

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIANA DAGA MIRANDA

**CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA, POTENCIAL ANTIOXIDANTE E PROTEÇÃO
SOLAR DE EXTRATOS DAS CASCAS DE BATATA-DOCE ROXA (*Ipomoea
batatas*) E SUA INCORPORAÇÃO EM UMA FORMULAÇÃO LABIAL**

CURITIBA

2024

MARIANA DAGA MIRANDA

**CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA, POTENCIAL ANTIOXIDANTE E PROTEÇÃO
SOLAR DE EXTRATOS DAS CASCAS DE BATATA-DOCE ROXA (*Ipomoea
batatas*) E SUA INCORPORAÇÃO EM UMA FORMULAÇÃO LABIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Farmácia, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

Orientador (a): Prof^a Dr^a Deise Prehs Montrucchio

CURITIBA
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

TERMO OU FOLHA DE APROVAÇÃO

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, que acreditou em mim e me apoiou em todas as minhas decisões, sendo essencial para eu manter minha determinação e não desanimar durante essa jornada acadêmica.

Aos professores Ana Carolina Pereira Dultra e Cássio Marcelo Mochi Junior, que durante meu último ano de ensino médio dispuseram o tempo do almoço deles para me auxiliar e tirar minhas dúvidas enquanto eu estudava para o vestibular, sendo peças essenciais no meu ingresso na universidade.

Finalmente, dedico também à UFPR, que me proporcionou formação gratuita e de qualidade e me permitiu adentrar em uma instituição de ensino superior.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Deus pelo dom da vida, por me conceder saúde e que durante meus anos de estudo permitiu que eu ultrapassasse os obstáculos e alcançasse meus objetivos.

Agradeço aos meus pais Suzangela Daga Miranda e Edmilson Miranda, que sempre me proporcionaram condições de moradia, alimentação e educação.

Obrigada à minha avó Cirene Machado Kailer Daga, que cuidou de mim e me deu todo o amor que podia enquanto eu morava longe dos meus pais.

Ao meu padrinho, que inúmeras vezes me deu vale transporte, me possibilitando ir às aulas.

Obrigada ao meu irmão Pedro Augusto Miranda, aos amigos e demais familiares, que de diferentes formas também contribuíram na minha formação e me apoiaram nos momentos difíceis.

Ao Núcleo de Estudos em Produtos Naturais e Farmacotécnica, que me acolheu como pesquisadora e permitiu o desenvolvimento deste trabalho.

À professora Deise Prehs Montrucchio, pela orientação, dedicação e todo o conhecimento que me passou, enriquecendo meu processo de aprendizado.

Obrigada ainda à Karine Fladzinski e Luciana Sugita, que muitas vezes ficaram até tarde no laboratório me auxiliando nos experimentos.

Aos demais mestres dos Departamentos de Farmácia e Análises Clínicas do Setor de Ciências da Saúde da UFPR, por todos os ensinamentos, conselhos, correções, ajuda e paciência, que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta na minha formação acadêmica e meu desenvolvimento pessoal.

“Tudo aquilo que você faz com amor e dedicação, terá com certeza um belíssimo resultado, porque ali, você depositou um pedacinho de si mesmo”

(Célia Cristina Prado)

