

Obtenção do perfil químico de extratos das folhas do cajueiro (*Anacardium occidentale*) a partir de diferentes solventes

Obtaining the chemical profile of cashew leaf extracts (*Anacardium occidentale*) from different solvents

Obtención del perfil químico de extractos de hojas de anacardo (*Anacardium occidentale*) a partir de diferentes disolventes

Recebido: 22/06/2021 | Revisado: 28/06/2021 | Aceito: 01/07/2021 | Publicado: 15/07/2021

Nádia Barbosa da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5310-5311>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: nadya152009@hotmail.com

Amanda Mara Teles

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5068-4696>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: damarateles@hotmail.com

Marcelo Vinicius da Silva Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5921-3890>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: marcvinioliver@hotmail.com

Érica Silva Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4422-4378>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: ericoliver.eo36@gmail.com

Adenilde Nascimento Mouchrek

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3270-1437>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: adenil@bol.com.br

Resumo

O objetivo deste estudo foi determinar o rendimento, a prospecção fitoquímica, o conteúdo de compostos fenólicos totais e flavonoides totais em extratos vegetais de folhas da espécie *Anacardium occidentale*, popularmente conhecido por cajueiro. Foram utilizados quatro solventes para a extração: acetona PA, ciclo hexano PA, álcool etílico 70% (v.v) e água. As amostras foram coletadas no território da Universidade Federal do Maranhão, localizada em São Luís – MA. Os extratos foram produzidos usando a maceração. O rendimento em porcentagem foi determinado a partir do material *in natura* e a triagem fitoquímica dos extratos foi realizada através de métodos qualitativos colorimétricos e de precipitação. O conteúdo de fenólicos e flavonoides totais foi determinado através do método colorimétrico utilizando reagente de *Folin-Ciocalteu* e 5% de cloreto de alumínio. Os extratos de cajueiro apresentaram os seguintes resultados na quantificação de fenólicos totais: 820 mg EAT.g⁻¹ para o extrato alcoólico, 476 mg EAT. g⁻¹ para o extrato acetona PA, 280,23 mg EAT. g⁻¹ para extrato aquoso e 243,76 mg EAT. g⁻¹ para o extrato ciclo hexano PA. Os valores obtidos na análise dos teores de flavonoides foram: 11,89 mg EQ. g⁻¹ para o ciclo hexano PA, 10,80 mg EQ. g⁻¹ para a acetona PA, 4,35 mg EQ. g⁻¹ para o álcool etílico 70% (v.v) e 0,915 mg EQ. g⁻¹ para o aquoso. Concluiu-se que o extrato com maior rendimento total foi o ciclo hexano PA, em teores de compostos fenólicos foi o solvente alcóólico, e em teores de flavonoides foi o solvente ciclo hexano.

Palavras-chave: Compostos fenólicos; Flavonoides; Cajueiro.

Abstract

The aim of this study was to determine the yield, phytochemical prospection, content of total phenolic compounds and total flavonoids in plant extracts from leaves of the species *Anacardium occidentale*, popularly known as cashew. Four solvents were used for extraction: acetone PA, cyclohexane PA, ethyl alcohol 70% (v.v) and water. The samples were collected in the territory of the Federal University of Maranhão, located in São Luís – MA. Extracts were produced using maceration. The percentage yield was determined from the *in natura* material and the phytochemical screening of the extracts was performed using qualitative colorimetric and precipitation methods. The content of total phenolics and flavonoids was determined using the colorimetric method using *Folin-Ciocalteu* reagent and 5% aluminum chloride. Cashew extracts showed the following results in the quantification of total phenolics: 820 mg EAT.g⁻¹ for the alcoholic extract, 476 mg EAT. g⁻¹ for acetone extract PA, 280.23 mg EAT. g⁻¹ for aqueous extract

and 243.76 mg EAT. g⁻¹ for the cyclohexane PA extract. The values obtained in the analysis of flavonoid contents were: 11.89 mg EQ. g⁻¹ for cyclohexane PA, 10.80 mg EQ. g⁻¹ for acetone PA, 4.35 mg EQ. g⁻¹ for 70% ethyl alcohol (v.v) and 0.915 mg EQ. g⁻¹ for the aqueous. It was concluded that the extract with the highest total yield was cyclohexane PA, in phenolic compounds content it was the alcoholic solvent, and in flavonoid content it was the cyclohexane solvent.

Keywords: Phenolic compounds; Flavonoids; Cashew tree.

