

Key words: palm; extract; yield; bioactives; phenolics; flavonoids.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral	11
2.2 Objetivos Específicos	11
3 JUSTIFICATIVA	12
4 REVISÃO DA LITERATURA	13
4.1 Palma Forrageira	13
4.2 Compostos fenólicos e flavonóides	15
5 MATERIAL E MÉTODOS	18
5.1 Colheita	18
5.2 Recepção, higienização e armazenamento	20
5.3 Obtenção do extrato da palma forrageira	21
5.4 Centrifugação	23
5.5 Pasteurização	23
5.6 Extração dos compostos bioativos	24
5.7 Quantificação dos compostos bioativos	24
5.7.1 Compostos fenólicos totais	24
5.7.2 Flavonóides totais	24
5.8 Análise estatística	25
6 RESULTADOS	26
7 DISCUSSÃO	35
8 CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Em meados da década de 90, a indústria alimentícia no Brasil passou por fortes processos de transformações tendo em vista que iniciou-se o movimento de globalização (MANFIO; LACERDA, 2016). Diante desse dinamismo, o cenário político e econômico encontra-se em intensa transformação, frequentemente aumentando a competitividade entre as empresas (PENSO, 2003; LAIDENS, 2007).

Dessa forma, o consumidor torna-se cada vez mais exigente em relação a qualidade e diversidades dos produtos encontrados nas prateleiras (MANFIO; LACERDA, 2016). E, as empresas têm a necessidade de atualizar regularmente o processo de produção e introduzir novos produtos no mercado, a fim de atender às imposições do comprador com a garantia da qualidade do item e, assim, assegurar a sobrevivência da companhia (DANIEL; MURBACK, 2014).

Portanto, como explicitado por Cardoso e colaboradores (2010), a inovação transformou-se em uma ferramenta de notória relevância para as indústrias de alimentos. Conseqüentemente, as mesmas realizam grandes investimentos em pesquisas (SILVA *et al.*, 2015) e emergem matérias-primas incomuns.

No Brasil, há diversas espécies vegetais com amplo potencial de compor a alimentação humana porém são negligenciadas e pouco utilizadas para esta finalidade, sendo estas denominadas de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) (DURIGON *et al.*, 2023; KINUPP, 2007; SARTORI *et al.*, 2020). Neste sentido, pode-se citar como exemplos o mastruz, a taioba tal qual a palma forrageira (KELEN *et al.*, 2015).

A palma forrageira, por exemplo, é uma cactácea que compreende diversas espécies, com destaque para as dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, que tem origem relatada no México mas é largamente cultivada em regiões do mundo com clima árido e semiárido, tendo a título de exemplo o nordeste brasileiro (FROTA *et al.*, 2015; NEVES *et al.*, 2020). Ademais, isto deve-se ao fato que, esta planta apresenta aspectos fisiológicos como o Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM) que contribuem para o seu desenvolvimento em locais com condições adversas como a estiagem (MARQUES *et al.*, 2017).

Dessarte, a palma contém um complexo de polissacarídeos composto por arabinose, galactose, ramnose, xilose e ácido-galacturônico que tem a capacidade de reter água no interior dos cladódios (BRITO, 2018). Além disso, conta também com uma película cerosa formada da interação de ácidos graxos de cadeias longas, alcanos e álcoois alifáticos que protege os cladódios de agressões de micro-organismos e reduz a perda de água (BORGES, 2018).

Outrossim, pontua-se que no Brasil, a palma é subutilizada na alimentação humana, tendo amplo destaque na nutrição animal, principalmente nos períodos de seca. Porém, em algumas nações, sobretudo no México, esta planta já faz parte das refeições da população (FROTA *et al.*, 2015), podendo ser usada na preparação de sucos, saladas, e doces (NUNES, 2011). Além disso, há estudos que demonstram a utilidade desta cactácea na produção de cosméticos e itens medicinais (SENAR, 2018; BATISTA *et al.*, 2010).

Isto deve-se ao fato que, a planta supracitada apresenta quantidades consideráveis de vitamina A, complexo B e C, além de minerais como Cálcio e Magnésio, apresentando importante vantagem nutricional quando comparadas a alimentos como a beterraba e banana (NUNES, 2011). Para mais, sabe-se que a mesma contém notória quantidade de água e também apresenta na sua composição carotenóides, compostos fenólicos e compostos aromáticos. (BATISTA *et al.*, 2010; SANTOS, 2013).

Estes compostos bioativos, por sua vez, quando consumidos por meio de dietas, assumem papel relevante na captação de radicais livres presentes no organismo além de ação anti-inflamatória, anti-carcinogênica além de antialérgica (SÁ *et al.*, 2012; SILVA, 2015; SILVA, 2018; SILVA *et al.*, 2021).

Em sequência, é imprescindível assinalar também que, a Organização das Nações Unidas (ONU) sinaliza que a palma apresenta potencial notável para o desenvolvimento de regiões áridas e semiáridas (SANTOS, 2013). Dessa forma, acredita-se que esta é uma excelente matéria-prima a ser objeto de mais estudos e introduzida cada vez mais na indústria de alimentos.

Porém, assim como em uma unidade de alimentação de nutrição (UAN), nas empresas de processamento de alimentos os indicadores econômicos são de notória valia para o bem-estar das mesmas. Por isso, além das características nutricionais, deve-se atentar a conservação, o desperdício e o rendimento após as etapas de pré-preparo e preparo da matéria-prima (AZEVEDO; COSTA, 2017).

Com isso, o presente estudo tem como objetivo avaliar o teor de bioativos no extrato obtido da palma forrageira sob diferentes condições de armazenamento e de processo, e o seu rendimento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o teor de bioativos no extrato obtido da palma forrageira sob diferentes condições de armazenamento e de processo, e o seu rendimento.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar os efeitos da temperatura de armazenamento dos cladódios (ambiente, refrigeração e congelamento) sobre o rendimento do extrato final.
- Analisar os efeitos da refrigeração e da pasteurização dos extratos dos cladódios sobre o rendimento do extrato final.
- Quantificar os compostos fenólicos totais presentes no extrato da palma forrageira.
- Quantificar os flavonóides totais do extrato da palma forrageira.

3 JUSTIFICATIVA

A palma forrageira é uma cactácea amplamente cultivada em regiões semi áridas em todo o mundo, sendo o nordeste brasileiro uma das regiões mais propícias a este cultivar. Ademais, sabe-se que, esta planta apresenta características nutricionais bastante relevantes, fazendo com que a mesma faça parte da culinária de países como o México, além de já haver ensaios científicos quanto ao seu uso no tratamento de doenças e no desenvolvimento de produtos cosméticos.

Dessa forma, a palma surge com um grande potencial socioeconômico e, portanto, faz-se necessário estudos que objetivem analisar as características e a composição bioquímica desta planta, como os compostos bioativos presentes, para que seja estimulada a sua inserção na dieta humana.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Palma forrageira

A palma forrageira é uma planta de origem Mexicana que, de acordo com a taxonomia, pertence à divisão Embryophyta, subdivisão Angiospermea, classe Dicotyledoneae, subclasse Archiclamideae, ordem Opuntiales e família das Cactáceas. Os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* são os mais utilizados na alimentação animal e humana (Figura 1) (FROTA *et al.*, 2015).

Figura 1 - Palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*).



Fonte: Autor, 2023.

A palma é encontrada predominantemente em regiões com clima árido e semiárido, principalmente devido a aspectos fisiológicos que a mesma possui. Entre esses, merece destaque, o Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM), no qual os estômatos da planta se encontram fechados ao longo do dia e abrem-se no período noturno como forma de adaptação à temperatura do ambiente o que acarreta uma redução na perda de água (MARQUES *et al.*, 2017). Com isso, a evapotranspiração da água é reduzida e há melhora no aproveitamento deste líquido (BORGES, 2018).

Esta planta também contém um revestimento ceroso oriundo da interação de ácidos graxos de cadeias longas, alcanos e álcoois alifáticos na presença de gás oxigênio (O_2). Dessa forma, esta camada de cera protege os cladódios da palma contra agressões de micro-organismos e evita a perda de água de maneira exacerbada (BORGES, 2018). Além disso, há um complexo de polissacarídeos, denominado de mucilagem, que é formado por arabinose, galactose, ramnose, xilose e ácido-galacturônico e contribui para a retenção de água no interior do cladódio (BRITO, 2018).