RESUMO

A batata-doce possui diversas propriedades benéficas para a saúde, sendo rica em vitaminas, minerais e fibras alimentares, além de ser uma fonte acessível para combater as deficiências nutricionais em países em desenvolvimento. Sendo assim, o presente trabalho visou estudar os componentes fitoquímicos presentes nas cascas da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) da cultivar Brazlândia roxa e desenvolver um *balm* labial contendo seu extrato bruto como ativo antioxidante e protetor solar. O teor de umidade foi determinado através do método da gravimetria. As extrações das cascas da batata-doce foram realizadas por maceração a quente com álcool 70%, maceração a frio com álcool 96% e extração por equipamento soxhlet, obtendo-se os extratos 70, 96 e S, respectivamente. A investigação fitoquímica se deu através de cromatografia em camada delgada. O conteúdo de compostos fenólicos totais foi dosado a partir do método de Folin-Ciocalteu, e o de flavonóides pelo método descrito por Devequi-Nunes e colaboradores, com modificações. O potencial antioxidante foi determinado através do sequestro do radical DPPH. Por fim, o fator de proteção solar foi realizado *in vitro* pelo método da espectrofotometria. O percentual de umidade residual encontrado foi de 2,56%, bem abaixo do que consta na monografia de outras drogas vegetais. Foram encontrados os grupos fitoquímicos cumarinas, esteróides/triterpenos, flavonóides e taninos. O conteúdo de compostos fenólicos totais e de flavonóides foi maior para o extrato S do que para os outros dois extratos. Os extratos 70 e 96 apresentaram metade da capacidade antioxidante quando comparado aos padrões de BHT, ácido ascórbico e Trolox. O FPS estimado dos extratos 70, 96 e S, respectivamente, foi de 2,92; 3,14; e de 2,76 para a concentração de 200 µg/mL e de 6,34; 5,89; e 5,31 a 400 µg/mL. O FPS da formulação girou em torno de 7,37 para o protótipo contendo 1% do extrato 70 e de 6,53 para a formulação com 1% do extrato S. Diante de tudo isso, pode-se pressupor que os extratos das cascas da batata-doce (*Ipomoea batatas*) da cultivar Brazlândia roxa possam ser usados como ativos antioxidantes e de proteção solar em formulações cosméticas.

Palavras-chave: Batata-doce; Antioxidante; Formulação Cosmética.

ABSTRACT

Sweet potatoes have several beneficial properties for health, being rich in vitamins, minerals and dietary fiber, in addition to being an accessible source to combat nutritional deficiencies in developing countries. Therefore, the present work aimed to study the phytochemical components present in the peels of sweet potatoes (*Ipomoea potatoes* (L.) Lam.) of the Brazlândia Roxa cultivar and develop a lip balm containing its dry extract as an active antioxidant and sunscreen. The moisture content was determined using the gravimetric method. Extractions of sweet potato peels were carried out by hot maceration with 70% alcohol, cold maceration with 96% alcohol and extraction using soxhlet equipment, obtaining extracts 70, 96 and S, respectively. The phytochemical investigation was carried out using thin layer chromatography. The content of total phenolic compounds was measured using the Folin-Ciocalteu method, and flavonoids using the method described by Devequi-Nunes and collaborators, with modifications. The antioxidant potential was determined through DPPH radical scavenging. Finally, the sun protection factor was measured in vitro using the spectrophotometry method. The percentage of residual moisture found was 2.56%, well below what appears in the monograph of other plant drugs. The phytochemical groups coumarins, steroids/triterpenes, flavonoids and tannins were found. The content of total phenolic compounds and flavonoids was higher for extract S than for the other two extracts. Extracts 70 and 96 presented half the antioxidant capacity when compared to BHT, ascorbic acid and Trolox standards. The estimated FPS of extracts 70, 96 and S, respectively, was 2.92; 3.14; and 2.76 for the concentration of 200 µg/mL and 6.34; 5.89; and 5.31 at 400 µg/mL. The FPS of the formulation was around 7.37 for the prototype containing 1% of extract 70 and 6.53 for the formulation with 1% of extract S. Given all this, it can be assumed that extracts from the bark of Sweet potato (*Ipomoea potatoes*) from the Brazlândia Roxa cultivar can be used as antioxidant and sun protection active ingredients in cosmetic formulations.

Keywords: Sweet potato; Antioxidant; Cosmetic Formulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Reação de redução do molibdênio pelo ácido gálico.....	23
Figura 2 - Formas radicalar e não radicalar do DPPH.....	25
Figura 3 - Fluxograma das atividades desenvolvidas.....	28
Figura 4 - Batatas-doce da cultivar Brazlândia roxa.....	29
Figura 5 - Cascas da batata-doce roxa.....	30
Figura 6 - Processo de obtenção do extrato das cascas da batata-doce roxa por Soxhlet.....	33
Figura 7 - Característica visual dos extratos.....	41
Gráfico 1 - Curva de calibração Ácido Gálico.....	43
Gráfico 2 - Curva de calibração Rutina.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Metodologias utilizadas na investigação fitoquímica por CCD.....	35
Tabela 2 - Desenvolvimento da formulação de balm labial.....	37
Tabela 3 - Dados das CCDs.....	42
Tabela 4 - Doseamento de Fenólicos Totais.....	43
Tabela 5 - Doseamento de Flavonóides.....	45
Tabela 6 - Determinação da capacidade antioxidante.....	46
Tabela 7 - Formulações finais do balm labial contendo extratos das cascas da batata-doce roxa.....	47
Tabela 8 - FPS calculado para os extratos.....	48
Tabela 9 - FPS calculado para as formulações.....	49