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar el rendimiento, prospección fitoquímica, contenido de compuestos fenólicos totales y flavonoides totales en extractos de plantas de hojas de la especie *Anacardium occidentale*, conocida popularmente como anacardo. Para la extracción se utilizaron cuatro disolventes: acetona PA, ciclohexano PA, alcohol etílico al 70% (v.v) y agua. Las muestras fueron recolectadas en el territorio de la Universidad Federal de Maranhão, ubicada en São Luís - MA. Los extractos se elaboraron mediante maceración. El rendimiento porcentual se determinó a partir del material in natura y el cribado fitoquímico de los extractos se realizó mediante métodos colorimétricos cualitativos y de precipitación. El contenido de fenoles y flavonoides totales se determinó mediante el método colorimétrico con reactivo de Folin-Ciocalteu y cloruro de aluminio al 5%. Los extractos de anacardo mostraron los siguientes resultados en la cuantificación de fenoles totales: 820 mg EAT.g⁻¹ para el extracto alcohólico, 476 mg EAT. g⁻¹ para el extracto de acetona PA, 280,23 mg EAT. g⁻¹ para extracto acuoso y 243,76 mg EAT. g⁻¹ para el extracto de ciclohexano PA. Los valores obtenidos en el análisis del contenido de flavonoides fueron: 11,89 mg EQ. g⁻¹ para ciclohexano PA, 10,80 mg EQ. g⁻¹ para acetona PA, 4,35 mg EQ. g⁻¹ para alcohol etílico al 70% (v.v) y 0,915 mg EQ. g⁻¹ para el acuoso. Se concluyó que el extracto con mayor rendimiento total fue ciclohexano PA, en contenido de compuestos fenólicos fue el solvente alcohólico y en contenido de flavonoides fue el solvente de ciclohexano.

Palabras clave: Compuestos fenólicos; Flavonoides; Anacardo.

1. Introdução

O cajueiro é um frutífero presente em muitas regiões do Brasil e, dele advém vários produtos, como doces e castanhas, então é uma planta com potencial uso no agronegócio. Há várias pesquisas sobre esta espécie da família Anacardiaceae e algumas evidenciam a probabilidade de uso das folhas como fonte de compostos bioativos, que são benéficos ao ser humano e além disso, há cerca de 2376 publicações de patentes e 586 publicações científicas que estudam sobre o pseudofruto e as amêndoas vindas da espécie *Anacardium occidentale*, popularmente conhecido por cajueiro (Andrade et al, 2016).

Investigações desse tipo precisam ocorrer porque há necessidade de extrair metabólitos secundários, conhecidos por bioativos, dos quais podem vir a ser constituintes de remédios ou ser descobertas de substâncias menos tóxicas ao ser humano. Algo semelhante aconteceu com os taninos, que são encontrados em cajueiro e foram avaliados em trabalhos que possuem ação bactericida contra *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Os metabólitos secundários são constituídos de muitos compostos como, por exemplo, os alcaloides, compostos fenólicos e terpenos (Baptista, 2018).

Há provas científicas da existência de fenóis, taninos, saponinas entre outros metabólitos nos extratos etanólicos das folhas desta espécie e, já existem pesquisas que enfatizam que o cajueiro possui propriedades medicinais (Aguilar et al, 2012). No entanto, são poucos estudos sobre extrato das folhas desta espécie e sobre os bioativos que podem existir. Isto se faz necessário, visto que para a base de dados é importante conhecer quais os possíveis rendimentos extrativos e os melhores métodos a fim de fornecer dados para o desenvolvimento de novos produtos como, por exemplo, fitoterápicos (Silva, 2019).

Os metabólitos secundários são de importância mundial, visto que atualmente estão sendo estudados como possíveis antivirais como, por exemplo, contra o SARS-CoV-2, os flavonóis, flavanonas e flavonoides podem ser testados como inibidores, levando em consideração sua atividade antiviral (Silva et al, 2020).

Com base na literatura sobre metabólitos secundários vindos de plantas e o quanto se mostram importantes dado em vista seus benefícios para os seres humanos, se fez necessário um estudo para avaliar os extratos das partes aéreas do cajueiro a partir de diferentes solventes, obtidos pelo método de maceração. Além disso, esse estudo objetiva o cálculo do rendimento dos extratos das folhas da *Anacardium occidentale* de forma a contribuir com dados para o potencial desenvolvimento industrial.

Esse estudo tem como objetivo verificar o perfil químico de extratos das folhas do cajueiro (*Anacardium occidentale*) a partir de diferentes solventes, preparar extratos vegetais do material vegetal, determinar a composição química dos extratos pela triagem fitoquímica e verificar a quantificação dos compostos fenólicos totais e flavonoides totais.

2. Metodologia

A pesquisa deu início no ano de 2020 no laboratório de Microbiologia de Alimentos e Águas e Físico-Química de Alimentos e Águas do programa controle de qualidade de alimentos e águas do pavilhão tecnológico no Campus de São Luís da Universidade Federal do Maranhão - (UFMA).