A palma é largamente cultivada no semiárido brasileiro para alimentação animal, desde meados do século XX. Porém, acredita-se que esta foi introduzida no país durante o século XIX com o objetivo de servir como hospedagem para o inseto chamado cochonilha-do-carmim (*Dactylopius coccus* Costa) (Figura 2) para produção de corante vermelho (Carmim). Isso porque, quando a fêmea dessa espécie absorve a seiva da palma, produz o ácido carmínico que é base para a matéria-prima da tintura (FROTA *et al.*, 2015; SENAR, 2018).

Figura 2 - Palma forrageira assolada pela cochonilha-do-carmim.



Fonte: SERGIPE, 2021.

Por conseguinte, aponta-se que, no Brasil, há um certo preconceito e desconhecimento quanto a outras utilidades da palma. No entanto, já ocorre a introdução desta na alimentação humana na forma *in natura*, sucos e outras preparações. Na medicina humana, há estudos quanto ao uso desta planta no tratamento de doenças como a diabetes e a gastrite. Além disso, apresenta notoriedade na indústria de cosméticos e de corantes (FARIAS, 2016; VILANOVA *et al.*, 2017; COSTA, 2018).

Diante disso, vale ressaltar que, como é citado no estudo de Santos (2013), a Organização das Nações Unidas (ONU) sinaliza que a palma apresenta potencial notável para o desenvolvimento de regiões áridas e semiáridas. Isso por que a palma é rica em água, vitaminas A, complexo B e C, minerais - com destaque para os teores de cálcio, potássio e magnésio - além de aminoácidos (FARIAS, 2016; BRITO, 2018; COSTA, 2018; SANTANA, 2020). Em acréscimo, enfatiza-se o estudo de Santos (2013), no qual foi relatada a presença de compostos bioativos como carotenóides e flavonóides.

4.2 Compostos fenólicos e flavonóides

Os compostos fenólicos são substâncias amplamente encontradas na natureza sendo oriundas do metabolismo secundário das plantas, nas quais apresentam importante papel no crescimento, desenvolvimento e defesa dessas (SILVA, 2018; ARNOSO *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2021). Outrossim, contribuem para a caracterização dos vegetais quanto ao sabor e a cor, por exemplo (COIMBRA, 2019).

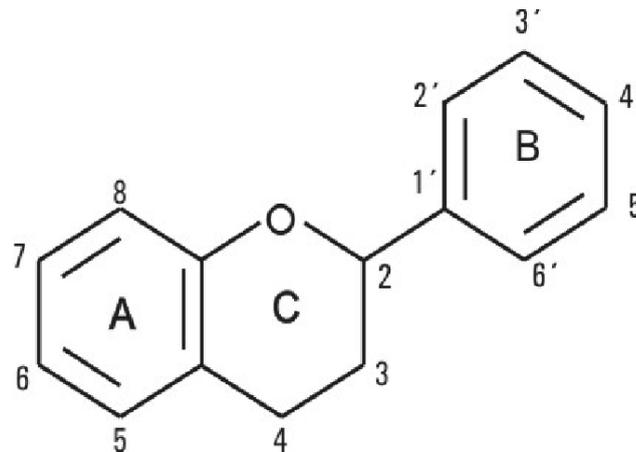
Além disso, quando consumidos por meio de dietas, assumem papel relevante na captação de radicais livres presentes no organismo que, em excesso, acarretam estresse oxidativo. Dessa maneira, os fenóis apresentam-se como agentes antioxidantes, anti-inflamatórios além de antimicrobianos (SÁ *et al.*, 2012; SILVA, 2015; SILVA, 2018; SILVA *et al.*, 2021).

Este grupo de fitoquímicos é, quimicamente, composto por uma ou mais hidroxilas ligado a um anel aromático, sendo a quantidade e conformação destes fatores importantes para a classificação dos fenóis. A presença de outros grupamentos químicos na molécula podem ser outra condição de diferenciação de suma notoriedade, sabendo que estes compostos bioativos apresentam cerca de

8.000 classes, destacando-se os flavonóides, ácidos fenólicos e taninos (ARNOSO *et al.*, 2019; COIMBRA, 2019; SILVA *et al.*, 2021).

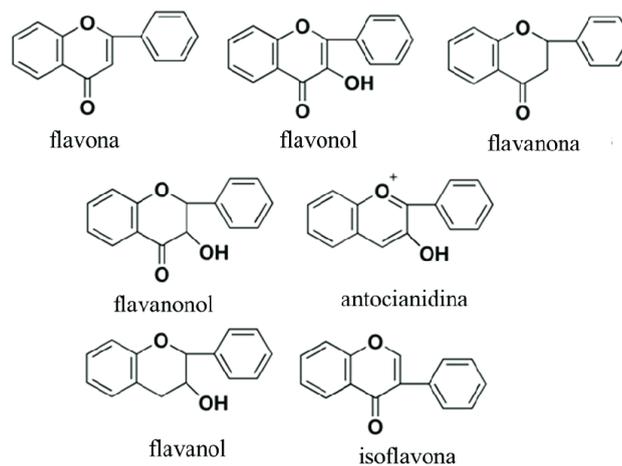
Os flavonóides são polifenóis que apresentam uma molécula básica composta por dois anéis aromáticos ligados por um anel C (Figura 3), podendo se diferenciar em subgrupos de acordo com a variação na posição do anel C (Figura 4) (SILVA, 2015; ARNOSO *et al.*, 2019).

Figura 3 - Estrutura molecular básica dos flavonóides.



Fonte: SILVA, 2015.

Figura 4 - Exemplos de flavonóides e suas estruturas moleculares.



Fonte: MAGALHÃES; SANTOS, 2021 [adaptada].

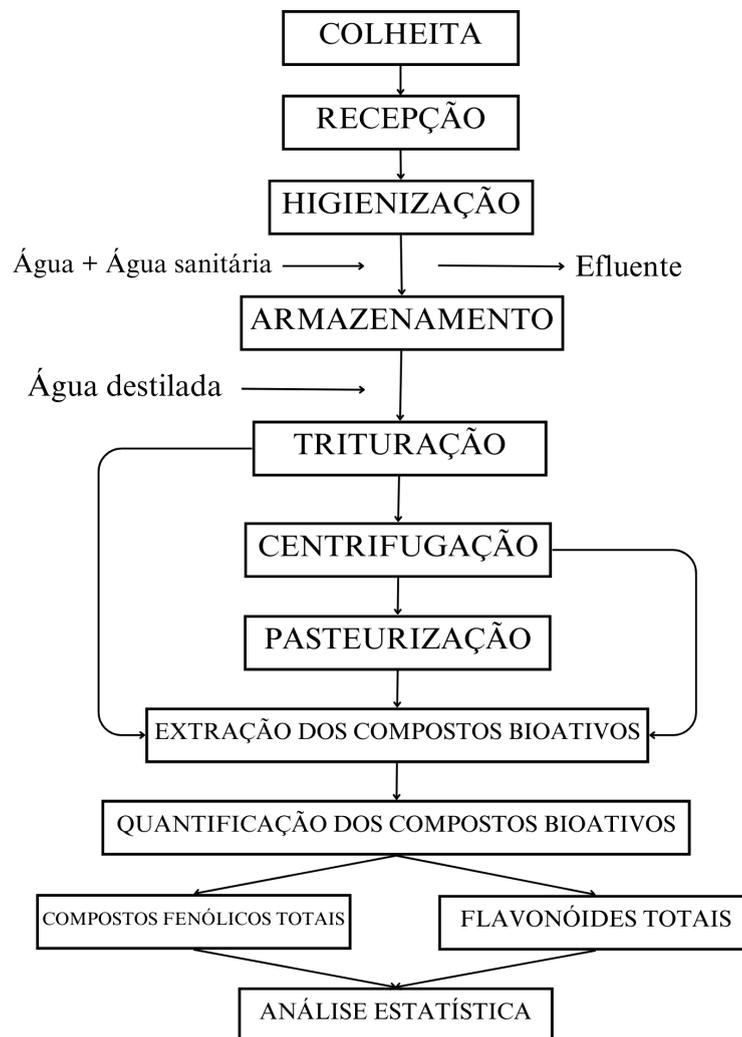
Em acréscimo, de acordo com estudos publicados, os flavonóides são componentes funcionais amplamente encontrados na natureza de suma notoriedade por possuírem ações biológicas importantes ao funcionamento saudável do organismo como ações antioxidantes, anti-inflamatória, anti-carcinogênica além de antialérgica. (SILVA, 2018; COIMBRA, 2019; SILVA *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2021).