LISTA DE SIGLAS

CCD	Cromatografia em Camada Delgada
CEB	Centro de Estudos em Biofarmácia
DPPH	2,2-difenil-1-picrilhidrazila
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NEPNF	Núcleo de Estudos em Produtos Naturais e Farmacotécnica
UFPR	Universidade Federal do Paraná

LISTA DE ABREVIATURAS

Abs	Absorbância
EAG	Equivalente de Ácido Gálico
ER	Equivalente de Rutina
EROs	Espécies Reativas de Oxigênio
ET	Equivalente de Trolox
FCR	Reagente de Folin-Ciocalteu
µg/mL	Microgramas por mililitro
mg/mL	Miligramas por mililitro
qsp	Quantidade suficiente para
RGA	Reagente Geral de Alcalóides
UV	Ultravioleta

LISTA DE SÍMBOLOS

β	Beta
=	Igual a
g	Gramma
\pm	Mais ou menos
μ	Micro
mg	Miligramma
μg	Microgramma
mL	Mililitros
%	Porcentagem
+	Soma
Σ	Soma de múltiplos termos
-	Subtração

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	Objetivo geral.....	16
1.1.2	Objetivos específicos.....	16
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1	IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL.....	19
2.2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	19
2.3	FITOQUÍMICA.....	21
2.3.1	Cromatografia em Camada Delgada.....	22
2.3.2	Doseamento de compostos fenólicos totais.....	22
2.3.3	Doseamento de flavonoides totais.....	24
2.4	APLICAÇÕES.....	24
2.4.1	Antioxidante.....	24
2.4.2	Proteção solar.....	25
2.4.3	Formulações cosméticas.....	25
2.4.4	Formulações labiais.....	26
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1	MATERIAL VEGETAL.....	29
3.2	PERDA POR DESSECAÇÃO.....	30
3.3	OBTENÇÃO DOS EXTRATOS.....	31
3.3.1	Extrato 70.....	31
3.3.2	Extrato 96.....	32
3.3.3	Extrato S.....	32
3.4	INVESTIGAÇÃO DOS COMPONENTES FITOQUÍMICOS POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA.....	33
3.5	DOSEAMENTO DE FENÓLICOS TOTAIS.....	35
3.6	DOSEAMENTO DE FLAVONÓIDES.....	36
3.7	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE DPPH.....	36
3.8	DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO LABIAL.....	37
3.9	DETERMINAÇÃO IN VITRO DA CAPACIDADE FOTOPROTETORA.....	38
3.9.1	FPS dos extratos de Ipomoea batatas.....	38

3.9.2	FPS da formulação de balm labial.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1	PERDA POR DESSECAÇÃO.....	40
4.2	CARACTERÍSTICAS DOS EXTRATOS.....	40
4.3	INVESTIGAÇÃO DOS COMPONENTES FITOQUÍMICOS POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA.....	41
4.4	DOSEAMENTO DE FENÓLICOS TOTAIS.....	42
4.5	DOSEAMENTO DE FLAVONÓIDES.....	44
4.6	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE DPPH.....	46
4.7	DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO LABIAL.....	46
4.8	DETERMINAÇÃO IN VITRO DA CAPACIDADE FOTOPROTETORA.....	48
4.8.1	FPS dos extratos.....	48
4.8.2	FPS das formulações.....	48
5	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
	REFERÊNCIAS.....	52
	APÊNDICE 1 - PLACAS DE CCD.....	58
	APÊNDICE 2 - FORMULAÇÕES DESENVOLVIDAS.....	59
	APÊNDICE 3 - ESPECTROS DE ABSORÇÃO DOS EXTRATOS.....	60
	APÊNDICE 4 - ESPECTROS DE ABSORÇÃO DAS FORMULAÇÕES.....	61