2.1 Coleta

A coleta seguiu as normas de processos descritas por Matos (1997). As partes aéreas (folhas) do cajueiro foram coletadas no território do campus da UFMA, no dia 1 dezembro de 2020. Houve chuva na noite anterior, no entanto, no dia da coleta a temperatura máxima era de 31°C e a mínima era 26°C. A coleta foi realizada às 10 horas. As folhas foram cuidadosamente coletadas observando integridade e ausência de fungos visíveis. Foram acondicionadas em sacos plásticos de primeiro uso. O material vegetal foi encaminhado em seguida para o laboratório para produção dos extratos. A planta não apresentava frutos, mas haviam flores, no entanto somente as folhas foram coletadas.

2.2 Preparo dos extratos

As folhas do cajueiro foram secas à sombra em temperatura ambiente durante 24 horas. Em seguida, foram colocados na estufa a 33°C durante 7 dias, sendo posteriormente trituradas a pó. A secagem é importante porque reduz a umidade e, possibilita o processo de trituração, diminuindo ação enzimática e dificultando a proliferação microbiana. Foram separados 26 gramas para cada solvente. Para a obtenção do extrato álcool etílico 70% (v.v), ciclo hexano PA, aquoso e acetona PA, após o material vegetal ser previamente triturado, foram submetidos a extração, por maceração, empregando todos esses solventes separadamente, por 7 dias ao abrigo da luz.

Dentre esses, somente a mistura de solvente aquoso e vegetal foi submetida a refrigeração, para evitar a proliferação de fungos. Após esse intervalo, todos os extratos foram filtrados em papel de filtro. Esse procedimento foi realizado apenas uma vez. Em seguida, os solventes foram secos separadamente em evaporador rotativo a 50°C. Os extratos secos foram transferidos para frascos estéreis de vidro, sendo armazenado em geladeira para posteriores análises.

Todos os extratos foram submetidos a esse processo de maceração, sendo utilizados 250mL de solução alcóolica 70% (v/v), 250mL água destilada, 236mL de acetona PA e 300mL de ciclo hexano PA. O rendimento do extrato foi expresso em % em relação (massa/massa), pelo peso da planta *in natura* e da massa obtida do extrato pronto.

2.3 Prospecção fitoquímica

Nesta parte da análise, foram determinados quais os metabólitos secundários existiam nos extratos. Os extratos foram submetidos aos testes químicos qualitativos baseados na metodologia apresentada por Menezes et al, (2020) para detecção de fenóis e taninos (reação com cloreto férrico); flavonoides, catequinas e flavanonas (variação de pH utilizando ácido clorídrico e hidróxido de sódio), alcaloides, antraquinonas, esteroides, triterpenoides e saponinas. Os resultados obtidos foram avaliados qualitativamente através de reações no desprendimento de colorações e na formação de precipitado. O teste de cruz foi adotado para determinação da (-) ausência ou (+) presença da classe fitoquímica avaliada, de acordo com a literatura.

2.4 Determinação de compostos fenólicos

A determinação de fenólicos totais dos extratos vegetais de *Anacardium occidentale* ocorreu através do método colorimétrico quantitativo de *Folin-Ciocalteu* descrito por Waterhouse (2002). Para a determinação da curva padrão expressa em ácido tânico, foi preparada uma solução de 2.000 µg mL⁻¹, a qual originou cinco diferentes diluições (10, 25, 50, 75, 100, 125 µg ácido tânico mL⁻¹). Em seguida, em tubos de ensaios, foram acrescidos 0,5 mL a cada solução diluída, com 2,5 mL da solução de *Folin-Ciocalteu* 10% (v/v), mais 2 mL de solução de carbonato de sódio 4% (m/v) e 10 mL de água destilada. Sendo essa solução homogeneizada e deixa em descanso protegida da luz por trinta minutos., logo após, foi realizada leitura da absorbância em espectrofotômetro UV-Vis (Quimis, Mod. Q-898U2M5) a 760 nm, utilizando cubeta de quartzo de campo único de 1 cm.

Os resultados da absorbância foram representados graficamente em função da concentração de ácido tânico, através da equação de regressão e respectivo coeficientes utilizando o programa Excel (versão paga, 2010). O equipamento foi calibrado utilizando etanol (P.A – ACS) como branco instrumental. Os ensaios foram realizados em duplicata. O teor de fenólicos totais foi calculado utilizando a equação de regressão obtida com a partir da curva de ácido tânicoe, com os valores da absorbância de acordo com a equação abaixo:

Equação 1: Equação de regressão para cálculo de fenólicos totais:

$$FT = \frac{X_{FT}}{0,001} FT = \frac{X_{FT}}{0,001}$$

Onde FT = teor de compostos fenólicos totais expressos em mg EAT g⁻¹; XFT = valor de “x” da equação de regressão obtida pela curva do ácido tânico.