Mas, é importante pontuar que os compostos fenólicos, dando notoriedade aos flavonóides, são relativamente instáveis em altas temperaturas e, por isso, quando submetidos a um cenário como esse por extensos períodos de tempo podem sofrer degradação (FONSECA et al., 2016; CASTRO *et al.*, 2017). Além disso, como suplemento, de acordo com o estudo de Castro et al. (2017), no qual objetivou analisar o efeito de diferentes temperaturas sobre os compostos bioativos presentes na farinha de taro, percebeu-se que a medida que esta aumentava, os valores dos compostos fenólicos totais e flavonóides totais diminuíram.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo trata-se da análise do extrato da palma forrageira da espécie *Nopalea cochenillifera* realizada no Laboratório de Tecnologia dos Alimentos do Centro Acadêmico da Vitória da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE - CAV). As análises seguiram as etapas descritas na Figura 5.

Figura 5 - Fluxograma dos processos realizados no presente estudo.



Fonte: Autor, 2023.

5.1 Colheita

Os cladódios da palma forrageira foram colhidas no início da manhã em uma propriedade rural localizada no Sítio Patativa, na zona rural de Vertente do Lério - Pernambuco (Figura 6).

Figura 6 - Cultivar de palma forrageira na propriedade rural localizada no Sítio Patativa, na zona rural de Vertente do Lério - Pernambuco.



Fonte: Autor, 2023.

Na realização da retirada dos cladódios usou-se a metodologia exposta por Neves et al (2020). Dessa forma, foram considerados aqueles mais novos, que apresentavam-se sadias e sem a presença de algum dano físico ou microbiológico. Por conseguinte, fez-se o corte na junção entre as raquetes com o uso de uma faca (Figura 7).

Figura 7 - Desmembramento do cladódio desejado do restante da planta.



Fonte: Autor, 2023.

Para mais, a matéria-prima foi transportada em sacolas plásticas ao laboratório de tecnologia dos alimentos do Centro Acadêmico da Vitória da Universidade Federal de Pernambuco.

5.2 Recepção, higienização e armazenamento

A partir do recebimento dos cladódios no laboratório (Figura 8), os mesmos foram higienizados em solução constituída por 12,5 ml de água sanitária para cada litro de água, ficando imersos durante 15 minutos (Figura 9). Em seguida, passaram pela etapa de enxágue em água corrente e postas para escorrer o excesso de água superficial.

Figura 8 - Recebimento dos cladódios em sacola plástica no laboratório.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 9 - Cladódios imersos em solução sanitizante composta por água e água sanitária.



Fonte: Autor, 2023.

Ademais, após as etapas de higienização, os cladódios foram distribuídos em sacolas plásticas e acondicionados em três condições diferentes: temperatura ambiente, refrigeração (8 °C) e congelamento (-20 °C) (Figura 10).

Figura 10 - Cladódios após diferentes tratamentos térmicos (In natura, refrigeração e congelamento, respectivamente).



Fonte: Autor, 2023.

5.3 Obtenção do extrato da palma forrageira

Com a finalidade de adquirir o extrato da cactácea, utilizou-se a metodologia descrita por Farias (2016), com alteração na proporção entre palma e água utilizadas. Assim, os cladódios tiveram os espinhos retirados (Figura 11) e foram cortados em cubos. Por conseguinte, foram triturados com água destilada na proporção 1:2, por 1 minuto, em liquidificador Mallory®, 600W (Figura 12). O triturado foi distribuído em balões de Erlenmeyer que foram vedados com papel filme.

O procedimento foi realizado para os três conjuntos de amostras (temperatura ambiente, refrigerada e congelada).

Figura 11 - Pesagem do cladódio in natura após a retirada dos espinhos.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 12 - Trituração da palma forrageira com água para obtenção do extrato.



Fonte: Autor, 2023.

5.4 Centrifugação

Para a centrifugação, um volume de 36 ml de cada extrato foi distribuído de maneira igualitária em três tubos (12 ml por tubo). Por conseguinte, as amostras foram centrifugadas a 4.000 rotações por minutos (rpm) durante 20 minutos em uma centrífuga Marconi® (Figura 13). Os ensaios foram realizados em triplicata.

Figura 13 - Realização da etapa de centrifugação utilizando uma centrífuga Marconi®.



Fonte: Autor, 2023.

5.5 Pasteurização

Os sobrenadantes e os precipitados foram separados e, em seguida, submetidos à pasteurização em banho-maria a uma temperatura média de 85 °C durante 1 minuto seguindo o procedimento relatado por Batista et al (2010), com alterações (Figura 14). As análises ocorreram em triplicata.

Figura 14 - Pasteurização dos sobrenadantes e precipitados obtidos a partir dos extratos.



Fonte: Autor, 2023.

5.6 Extração dos compostos bioativos

A extração dos compostos bioativos das amostras foi realizada a partir da metodologia descrita por Lourenço *et al.* (2021), com alterações. Desta forma, foi utilizada uma proporção de extrato/solvente de 1 mL/9mL. O solvente corresponde a uma solução etanol-água (80–20%). A mistura ficou em repouso à temperatura ambiente por 25 min.

É importante ressaltar que as amostras dos extratos foram os sobrenadantes e os precipitados das amostras armazenadas em triplicata. Observa-se que o material precipitado foi ressuspenso com água destilada a 12 mL e homogeneizado em agitador de tubos tipo vortex Modelo QL-90 (Biomixer®).

5.7 Quantificação dos compostos bioativos

5.7.1 Compostos fenólicos totais

Para a quantificação dos compostos fenólicos totais usou-se o método de Folin-Ciocalteu (Mokrani; Madani, 2016). Um volume de 0,2 ml das amostras preparadas na etapa de extração dos compostos bioativos foi distribuído em tubos de ensaio que continham 1 mL do reagente de Folin-Ciocalteu (diluído 10x em água). Em seguida foi adicionado 0,8 mL de solução de carbonato de sódio (7,5 % p/v). Após a preparação dos tubos, os mesmos foram agitados em um agitador de tubos tipo vortex Modelo QL-90 (Biomixer®), e mantidos por 30 minutos no escuro. O resultado da reação foi medida na absorbância a 765 nm, contra um branco de etanol 95 % (v/v), em um espectrofotômetro Genesys® 10S UV-VIS. A concentração de compostos fenólicos foi definida a partir da equação de reta obtida a partir de uma curva de calibração na qual utilizou o ácido gálico como padrão (0,02 – 0,50 g/L). As análises foram realizadas em triplicata e os valores de fenólicos totais são expressos como equivalentes de ácido gálico (mg de ácido gálico/g de amostra).

5.7.2 Flavonóides totais

A determinação da concentração de flavonóides foi realizada a partir do método especificado por Phjimulyani *et al.* (2012). Um volume de 0,5 ml do extrato, assim como do padrão (quercetina), foi adicionado em tubos de ensaio junto a 1 ml de solução de tricloreto de alumínio/etanol a 2 % e, em seguida, completos para 25 ml com água ultrapura. Outrossim, após a preparação das amostras, as mesmas foram

agitadas em um agitador de tubos tipo vortex Modelo QL-90 (Biomixer®) e mantidas em repouso durante 40 minutos.

Em prosseguimento, registrou-se a absorbância das amostras a 415 nm em um espectrofotômetro Genesys® 10S UV-VIS. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados são expressos em mg de equivalente de quercetina por 100 g de peso seco.