1 INTRODUÇÃO

Os produtos naturais são utilizados pela humanidade desde tempos imemoriais, havendo relatos de que as plantas medicinais são cultivadas a cerca de cinco mil anos, na Índia, China e Egito (VIEGAS JR; BOLZANI; BARREIRO, 2006; JAMSHIDI-KIA *et al.*, 2018 *apud* SILVA, 2018), tendo um papel importante no desenvolvimento de cosméticos, fármacos, fragrâncias e outros bioprodutos (BOLZANI, 2016). Ainda, de acordo com dados da Organização Mundial da Saúde, o interesse populacional por terapias naturais com finalidade preventiva e terapêutica tem aumentado significativamente nas últimas décadas (BRASIL, 2006; SILVA, 2018).

Segundo Bolzani (2016), a ampla aplicabilidade dos vegetais ocorre devido sua diversidade de moléculas produzidas pelo metabolismo celular e interação em sistemas biológicos. A biodiversidade terrestre é uma consequência direta da grande extensão territorial e condições climáticas muito diversas, levando ao desenvolvimento de inúmeras espécies vegetais, muitas consideradas como matérias-primas importantes e até mesmo já incorporadas ao hábito alimentar dos brasileiros, enquanto que outras ainda pouco conhecidas e potencialmente benéficas (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

A *Ipomoea batatas* (L.) Lam., conhecida popularmente como batata-doce e/ou batata-da-terra, é uma angiosperma pertencente à família *Convolvulaceae* Juss. e ao gênero *Ipomoea* L. (THE PLANT LIST, 2013). É uma planta comestível muito interessante devido à versatilidade de uso de suas raízes tuberosas, cujas polpas apresentam carboidratos, betacaroteno (precursor da vitamina A), vitaminas C, do complexo B e E, além de minerais como potássio, cálcio e ferro. Especificamente nas raízes de polpa roxa, há a presença de antocianinas, um pigmento antioxidante e anti-inflamatório que apresenta papel na prevenção ou prolongam o aparecimento de doenças (FERNANDES *et al.*, 2023; CARDOSO; LEITE; PELUZIO, 2011).

No entanto, apesar da sua ampla utilização, as cascas da batata-doce ainda são consideradas um resíduo, cujo descarte pode representar uma parte significativa dos resíduos agroindustriais gerados durante o processamento desse tubérculo. Se realizado de maneira inadequada, pode ainda levar à degradação ambiental, incluindo a poluição do solo e da água. Portanto, o desenvolvimento de

metodologias que visem a utilização das cascas da batata-doce se torna imprescindível, sendo esta uma prática de gestão sustentável para minimizar o impacto desses resíduos, proporcionando sua valorização tanto econômica quanto ambiental.

Ainda, promover estudos de espécies pouco exploradas tem sido um estímulo dentro do âmbito da química orgânica, pois assim é possível descobrir novas substâncias e/ou compostos que possam ser patenteados por centros de pesquisas brasileiros (GRIBNER, 2017; SANTOS, 2002 apud SILVA, 2018; MIRANDA; CONCEIÇÃO, 2010). Portanto, a realização de pesquisas envolvendo a química de produtos naturais, a fitoquímica, atividade biológica e toxicologia se tornam tão fundamentais (BOLZANI, 2016).