2.5 Determinação de flavonoides totais

A determinação dos teores de flavonoides totais foi realizada segundo o método abordado por Woisky & Salatino (1998). As adaptações foram feitas devido a quantidade de solventes. Foram retiradas as alíquotas de 0,5mL, em triplicata de cada amostra dos extratos álcool etílico 70% (v.v), ciclo hexano PA, acetona PA e aquoso.

Foram adicionadas a um volume igual de solução metanoica de Cloreto de alumínio 5% (AlCl₃). Após repouso por 30 minutos, realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 420nm. O conteúdo de flavonoides totais foi determinado usando uma curva padrão de quercetina nas concentrações de 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250 e 300mg/mL. A partir da equação da reta obtida na curva do gráfico do padrão, realizou-se o cálculo do teor de flavonoides totais, sendo os resultados expressos em mg de quercetina por grama dos extratos.

2.6 Análise estatística

A partir dos resultados das médias seguidas de ± desvio padrão a análise de variância (ANOVA) de um fator e quando esta análise apresentou variação significativa (p<0,05) foi utilizado o teste de comparação múltipla de Tukey. Os testes estatísticos foram realizados utilizando-se o software GraphPad Prism (versão 7.0).

3. Resultados e Discussão

3.1 Rendimento dos extratos

O rendimento dos extratos vegetais obtidos está representado no Quadro 1. Os valores médios são (n=4). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si segundo o teste de variância (ANOVA) fator único, seguido do teste de comparação múltipla de Tukey (p<0,05).

Quadro 1: Rendimento dos extratos vegetais de *Anacardium occidentale*.

Extratos Vegetais	Rendimento (%) (m/m)
Acetona PA	10,38 ^a ±3,36
Álcool etílico 70% (v.v)	15,94 ^a ±4,03
Aquoso	18,75 ^a ±3,54
Ciclo hexano PA	44,48 ^b ±2,57

Fonte: Autores (2021).

De acordo com o Quadro 1, os rendimentos foram diferentes, o extrato advindo do solvente ciclo hexano PA mostrou maior rendimento comparado aos demais, com percentual de 44,48% seguido do solvente aquoso de 18,75%, solvente alcóolico de 15,94% acetona PA de 10,38%

Analisando o rendimento dos extratos é possível deduzir que, as partes aéreas da espécie em estudo, obtiveram maior interação com o solvente ciclo hexano PA, ou seja, o ciclo hexano tem em sua composição química, interação com componentes presentes nas folhas do cajueiro nos parâmetros citados.

No entanto, diversos autores destacam que é necessário avaliar se o alto índice de arraste de um solvente pode extrair também um alto teor de substâncias tóxicas (Menezes et al, 2020). Observando os outros resultados de rendimento apresentados no Quadro 1, é possível observar que os outros solventes não têm interações maiores com a estrutura química da matriz em estudo no tipo de extração às quais foram submetidas.

Isto é comprovado pela literatura, visto que quanto ao solvente alcóolico, rendimentos maiores foram obtidos em um estudo feito recentemente, em que uma técnica de extração com álcool a quente (técnica Soxhlet) intercalou o tempo, com volume de 200mL de álcool etílico 70% (v.v) foi obtido 24% de extrato vindo de 20g cascas do cajueiro, indicando que para a técnica de Soxhlet os extratos são, possivelmente, de compostos polares (Silva et al, 2021).

Isto sugere que, para os solventes polares como aquoso, acetona PA e álcool 70 % (v.v) (que possui uma extremidade apolar), o método de maceração usado no presente estudo demonstrou valor baixo para esses solventes polares. O ciclo hexano, teve um maior rendimento, indicando que o extrato é predominantemente composto por substâncias apolares.

3.2 Análise qualitativa de metabólitos secundários

Verificou-se também a triagem fitoquímica dos extratos alcóolicos 70% (v.v), ciclo hexano PA, acetona PA e aquoso onde foi possível observar que apresentaram maior poder de extração para as classes de compostos dos metabólitos secundários, onde se destacam fenóis, alcaloides, triterpenos, flavononas, flavonóis, xantonas, esteroides e taninos. Abaixo no Quadro 2, há os resultados das classes de metabólitos secundários identificados nos diferentes extratos de *Anacardium occidentale*.

Quadro 2: Resultados das classes de Metabólitos secundários identificados nos diferentes extratos de *Anacardium occidentale*.

Classes de metabólitos	Extrato Aquoso	Extrato Acetona PA	Extrato álcool etílico 70% (v.v)	Extrato Ciclo hexano PA
Fenóis	+	+	+	+
Alcaloides	-	+	+	+
Antraquinonas	-	-	-	-
Taninos	+	+	+	+
Flavonoides	+	+	+	+
Catequinas	-	+	+	+
Flavononas	+	+	+	+
Esteroides	-	-	-	-
Triterpenoides	-	+	+	+
Saponinas	+	+	+	+

Fonte: Autores (2021).