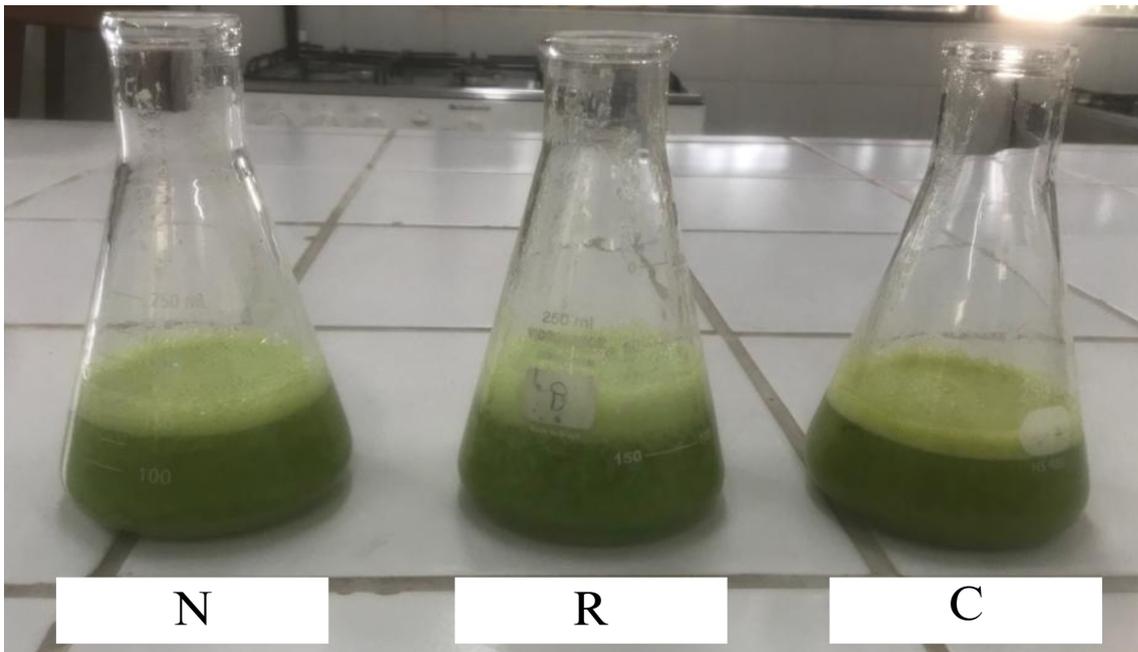
5.8 Análise estatística

Os resultados experimentais foram apresentados como médias \pm desvio padrão (SD). O teste t de Student será empregado para comparação entre duas médias, e a análise de variância simples (One way ANOVA) seguida do Teste de Tukey será aplicada para múltiplas comparações. Uma diferença será considerada estatisticamente significativa quando $p < 0,05$.

6 RESULTADOS

Aplicando o processo de trituração, obteve-se três extratos (Figura 15) nos quais foram utilizados uma proporção igual a 1:2 (cladódios:água) porém, com os cladódios tendo sido armazenados em diferentes condições: in natura, refrigeração (8 °C) e congelamento (-20 °C), como é caracterizado na Tabela 1.

Figura 15 - Extratos obtidos após trituração dos cladódios em liquidificador.



Fonte: Autor, 2023.

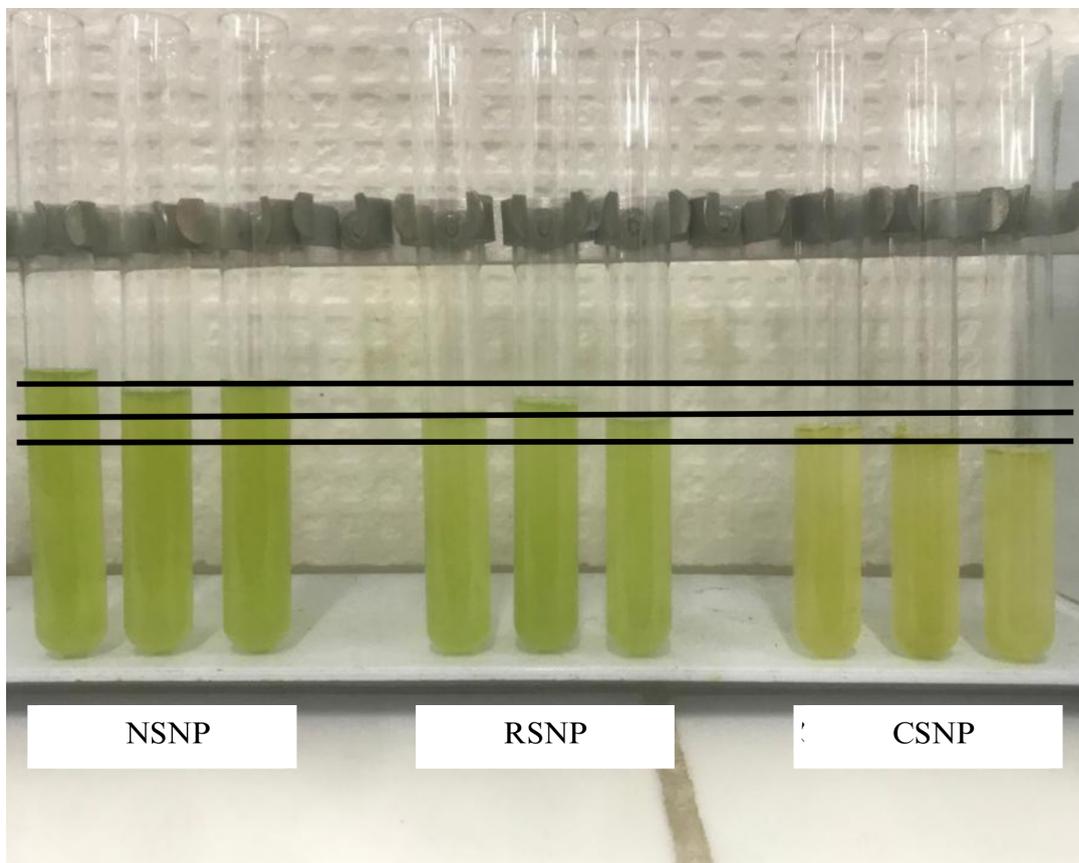
Tabela 1 - Características dos extratos obtidos.

Extratos da palma forrageira	Características
N	Os cladódios utilizados estavam em temperatura ambiente.
R	Os cladódios haviam sido refrigerados por aproximadamente 24 horas.
C	Os cladódios haviam sido congelados por cerca de 24 horas e, em seguida, descongelados para a realização da trituração.

Fonte: Autor, 2023.

Por conseguinte, notou-se uma formação de fases nas amostragens e, com isso, submeteu-as a centrifugação para que houvesse a separação dos resíduos sólidos. Em consequência, constatou-se diferenças nos rendimentos dos sobrenadantes quando comparados (Figura 16) assim como na quantidade de resíduos sólidos (Figura 17).

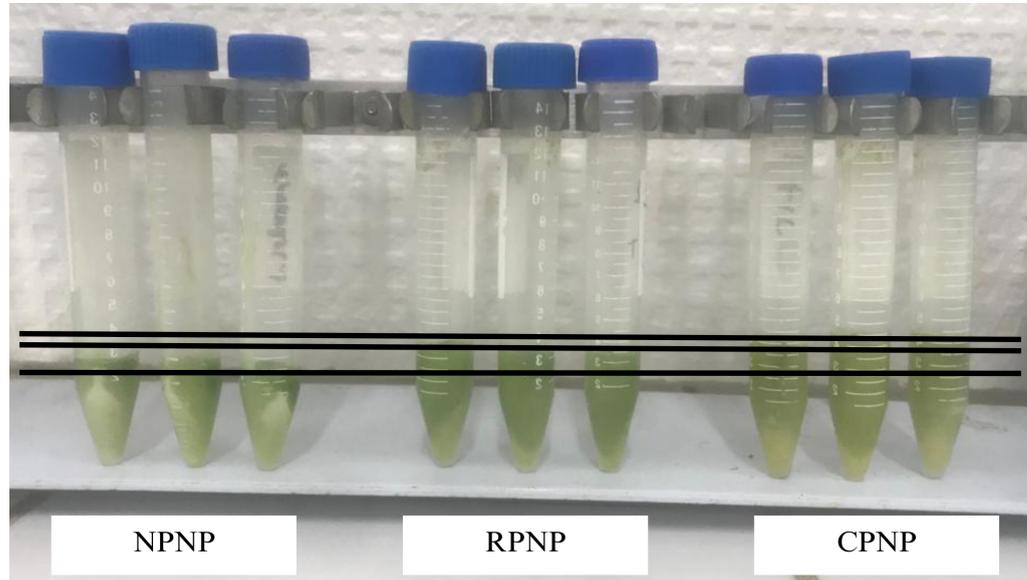
Figura 16 - Sobrenadantes não pasteurizados (NP) dos extratos obtidos a partir de cladódios mantidos à temperatura ambiente (N), temperatura de refrigeração (R) e temperatura de congelamento (C) após centrifugação (em triplicata).