Tendo isso em mente, o presente trabalho objetivou estudar os componentes fitoquímicos da espécie *Ipomoea batatas* (L.) Lam. visando sua aplicação em uma formulação cosmética.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar os componentes fitoquímicos presentes nas cascas da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) da cultivar Brazlândia roxa e desenvolver uma formulação de *balm* labial contendo seu extrato bruto como ativo antioxidante e protetor solar.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar o teor de umidade nas cascas da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) da cultivar Brazlândia roxa
- Obter os extratos brutos 70, 96 e S das cascas
- Investigar os componentes fitoquímicos presentes nas cascas por meio de Cromatografia em Camada Delgada (CCD) dos extratos 70 e 96
- Determinar o teor de compostos fenólicos totais e de flavonoides presentes nos três extratos brutos

- Investigar o potencial antioxidante dos extratos brutos 70 e 96 pelo método do DPPH
- Desenvolver uma formulação de *balm* labial com os extratos brutos 70 e S
- Analisar o potencial de proteção solar *in vitro* dos três extratos brutos e da formulação final de *balm* labial

2 REVISÃO DA LITERATURA

A batata-doce é uma planta de clima tropical ou subtropical, também cultivada em regiões temperadas. Caracteriza-se por ser uma cultura rústica de fácil adaptação com relação ao meio que está inserida, apresenta alta tolerância à seca e baixo custo de produção, uma vez que sua implementação na lavoura requer investimentos mínimos (EMBRAPA, 1989; DARON *et al.*, 2020).

Esta raiz do tipo tuberosa é uma planta naturalizada, uma vez que não é endêmica do Brasil, mas se encontra distribuída geograficamente em todos os estados das cinco regiões, encontrando-se mais presente nas regiões Sul e Nordeste, notadamente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Pernambuco e Paraíba (IPOMOEIA [...], [2014?]; JOSÉ, 2016; SRISUWAN; SIHACHAKR; SILJAK-YAKOVLEV, 2006).

Segundo o portal da Embrapa (2021), a batata-doce é o único membro hexaplóide ($2n = 6x = 90$), cuja ploidia reflete-se na grande variabilidade presente na espécie. Em termos mais simples, isto reflete em uma diversidade genética nas inúmeras regiões produtoras do Brasil, as quais podem ser observadas por diferenças de coloração, sabores, texturas, formatos, resistências, rendimento, entre outras características.

Até o ano de 2018, haviam 31 cultivares de batata-doce registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Estas cultivares se diferenciam pela produtividade potencial, ciclo, exigências edafoclimáticas, porte e arquitetura da planta, formato e coloração das raízes, resistência a pragas e doenças, exigência nutricional e em tratamentos culturais (EMBRAPA, 2018).

A coloração da polpa pode variar entre branca, creme, amarela, laranja e roxa. Da mesma forma, a coloração da película externa pode ser branca, creme, amarela, laranja, rosa, vermelha e roxa. O formato da raiz também possui variabilidade, podendo se apresentar oblonga, obovada, ovada, longa irregular, longa elíptica, longa oblonga, redonda, redonda elíptica ou elíptica (EMBRAPA, 2018). A cultivar Brazlândia roxa possui polpa creme e película externa roxa, formato alongado, muito uniforme e com ótimo aspecto comercial (RODRIGUES, 2017).

2.1 IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL

A batata-doce desempenha um papel importante na manutenção da segurança alimentar em todo o mundo, pois possui alto valor nutricional. Dentre seus componentes destacam-se as vitaminas (A, B₁, B₂, B₃, B₆, C, E, biotina e ácido pantotênico), minerais (ferro, cálcio, magnésio, manganês e potássio), carotenóides, antocianina, ácido fenólico e fibra alimentar, além de ser uma fonte acessível para combater as deficiências nutricionais nos países em desenvolvimento. Ainda, possui baixo índice glicêmico, permitindo a liberação de açúcar no organismo de forma mais lenta, proporcionando saciedade por mais tempo e evita que o alimento seja transformado em gordura (SLONECKI *et al.*, 2023; WANG; NIE; ZHU, 2016; MOHANRAJ; SIVASANKAR, 2014; CONAQ, 2020).

Durante a crise de 1929, nos Estados Unidos, a batata-doce representou fonte de alimento importante para boa parte da população norte-americana, por se tratar de uma hortaliça barata e nutritiva (EMBRAPA, 2021). Na China, em 1954, ela também teve grande impacto na alimentação, sendo amplamente consumida após uma série de intercorrências que levaram à perda de lavouras de arroz.