Analisando o Quadro 2, torna-se importante frisar que todos os extratos obtiveram resultados positivos quanto a presença dos principais bioativos, taninos, fenóis e flavonoides, dos quais pertencem ao grupo de metabólitos secundários. Esse resultado significa que todos os solventes utilizados para obter o extrato vegetal foram capazes de extrair metabólitos secundários das folhas da espécie nas condições de coleta atuais.

No entanto, outros compostos foram identificados. Isto remete ao fato de que os solventes apresentaram boa capacidade de arraste dos compostos presentes nas folhas da espécie *Anacardium occidentale*. Pesquisas revelam que classes metabólicas secundárias como de ácidos orgânicos, fenóis, flavonoides e polissacarídeos já foram classificadas como antimicrobianos (Menezes et al, 2020). Verifica-se que esse é um dado importante, porque a presente pesquisa verificou que houve presença de metabólitos secundários que, inclusive nos estudos realizados por Menezes et al, (2020) já foram vistos como antimicrobianos.

Além disso, o solvente utilizado e a polaridade podem afetar a transferência de elétrons e de átomos de hidrogênio, que é primordial na extração de polifenóis e, conseqüentemente, na capacidade antioxidante (Rockenbach et al, 2008). Outro fator importante é que extrações que utilizam solventes polares acabam extraíndo os bioativos como flavonoides, taninos e saponinas, que estão associados à atividade antimicrobiana (Silva, 2019). Fato que foi observado nos resultados do presente estudo, no qual todos os bioativos foram detectados no solvente aquoso que é polar. Já com o ciclo hexano PA foi detectado todos os metabólitos secundários estudados, exceto os esteroides e antraquinonas.

É importante ressaltar que, os extratos obtidos a partir de acetona, álcool etílico 70% e ciclo hexano tiveram o mesmo perfil fitoquímico de metabólitos secundários. Além disso, o extrato aquoso diferencia-se pela ausência de alcaloides e isto está relacionado com a baixa polaridade. Também não houve a presença de catequinas e triterpenoides no solvente aquoso. As catequinas apresentam polaridade acentuada, no entanto, não houve a presença dessas estruturas no extrato aquoso. Já os triterpenoides, realmente em sua maioria não são solúveis em água.

3.3 Determinação de compostos fenólicos e flavonoides totais

Diante das semelhanças das classes químicas presente nos extratos, foram quantificados somente o teor de compostos fenólicos totais e flavonoides. No Quadro 3 são mostrados os teores de fenólicos totais e flavonoides totais nos extratos de *Anacardium occidentale*. Os valores foram expressos com base em ácido tânico (mg EAT. g⁻¹) para compostos fenólicos e quercetina (mg EQ. g⁻¹) para flavonoides. Valores médios (n=5). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si segundo o teste de variância (ANOVA) fator único, seguido do teste de comparação múltipla de Tukey (p<0,05).

Quadro 3: Teores de Fenólicos Totais e Flavonoides nos extratos de *Anacardium occidentale*

Extratos Vegetais	Fenólicos (mg EAT.g-1)	Flavonoides (mg EQ.g ⁻¹)
Extrato Ciclo hexano PA	246,73 ^a ±30,42	11,89 ^a ±0,21
Extrato Aquoso	280,23 ^a ±4,86	0,915 ^a ±0,34
Extrato Acetona PA	476,17 ^b ±39,14	10,80 ^b ±1,49
Extrato Alcólico 70%. (v.v)	820,17 ^c ±20,45	4,35 ^c ±0,69

EAT: equivalente ácido tânico e EQ: equivalente quercetina. Fonte: Autores (2021).

De acordo com o Quadro 3, foi possível observar que os extratos de cajueiro variaram na quantificação de fenólicos totais que foi de 820 mg EAT. g⁻¹ para o extrato álcool etílico 70% (v.v); 476 mg EAT. g⁻¹ para o extrato acetona PA; 280,23 mg EAT. g⁻¹ para extrato aquoso e 246,73 mg EAT. g⁻¹ para o extrato ciclo hexano PA.

A partir dos resultados, pode-se entender que o melhor solvente para extrair metabólitos secundários do tipo fenóis no presente estudo foi o alcólico, os valores foram calculados usando como padrão do ácido tânico. E resultados muito semelhantes são reafirmados pela literatura, segundo Costa-Machado (2011) em publicações científicas foi relatado que as maiores proporções de etanol em solução favorecem a extração de compostos fenólicos. Então deve-se a isto o maior teor destes bioativos em solvente alcólico.

Os dados do presente estudo indicam que o maior rendimento de extrato obtido do ciclo hexano não influenciou na quantificação de fenóis, visto que a partir dos resultados foi possível observar que o melhor solvente para fenólicos foi o álcool etílico 70% (v.v) e não o ciclo hexano PA, apesar deste último ter apresentado maior rendimento de extrato e possuir todos os metabólitos secundários, exceto os esteroides e antraquinonas.