NSNP (sobrenadante não pasteurizado); RSNP (sobrenadante não pasteurizado); CSNP (sobrenadante não pasteurizado).

Fonte: Autor, 2023.

Figura 17 - Precipitados não pasteurizados (NP) dos extratos obtidos a partir de cladódios mantidos à temperatura ambiente (N), temperatura de refrigeração (R) e temperatura de congelamento (C) após centrifugação (em triplicata).



NPNP (precipitado não pasteurizado); RPNP (precipitado não pasteurizado); CPNP (precipitado não pasteurizado).

Fonte: Autor, 2023.

Em acréscimo, tendo em vista que, o volume inicial de cada amostra foi igual a 12 ml, calculando a diferença desse valor com o do precipitado que haviam sido armazenados em tubo falcon graduado, pôde-se obter os valores dos sobrenadantes como é exposto na Tabela 2.

Tabela 2 - Volumes aproximados dos precipitados e sobrenadantes após centrifugação.

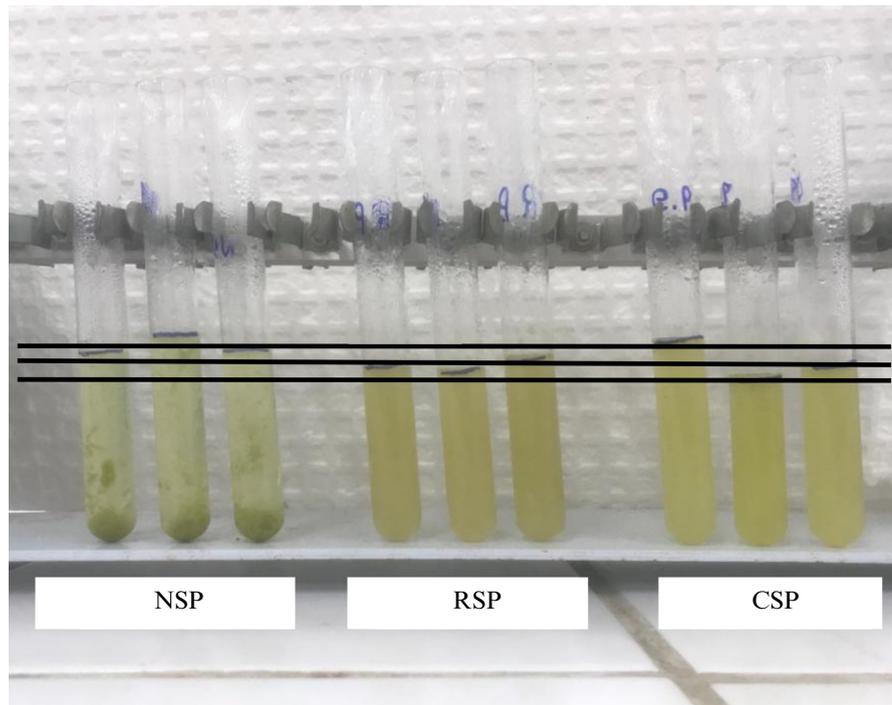
Extratos	Volume total	Precipitado	Sobrenadante
N	12 ml	2,5	9,5
		2,6	9,4
		2,5	9,5
		Média = 2,53	Média = 9,46
R		3,5	8,5
		3,25	8,75
		3,5	8,5
		Média = 3,42	Média = 8,58

C		4,25	7,75
		4,25	7,75
		4,0	8,0
		Média = 4,16	Média = 7,83

Fonte: Autor, 2023.

Outrossim, no ensaio em que utilizou a pasteurização após a etapa de centrifugação, notou-se que as alterações nos rendimentos (Figuras 18-19) citadas anteriormente haviam sido mantidas, sendo perceptível quando observa-se os dados da Tabela 3.

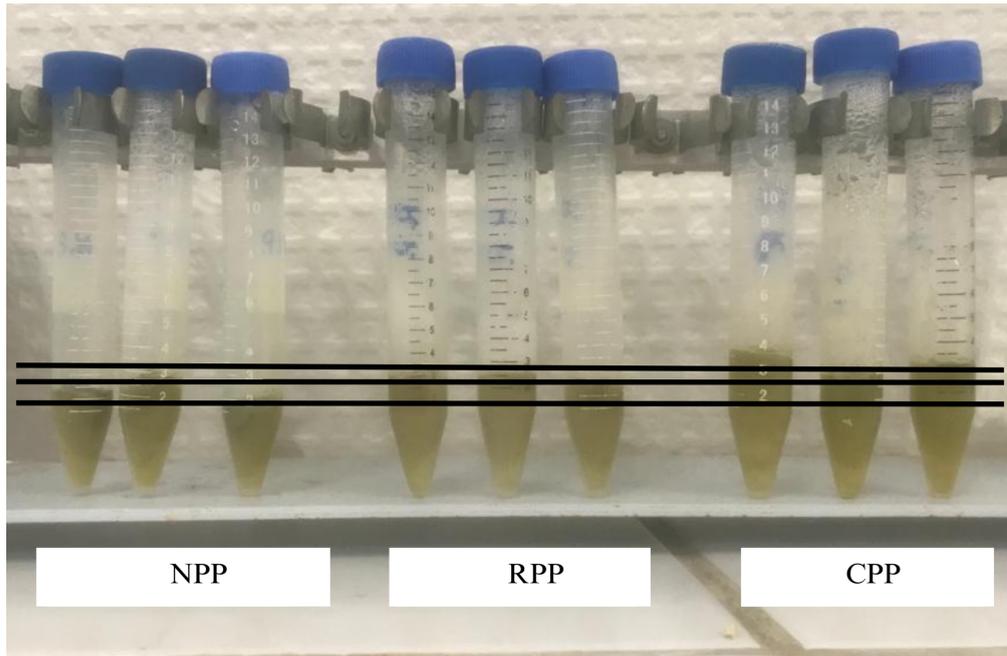
Figura 18 - Sobrenadantes pasteurizados dos extratos obtidos a partir de cladódios mantidos à temperatura ambiente (N), temperatura de refrigeração (R) e temperatura de congelamento (C) após centrifugação (em triplicata).



NSP (sobrenadante pasteurizado); RSP (sobrenadante pasteurizado); CSP (sobrenadante pasteurizado).

Fonte: Autor, 2023.

Figura 19 - Precipitados pasteurizados dos extratos obtidos a partir de cladódios mantidos à temperatura ambiente (N), temperatura de refrigeração (R) e temperatura de congelamento (C) após centrifugação (em triplicata).



NPP (precipitado pasteurizado); RPP (precipitado pasteurizado); CPP (precipitado pasteurizado).

Fonte: Autor, 2023.

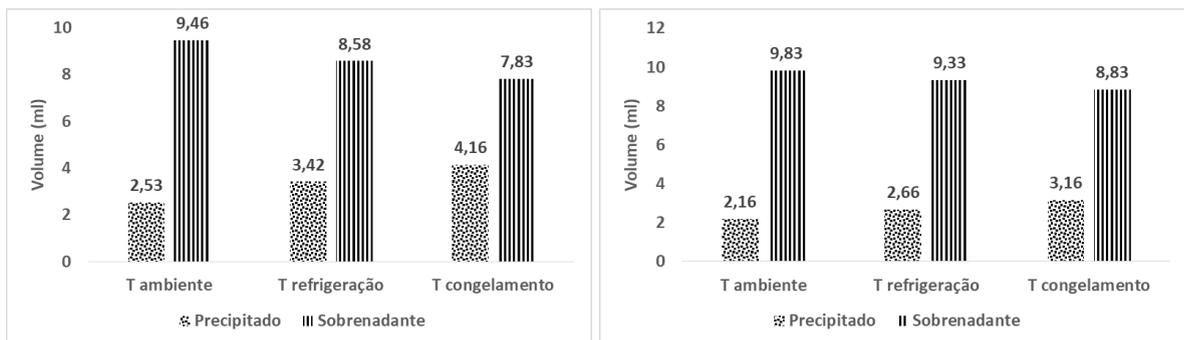
Tabela 3 - Volumes aproximados dos precipitados e sobrenadantes após centrifugação e pasteurização.