O fato de ter havido maior teor de fenólicos no extrato alcólico pode estar relacionado a presença de outros grupos fenólicos como é o caso dos os taninos, que comprovadamente podem apresentam maior ação antioxidante, esses compostos podem atuar interrompendo a cadeia de reação radicalar ao reagir com radicais e formarem produtos mais estáveis que o radical livre, termodinamicamente ou pela formação de complexos (Silva et al, 2021).

Foi possível também constatar a partir dos resultados, que o solvente acetona PA também foi um bom extrator de fenólicos, ou seja, os melhores os solventes são: o álcool etílico 70% (v.v) e a acetona PA. Informações semelhantes foram identificadas em pesquisa realizada por Rockenbach et al (2008) na qual os conteúdos de fenólicos totais extraídos com acetona e etanol em diferentes concentrações apresentaram maior conteúdo fenólico

Marsoul e colaboradores (2020) destacaram em sua pesquisa que os teores de compostos fenólicos totais de Papoila, que é uma espécie de flor, encontrados pelo método colorimétrico *folin-ciocalteu* após a maceração foi de 95,4 ± 2,42 mg GAE/g usando o solvente metanol, composto orgânico da família dos álcoois. Fato que se assemelha ao presente estudo, no qual conseguiu obter maior quantificação de fenólicos em solvente alcólico. Isto deve-se ao fato da interferência de polaridade.

Estudos comprovam que ao extrair compostos fenólicos, os resultados dependerão também da polaridade do solvente usado. Porque o rendimento da extração é afetado pelo o tipo de solvente, por conta da polaridade dos compostos presentes na planta (Barbi, 2016). Isto é abordado também por Oetting (2005) que ressaltou que os valores de cada extração mudam por conta da interação com o solvente e também de acordo com a disponibilidade desses compostos e, isto ocorre porque esses bioativos são produzidos pela planta por conta das condições de estresse, como falta de nutrientes e água. Esta informação possibilita ressaltar que os fatores pelos os quais apresentam influência direta nos resultados destes bioativos é principalmente o ambiente em que a planta está no momento da colheita das amostras.

Os valores obtidos no presente estudo podem ter sofrido influência do estágio em que a planta estava. No momento da colheita, não haviam frutos, mas haviam flores. Chepel e colaboradores (2020) realizaram pesquisas sobre as folhas e raízes durante diversas fases da planta *Calluna vulgares* e observaram que na fase de floração maior teor de alguns grupos de compostos fenólicos como flavonoides e antocianinas, foram observados nas flores presentes nas partes aéreas da mesma. Então pode-se afirmar que o estágio da matriz vegetal em que se deseja realizar estudos, pode influenciar nos resultados, tendo como base que haviam flores nas partes aéreas do cajueiro no momento da colheita.

Toda via, os resultados obtidos no presente estudo podem ser relevantes visto que, pesquisas recentes indicam que há uma correlação entre atividade antioxidante e o teor de fenólicos e flavonoides. À medida que aumentam esses teores nas amostras, há o aumento percentual da atividade antioxidante, que é benéfica ao ser humano (Silva et al, 2016). No Quadro 3 há também os resultados dos teores de flavonoides totais nos extratos da matriz vegetal e os valores foram 11,89 mg EQ. g⁻¹ para o ciclo hexano PA, para a acetona PA foi de 10,80 mg EQ. g⁻¹, para o alcoólico foi de 4,35 mg EQ. g⁻¹ e para o aquoso foi de 0,915 mg EQ. g⁻¹.

Sendo assim, o ciclo hexano foi o melhor solvente para flavonoides. E esse grupo de bioativos além de ser um metabólito secundário com funções benéficas ao ser humano, verificou-se que todos os extratos obtiveram resultados positivos, com ênfase no solvente ciclo hexano PA, que conseguiu extrair mais flavonoides que outros. De acordo com o maior rendimento encontrado destes compostos no ciclo hexano PA da presente pesquisa, é possível dizer que, além de ter sido o solvente com maior rendimento, maior número de metabólitos secundários encontrados, é também o que pode ter apresentado mais estruturas deste grupo de bioativos.

A literatura enfatiza que se uma planta tem uma maior concentração de flavonoides pode ser indicativo de alta atividade antioxidante, porque esse grupo pode atuar como antioxidante natural devido à sua capacidade de estabilizar radicais livres (Silva et al, 2021). E segundo Silva et al (2016) quanto maior a quantidade de flavonoides em amostras de extratos vegetais, maior é atividade antioxidante da mesma.

Aziza e colaboradores (2021) determinaram o teor de flavonoides também usando a quercetina como padrão e observaram que o maior conteúdo de flavonoides foi no solvente acetato etílico, que é um solvente que apresenta polaridade, por uma das técnicas usadas por eles, a maceração. E esse resultado por eles encontrado é reafirmado no presente estudo, levando em consideração que os solventes com polaridade significativa como a acetona PA e álcool etílico 70% (v.v) demonstraram um considerável número de flavonoides, também usando a quercetina como padrão.

Os dados resultantes da determinação de flavonoides na atual pesquisa são significativos levando em consideração que outros autores destacam que algumas espécies de plantas também apresentam valores baixos. É o que resalta Reis e colaboradores (2011) em suas análises relataram que comumente é achado 2,5% de teor destes bioativos em extratos de *M. chamomilla* (camomila), ou seja, em outra espécie de planta a quantificação de flavonoides igualmente apresenta números baixos.

Todavia, os valores advindos do solvente álcool etílico 70% (v.v) ao serem comparados com a literatura, também apresentam relevância no que se diz respeito ao baixo valor, porque Pereira e colaboradores (2018) encontraram dados

semelhantes para o teor total no solvente etanólico, os quais foram $4,11 \pm 0,07\%$ mg EQ. g^{-1} , usando características que se assemelham às técnicas usadas na presente pesquisa de cajueiro, pois foram usados o padrão quercetina e a maceração de partes da planta *Matricaria chamomilla*.

Todos esses dados possibilitam abordar que os valores baixos de flavonoides são esperados. Isto tem mais ênfase pela pesquisa realizada por Marsoul e colaboradores (2020) que também obtiveram valores baixos em suas análises, sendo a fração de flavonoides a menor proporção com $8,67 \pm 0,024$ mg QE/g na maceração e $21,7 \pm 2,05$ mg QE/g pela técnica de soxhlet (solvente a quente) e o teor total de flavonoides foi calculado como também equivalente à quercetina ($\mu\text{g}/\text{mg}$).

4. Considerações Finais

No presente estudo, foi possível analisar que o melhor rendimento foi obtido a partir do solvente ciclo hexano PA. E o melhor solvente para extração de compostos fenólicos foi o álcool etílico 70% (v.v) e para extração de flavonoides foi o ciclo hexano PA. O perfil químico de extratos das folhas do cajueiro (*Anacardium occidentale*) a partir de diferentes solventes foi demonstrado e verificou-se que as folhas possuíam em sua composição fenóis, alcaloides, taninos, flavonoides, catequinas, flavononas, triterpenos e saponinas. Os parâmetros que podem ter influenciado foram o clima da região, condições de estresse para a planta como insetos herbívoros, baixas ou altas temperaturas e, principalmente a polaridade dos solventes empregados.

Os solventes polares como acetona PA, álcool etílico 70% (v.v) (parte polar e outra parte apolar) demonstram maiores valores de compostos fenólicos que o solvente apolar ciclo hexano PA, isso se deve a polaridade dos mesmos. No entanto, o fato de o ciclo hexano ter apresentado maior rendimento pode estar relacionado com o arraste de mais substâncias apolares.

A extração de folhas da espécie *Anacardium occidentale* apresentou rendimento muito superior no solvente ciclo hexano. Seria interessante que trabalhos futuros pesquisassem se a variação de temperatura pode influenciar nos resultados dos metabólitos secundários e nos rendimentos do extrato de ciclo hexano PA. E se esse solvente está extraíndo da matriz vegetal componentes tóxicos, por conta do teor de fenólicos ter sido maior nos demais solventes, mesmo o ciclo hexano PA ter apresentado maior rendimento de extrato. Também se faz necessário comparar a atividade antioxidante do extrato ciclo hexano PA com os demais solventes, visto que os flavonoides apresentaram menor teor no mesmo e esse grupo de compostos representa a maior parte da atividade antioxidante já encontrado na literatura.

Nesse cenário, para comparar diferentes trabalhos, é necessário padronizar técnicas e variáveis para garantir os melhores resultados. Mudanças qualitativas ou quantitativas de metabólitos secundários para uma mesma espécie vegetal podem acontecer, porque a síntese dos constituintes é o resultado da interação da planta com o meio ambiente, sendo influenciada pela sazonalidade, precipitação, ritmo circadiano, temperatura, altitude, desenvolvimento da espécie, radiação ultravioleta, nutrientes, poluição do ar, forma e período de armazenamento e ação dos patógenos. Também se faz necessário comparar os resultados de metabólitos secundários encontrados em folhas e cascas do cajueiro em estudos futuros, para comparar em solventes iguais.