Extratos	Volume total	Precipitado	Sobrenadante
N	12 ml	2,0	10
		2,5	9,5
		2,0	10
		Média = 2,16	Média = 9,83
R		3,0	9,0
		2,5	9,5
		2,5	9,5
		Média = 2,66	Média = 9,33
C		3,5	8,5
		3,0	9,0
		3,0	9,0
		Média = 3.16	Média = 8,83

Fonte: Autor, 2023.

Como suplemento, verificando a Figura 20A, percebe-se que a temperatura de armazenamento dos cladódios exerceu influência sobre o rendimento dos respectivos sobrenadantes que diminuiu com a redução da temperatura de armazenamento. Em contrapartida, os valores dos volumes dos precipitados aumentaram com a diminuição da temperatura de armazenamento (Figura 20B). Dessa forma, o grupo em que os cladódios haviam sido congelados, apresentaram menor quantidade de sobrenadante quando comparado ao conjunto no qual utilizou-se cladódios in natura e refrigerados para obtenção dos extratos.

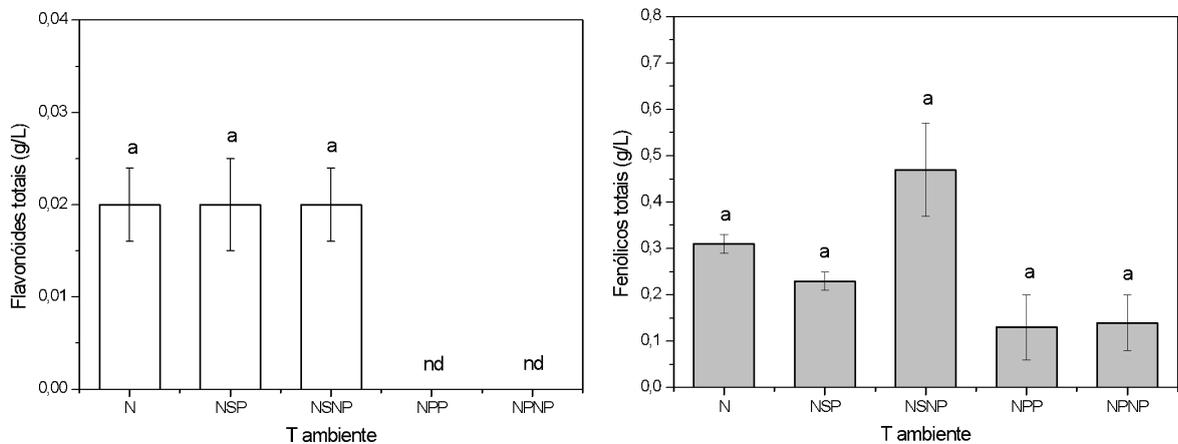
Figuras 20A e 20B - Volumes dos precipitados e sobrenadantes não pasteurizados e pasteurizados - respectivamente - obtidos a partir da centrifugação dos extratos obtidos dos cladódios da palma forrageira que foram mantidos à temperatura ambiente, temperatura de refrigeração (8 °C) e temperatura de congelamento (-20 °C) (em triplicata).



Fonte: Autor, 2023.

Em seguimento, a partir do preparo das amostras, realizou-se a medida das absorbâncias para quantificação dos flavonóides totais (Figuras 21A, 22A e 22A) e dos compostos dos compostos fenólicos totais (Figuras 21b, 22B e 23B). Para isso, as análises foram efetuadas em triplicata e os valores expressos como média \pm desvio padrão. Com isso, letras minúsculas iguais referem-se às amostras que não diferem significativamente entre si para um nível de confiança de 95% ($\alpha \leq 0.05$) pelos testes ANOVA e Tukey.

Figuras 21A e 21B: Concentração de flavonóides totais e fenólicos totais, respectivamente, em amostras em que utilizou cladódios à temperatura ambiente.

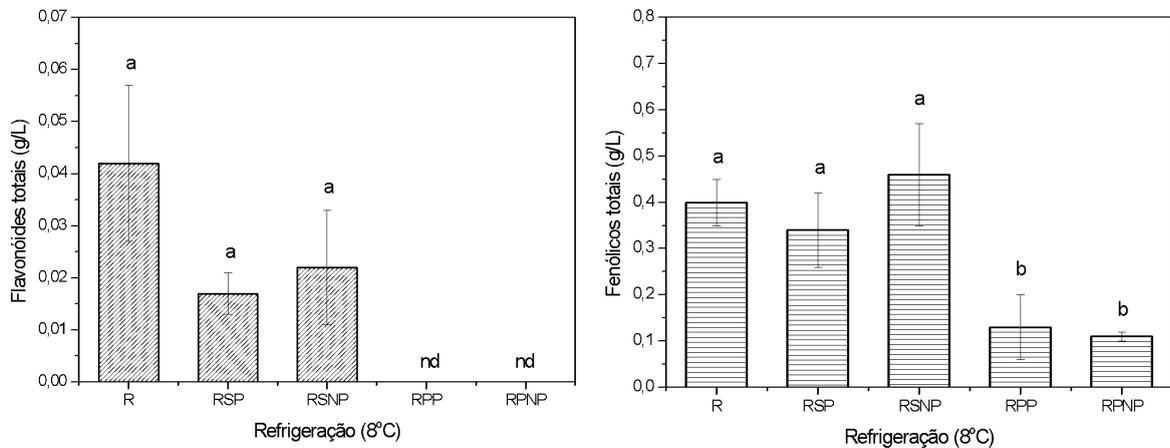


N (amostra *in natura*); NSP (sobrenadante pasteurizado); NSNP (sobrenadante não pasteurizado); NPP (precipitado pasteurizado); NPNP (precipitado não pasteurizado), nd (não determinado).

Fonte: Autor, 2023.

Na Figura 21A, nota-se que não houve diferença na quantidade de flavonóides totais entre as amostras N, NSP e NSNP, demonstrando que esse composto bioativo estava presente apenas no sobrenadante da amostra centrifugada, demonstrando o seu caráter hidrofílico quando os cladódios permaneceram à temperatura ambiente. Isso fica evidenciado pela não detecção dos flavonóides totais nos precipitados obtidos. Por outro lado, analisando os valores de fenólicos totais (Figura 21B), percebe-se que uma quantidade do composto encontra-se nos precipitados NPP e NPNP. Embora, visualmente, assinala-se uma diferença visível entre as quantidades de fenólicos totais nas amostragens N, NSP e NSNP na Figura 21B, estatisticamente, não é possível confirmar que houve oscilação uma vez que o erro (desvio-padrão) observado nessa análise é muito alto.

Figuras 22A e 22B - Concentração de flavonóides totais e fenólicos totais, respectivamente, em amostras em que utilizou cladódios refrigerados a uma temperatura de 8 °C..



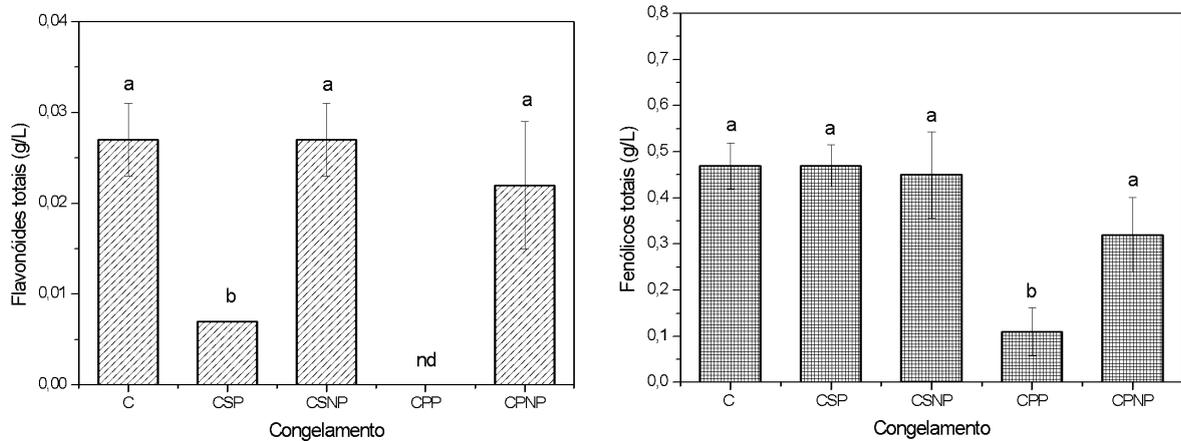
R (amostra *in natura*); RSP (sobrenadante pasteurizado); RSNP (sobrenadante não pasteurizado); RPP (precipitado pasteurizado); RPNP (precipitado não pasteurizado), nd (não determinado).