Os resultados foram importantes, visto que, para os solventes em estudo, há uma escassez na literatura na base de dados que relatem metabólitos secundários nas folhas de *Anacardium occidentale* extraídos a partir de diferentes solventes. A busca por compostos bioativos de origem natural com alta capacidade antioxidante aumentou consideravelmente nas duas últimas décadas, principalmente devido ao seu potencial preventivo e no tratamento de doenças. Nesse sentido, encontrar métodos extrativos eficientes bem como a caracterização de compostos bioativos a partir de fontes naturais é de grande importância para os pesquisadores e os resultados da presente pesquisa podem colaborar para o avanço de mais descobertas benéficas aos seres humanos.

Referências

- Aguilar, C., et al (2012). Metabolitos secundarios y actividad antibacteriana in vitro de extractos de hojas de *Anacardium occidentale* L. (marañón). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17, (4), 320-329.
- Andrade, F. P. et al. (2016). *Anacardium occidentale* (cajuero) e seu potencial antimicrobiano: Uma revisão. *Congresso internacional da diversidade do semiárido*. Realize, 1 – 6.
- Aziza L., et al (2021). Comparative assessment of total phenolics content and in vitro antioxidant capacity variations of macerated leaf extracts of *Olea europaea* L. and *Argania spinosa* (L.) *Skeels, Materials Today: Proceedings*, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.990>.
- Barbi, R. C. T. (2016). Extração e quantificação de compostos fenólicos e antioxidantes da chia (*Salvia hispânica* L) usando diferentes concentrações de solventes. *Bachelor's thesis*, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Baptista, A. B. (2018). Extrato de folhas de caju (*Anacardium occidentale*) e de cajupú (*Anacardium microcarpum* d.): prospecção fitoquímica, atividade antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória, in vitro e in vivo. *Tese de Doutorado em Ciência da Nutrição*. Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa, 2018.
- Chepel, V. et al. (2020). Mudanças no Conteúdo de Alguns Grupos de Compostos Fenólicos e Atividade Biológica de Extratos de Várias Partes de Heather (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) em Diferentes Estágios de Crescimento. *Plantas*, 9, (926). <https://doi.org/10.3390/plants9080926>
- Costa-Machado, A. R. D. M. (2011). Obtenção de produtos a partir das folhas de *Copaifera langsdorffii* Desf. otimização da extração e secagem em spray dryer utilizando planejamentos experimentais. *Tese de Doutorado*. Universidade de São Paulo
- Menezes Filho, A. C. P. et al, (2020). Perfil químico e atividades antioxidante e antifúngica do óleo essencial da flor de *cochlospermum regium* schrank. *Colloquium Agrariae*. ISSN: 1809-8215, 16(4), 89–101. <https://doi.org/10.5747/ca.v16i4.3066>
- Marsoul, M. I. et al, (2020). Determination of polyphenol contents in *Papaver rhoeas* L. flowers extracts (soxhlet, maceration), antioxidant and antibacterial evaluation. *Materials Today: Proceedings*, 31, (1) ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.082>
- Matos, FDA (1997). Introdução à fitoquímica experimental. Edições UFC.
- Oetting, L.L. (2005) Extratos vegetais como promotores do crescimento de leitões recém-desmamados. 2005. 80 f. *Tese de Doutorado* - Curso de Ciência Animal e Pastagens, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Reis, P. E. D. D et al. (2011). Aplicación clínica de la Chamomilla recutita en flebitis: estudio de la curva dosis-respuesta. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 19(1), 03-10.
- Rockenbach, I. I., et al (2008). Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades Tannat e Ancelota. *Food Science and Technology*, 28, 238-244.
- Silva L. A. F. D. (2019). Obtenção do extrato das folhas do cajuero (*Anacardium occidentale* L.) A partir de diferentes técnicas de extração. *Monografia*. <http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/4766>
- Silva, J. B., et al, (2016). Quantificação de fenóis, flavonoides totais e atividades farmacológicas de geoprópolis de *Plebeia aff. flavocincta* do Rio Grande do Norte. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 36 (9), 874-880.
- Silva, I. D. L., et al, (2021). Avaliação das potencialidades dos extratos vegetais de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e cajuero (*Anacardium occidentale* L.) para uso em embalagens ativas antimicrobianas e antioxidantes. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 26(1), e12924. <https://doi.org/10.1590/s1517-707620210001.122>
- Silva Antonio, A., Wiedemann, L. S. M., & Veiga-Junior, V. F. (2020). Natural products' role against COVID-19. *RSC Advances*, 10(39), 23379-23393.
- Pereira, S. V. et al (2018). Dynamic maceration of *Matricaria chamomilla* inflorescences: optimal conditions for flavonoids and antioxidant activity, *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 28, (1), 111-117, <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2017.11.006>
- Waterhouse A.L. (2002) Polyphenolics: determination of total phenolics. In: Wrolstad RE. Current protocols in food analytical chemistry. *J. Wiley*; pp11-8.
- Woisky R.G. & Salatino A. 1998. Analysis os propolis: some parameters ond prodecore for chemical fuality control. *J. Apic. Res.* 37(2), 99-105.