Fonte: Autor, 2023.

Analisando os valores dos flavonóides totais (Figura 22A) das amostras do extrato obtido de cladódios armazenados sob refrigeração (8 °C), nota-se, novamente, que não é determinada qualquer concentração desse composto nos precipitados. Por sua vez, de acordo com os valores dos desvios-padrão, não é possível dizer que os valores obtidos para as concentrações de flavonóides totais nas amostras R, RSP e RSNP, sejam distintos entre si.

Já na Figura 22B, assinala-se que ocorreu diferença entre as concentrações de compostos fenólicos totais encontrados nas amostras dos precipitados RPP e RPNP quando comparadas às amostras de R, RSP e RSNP. Com isso, demonstra-se que a temperatura de armazenamento dos cladódios pode ser um fator que exerce influência sobre a interação destes compostos bioativos com o material em suspensão presente no extrato. Contudo, é importante observar que os valores dos erros de análise não permitem afirmar que ocorreu diferença entre os valores das concentrações obtidas para as amostras submetidas às condições R, RSP e RSNP.

Figuras 23A e 23B - Concentração de flavonóides totais e fenólicos totais, respectivamente, em amostras em que utilizou cladódios congelados a uma temperatura de -20 °C.



C (amostra *in natura*); CSP (sobrenadante pasteurizado); CSNP (sobrenadante não pasteurizado); CPP (precipitado pasteurizado); CPNP (precipitado não pasteurizado).

Fonte: Autor, 2023.

Em sequência, quando examina-se os valores dos flavonóides totais nas amostras em que os cladódios haviam sido congelados (Figura 23A), nota-se que a temperatura de congelamento exerceu influência nesse fitoquímico tendo em vista que, de acordo com o desvio padrão, há similaridade na quantidade encontrada na condição CPNP quando comparado com C e CSNP. Ou seja, parte dos flavonóides totais encontram-se no precipitado, algo que não foi visto nas condições em que os cladódios foram armazenados à temperatura ambiente e sob refrigeração (Figuras 21A e 22A). Outrossim, o sobrenadante que sofreu pasteurização (CSP) apresenta valores de concentração que são estatisticamente diferentes quando comparados às concentrações encontradas para C, CSNP e CPNP.

No caso dos compostos fenólicos totais (Figura 23B), descreve-se que os valores das concentrações das amostras C, CSP, CSNP e CPNP não diferiram entre si. Porém, o precipitado CPP exibiu valor diferente em relação ao restante das amostras.

7 DISCUSSÃO

A palma forrageira apresenta uma composição rica em água, podendo chegar a representar aproximadamente 90% da sua constituição. Isso deve-se a mecanismos que contribuem com armazenamento e diminuição da perda desse líquido para o ambiente, destacando-se uma película cerosa, a mucilagem e o metabolismo CAM.

Diante disso, uma possibilidade para a diferença no rendimento do sobrenadante ser observada entre as formas de armazenamento e tratamento térmico utilizados é a composição da palma forrageira. Essa planta contém um complexo de polissacarídeos composto por arabinose, galactose, ramnose, xilose e ácido-galacturônico (BRITO, 2018). Essa constituição química da mucilagem faz com que apresente a capacidade de reter água no interior da raquete da palma (BRITO, 2018). A condição severa de armazenamento, como foi o congelamento (-20 °C), pode ter desestruturado ou rompido as cadeias de polissacarídeos presentes na mucilagem fazendo com que mais moléculas de água, após o descongelamento, ficassem ligadas a novos sítios de ligação dessas estruturas que, devido a densidade, formam os precipitados obtidos através da centrifugação. Assim, isso pode justificar o menor volume de sobrenadante observado para o extrato de cladódios armazenados sob congelamento.

Além disso, a camada de cera que reveste os cladódios, e contribui com a redução da perda de água, é formada a partir da interação de ácidos graxos de cadeias longas, alcanos e álcoois alifáticos (BORGES, 2018). A presença dessa estrutura pode justificar o motivo pelo qual os mesmos obtinham uma característica de rigidez intensa quando congelados mas que, após serem descongelados, também não deixava ser observado qualquer exsudado sugerindo, assim, que a composição interna dos cladódios seja responsável pela variação de rendimento dos sobrenadantes e precipitados após trituração e centrifugação.

Em sequência, é importante salientar que, a diferença entre os volumes dos sobrenadantes, assume influência sobre os valores de compostos fenólicos totais e flavonóides totais. Conforme observado anteriormente, os volumes dos sobrenadantes reduziram à medida em que a temperatura de armazenamento dos cladódios diminuiu, alterando, assim, as concentrações dos compostos bioativos.

Visto que os compostos fenólicos totais e flavonóides totais são solúveis em água, justifica a maior concentração ser observada nos sobrenadantes obtidos. Nos precipitados, por sua vez, a concentração dos bioativos aparece por conta das temperaturas de armazenamento mais baixas. A possível desorganização estrutural ocorrida nos cladódios devido a formação de cristais de gelo, quando armazenadas sob temperatura de congelamento, e posterior descongelamento pode ser a resposta para a concentração dos bioativos nessa condição haja vista os eventuais surgimento de sítios de ligação para água ou diminuição do tamanho e/ou número de poros que permitiriam a saída das moléculas de água e consequente carreamento dos bioativos.

É importante pontuar também que, temperaturas extremas de armazenamento e de pasteurização desempenham efeitos sobre a concentração de compostos fenólicos totais e flavonóides totais nas amostras. Corroborando, assim, com o estudo de Castro et al. (2017), em que foi analisado as consequências de diferentes temperaturas sobre os fitoquímicos presentes na farinha de taro e percebeu-se que a medida que a temperatura aumentava, os valores dos compostos fenólicos totais e flavonóides totais diminuíram.

Porém, segundo Santos e Tonin (2019), em um ensaio que teve a finalidade de analisar as consequências da temperatura de secagem e solvente extrator nos valores de fenólicos totais, flavonóides totais e efeito antioxidante das folhas da *Plantago major* (Tansagem), assinalou que, além deste fator, o tempo aplicado também intervém na concentração dos compostos bioativos estudados.

Portanto, demonstra-se que a temperatura exerce influência na concentração de flavonóides totais e fenólicos. Além disso, a diferença de volumes dos sobrenadantes e a solubilidade dos fitoquímicos estudados obtiveram consequência sobre esses valores.

8 CONCLUSÕES

Diante do exposto, nota-se que as diferentes condições de armazenamento - in natura, refrigeração (8 °C) e congelamento (-20 °C) - aplicadas aos cladódios da palma forrageira acarretaram diminuição nos rendimentos dos sobrenadantes e aumento na quantidade dos precipitados à medida em que a temperatura de armazenamento diminuía. Dessa forma, destaca-se que a forma na qual uma matéria-prima é armazenada, desempenha importante papel para a conservação mas, também, pode acarretar efeitos na qualidade final do produto.

Além disso, no presente estudo, percebeu-se também, que a pasteurização, em combinação com a temperatura de armazenamento, acarretou mudanças na composição do produto. Com isso, assinala-se a importância de conhecer a matéria-prima para que, dentro de uma cadeia de produção, os processos aplicados cumpram o objetivo para qual é usado mas, não acarrete alterações que possam ser indesejadas.

Para mais, a palma forrageira demonstrou ser uma matéria com bastante potencial nutritivo para humanos, tendo em vista a sua composição rica em compostos de suma notoriedade no âmbito nutricional, como os compostos fenólicos totais e flavonóides totais.

Por fim, é de suma importância a realização de mais estudos acerca da palma forrageira, suas características fisiológicas e bioquímicas.

REFERÊNCIAS

- ARNOSO, B.J.M. et al. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. **Nutrição Brasil**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 39-48, ago. 2019.
- AZEVEDO, A.M.F.; COSTA, A.M.M. Determinação e avaliação do índice de parte comestível de vegetais em uma unidade de alimentação e nutrição de Fortaleza, Ceará. **Revista Simbio-Logias**, Botucatu, v. 9, n. 12, p. 65-82, dez. 2017.
- BATISTA, R.D.S.R. *et al.* Bebida mista à base de goiaba (*Psidium guajava* L.) e palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*): desenvolvimento e aceitabilidade. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN)**, Caracas, v. 60, n. 3, p. 285-290, 2010.
- BORGES, V.E. **Fertirrigação nitrogênada de palma forrageira resistente a Cochonilha de Carmin**. 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.
- BRITO, G.S.M.S. **Características fermentativas e nutricionais de silagens compostas por Palma forrageira e Gliricídia**. 2018. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.
- CARDOSO, W.S. et al. Desenvolvimento de uma salada de frutas: da pesquisa de mercado à tecnologia de alimentos. **Food Science and Technology [online]**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 454-462, 2010.
- CASTRO, D. S. *et al.* Efeito da temperatura sobre a composição físico-química e compostos bioativos de farinha de taro obtida em leite de jorro. **Brazilian Journal Of Food Technology**, Campinas, v. 20, jan. 2017.
- COIMBRA, E.Q. **Compostos fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante de extratos metanólicos de *Senna Rugosa***. 2019. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de Biotecnologia, Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2019.
- COSTA, P.S. **Composição bromatológica de variedades de palma forrageira fertirrigadas com nitrogênio no semiárido brasileiro**. 2018. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2018.
- DANIEL, E.A.; MURBACK, F.G.R. Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade. **Revista do curso de administração**, Poço de Caldas, ed. 2014, n. 08, 2014.
- DURIGON, J. et al. Plantas alimentícias não convencionais (PANC): da construção de um conceito à promoção de sistemas de produção mais diversificados e resilientes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 268–291, 2023.

FARIAS, P.M. **Obtenção e caracterização do extrato de palma forrageira e avaliação do potencial antioxidante em modelo de lesão gástrica induzida por etanol**. 2016. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

FONSECA, K.Z. *et al.* **Perguntas mais frequentes sobre flavonoides**. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016. 25 p. Disponível em: https://www2.ufrb.edu.br/ead/images/Livro_-_Perguntas_mais_frequentes_sobre_Flavanoides_ISBN.pdf. Acesso em: 02 maio 2023.

FROTA, M.N.L. *et al.* **Palma forrageira na alimentação animal**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139110/1/Doc233.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2023.

KELEN, M.E.B. *et al.* **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas**. Porto Alegre: UFRGS, 2015. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/viveiroscomunitarios/wp-content/uploads/2015/11/Cartilha-15.11-online.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2023.

KINUPP, V.F. **Plantas Alimentícias Não Convencionais na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS**. 2007. 590 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

LAISENS, G. **Modelo conceitual de integração de ferramentas no processo de desenvolvimento de produtos alimentícios utilizando os princípios da gestão de conhecimento**. 2007. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

LOURENÇO, S.C. *et al.* Optimization of Natural Antioxidants Extraction from Pineapple Peel and Their Stabilization by Spray Drying. **Foods: Foods**, Basel, v. 10, n. 6, p. 1255-1274, jun. 2021.

MAGALHÃES, B.E.A.; SANTOS, W.N.L. Capacidade antioxidante e conteúdo fenólico de infusões e decocções de ervas medicinais. In: ALMEIDA JÚNIOR, S. (org.). **Produtos naturais e suas aplicações: da comunidade para o laboratório**. Guarujá: Editora Científica Digital, 2021. Cap. 15, p. 234-247. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/books/978-65-89826-03-3.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2023.

MANFIO, N.M.; LACERDA, D.P. Definição do escopo em projetos de desenvolvimento de produtos alimentícios: uma proposta de método. **Gestão & Produção [online]**, v. 23, n. 1, p. 18-36, 2016.

MARQUES, O.F.C. *et al.* Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, Montes Claros, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/2940>. Acesso em: 06 abr. 2023.

MOKRANI, A.; MADANI, K. Effect of solvent, time and temperature on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity of peach (*Prunus persica* L.) fruit. **Separation And Purification Technology**, [S.L.], v. 162, p. 68-76, abr. 2016.

NEVES, F.L. **Palma-forrageira**: opção e potencialidades para alimentação animal e humana em propriedades rurais do estado do espírito santo. Vitória: Incaper, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/4153/1/Doc-276-cartilha-palma-forrageira-Incaper.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2023.

NUNES, C.S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 1, p. 58-66, 5 jun. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277058394_USOS_E_APLICACOES_DA_PALMA_FORRAGEIRA_COMO_UMA_GRANDE_FONTE_DE_ECONOMIA_PARA_O_SEMIARIDO_NORDESTINO. Acesso em: 06 abr. 2023.

PENSO, C.C. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos na indústria de alimentos**. 2003. 195 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PUJIMULYANI, D. *et al.* The effect of blanching on antioxidant activity and glycosides of white saffron (*Curcuma mangga* Val.). **International Food Research Journal**, Malaysia, v. 9, n. 2, p. 617-621, jan. 2012.

SÁ, P.G.S. *et al.* Fenóis totais, flavonoides totais e atividade antioxidante de *Selaginella convoluta* (Arn.) Spring (Selaginellaceae). **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, Araraquara, v. 33, n. 4, p. 561-566, jan. 2012.

SANTANA, F.B. **Desenvolvimento de métodos analíticos para quantificação do teor total de minerais em palmas forrageiras cruas e cozidas do estado da Bahia**. 2020. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.

SANTOS, M.M. **Perfil fitoquímico da palma forrageira (*Opuntia ficus indica*) e atividade cicatrizante *In vivo***. 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioquímica e Fisiologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

SANTOS, K.B.; TONIN, L.T.D. Estudo da influência da temperatura de secagem e solvente extrator na capacidade antioxidante de folhas *Plantago major*. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 200-211, jan. 2019.

SARTORI, V.C. *et al* (org.). **Plantas Alimentícias Não Convencionais – PANC**: resgatando a soberania alimentar e nutricional. 2. ed. Caxias do Sul: Educs, 2020. Revisão de: Izabete Polidoro Lima. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-plantas-alimenticias.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2023.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Palma forrageira: cultivo de palma forrageira no semiárido brasileiro**. 3. ed. Brasília: Senar, 2018. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/159-PALMA-FORRAGEIRA.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2023.

SERGIPE. GOVERNO DO ESTADO. **Defesa Sanitária Vegetal da Emdagro reforça combate à Cochonilha do Carmim em Canindé**. 2021. Disponível em: https://www.se.gov.br/noticias/desenvolvimento/defesa_sanitaria_vegetal_da_emdagro_reforca_combate_a_cochonilha_do_carmim_em_caninde. Acesso em: 17 abr. 2023.

SILVA, F. A. et al. Ferramentas da qualidade no desenvolvimento de novos produtos alimentícios. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 3193-3200, 2015.

SILVA, H.T.D. **Potencial de compostos fenólicos como antimicrobianos e/ou moduladores de resistência em Staphylococcus aureus**. 2015. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Nutrição, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

SILVA, D.P.D. **Caracterização de compostos fenólicos por espectrometria de massas e potencial antioxidante das cascas de Myracrodroun urundeuva (aroeira-do-sertão) do cariri paraibano**. 2018. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Farmacoquímica de Produtos Naturais e Sintéticos, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba, Sumé, 2018.

SILVA, R.W.V. et al. Uso da metodologia de superfície de resposta na otimização da extração de compostos fenólicos da casca dos frutos de *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 22, set. 2019.

SILVA, G.F.A. et al. *Clitoria ternatea*: Avaliação do tempo de extração de compostos fenólicos obtidos pela técnica assistida por ultrassom. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, Garanhuns, v. 11, n. 2, p. 990-994, jun. 2021.

VILANOVA, S.R.M. et al. PALMA FORRAGEIRA: evidências de sua utilização econômica. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 10, n. 4, p. 738-753, dez. 2017.