Durante o Estudo Nacional de Despesa Familiar (ENDEF/75), ela era a quarta hortaliça mais consumida pela população brasileira, com 3,6 kg/pessoa/ano, sendo superada somente pela batatinha, tomate e grupo das abóboras. Em 1989, foi a segunda hortaliça em área cultivada no País, superada apenas pela batatinha (EMBRAPA, 1989), cujos maiores produtores foram os estados do Rio Grande do Sul (quase 30% do total), Paraná, Pernambuco, Santa Catarina, Paraíba, Bahia e Minas Gerais.

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A cultura da batata-doce é produzida no mundo em 111 países, nos quais mais de 8 milhões de hectares de terra são usados para produzir 89 milhões de toneladas de batata-doce em todo o mundo (SLONECKI *et al.*, 2023). Em 2019, a produção de batata-doce atingiu a marca de mais 51,9 milhões de toneladas, ocupando a sétima posição entre as culturas mais produzidas mundialmente (LUCAS *et al.*, 2022). O continente asiático é responsável por 90 % do volume de produção de batata-doce, sendo a China o maior produtor de batata-doce, com 78

milhões de toneladas, que correspondem a 76% da produção mundial (SLONECKI *et al.*, 2023; MENDOZA, 2017). No Brasil, o valor da produção de batata-doce ficou em 258.969 mil reais, com 350.512 toneladas produzidas, sendo o Paraná o 7º no ranking nacional com maior valor de produção, perdendo somente para São Paulo, Rio Grande do Sul, Sergipe, Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco (IBGE, 2017).

Ainda, a batata-doce é uma hortaliça muito versátil, podendo ser utilizada tanto na alimentação humana, alimentação animal, uso industrial e até mesmo ornamental. Como alimento, podem ser utilizadas tanto as raízes como as folhas da batata-doce. De acordo com o Circular técnico do CNPHortaliças (EMBRAPA, 1989), as raízes podem ser preparadas cozidas, assadas ou fritas, sem adição de nenhum condimento. As cultivares de polpa roxa, e mesmo as de polpa branca ou creme, são utilizadas no preparo de doces caseiros. Ainda, os brotos (últimos 10 a 15 cm) também são usados na alimentação humana em alguns países, sendo fonte de vitaminas A e B₂, ferro e proteína.

Na indústria, além da sua utilização para extração do amido de alta qualidade, empregado na indústria de tecidos, papel, cosméticos, preparação de adesivos e glucose, e na manufatura de alimentos industrializados, a batata-doce tem sido explorada na indústria no desenvolvimento de produtos inovadores, como o uso do amido na produção de biofilme (EMBRAPA, 1989; DARON *et al.*, 2020). No Peru a farinha de batata-doce é misturada à de trigo para a fabricação do chamado pão-de-batata-doce ("*pan-camote*") e as cultivares de polpa amarela, creme ou salmão são usadas no preparo de doce enlatado (marrom-glacê) (EMBRAPA, 1989). Podem ainda ser usadas desidratadas na forma de farinha, semelhante à farinha de mandioca, ou ainda para a produção de álcool, como uma cultura alternativa ou complementar à mandioca, cana-de-açúcar, sorgo sacarino e outras.

Na alimentação animal, as raízes de batata-doce são utilizadas na alimentação de bovinos, aves e suínos, cruas, cozidas ou na forma de raspa. As ramas são ricas em amido, açúcares, proteínas e vitaminas, sendo utilizadas na alimentação de gado leiteiro, verdes ("*in natura*") ou na forma de silagem. Em alguns países são fornecidas frescas, principalmente para os animais ruminantes, mas as folhas e brotos são também consumidas por aves e peixes (EMBRAPA, 1989; DARON *et al.*, 2020).

Como planta ornamental, são muito utilizadas cultivares de crescimento vegetativo muito vigoroso e/ou com hastes e folhas arroxeadas. De acordo com Santos e Caires (2022), outras espécies da família Convolvulaceae também possuem interesse econômico, como a azulzinha (*Evolvulus glomeratus* Ness & Mart.), a gota-de-orvalho (*Evolvulus pusillus* Choisy) e a esqueletinha-de-jardim (*Ipomoea quamoclit* L.) que são ornamentais. Há também aquelas de uso medicinal, por exemplo, a batata-de-purga (*Operculina macrocarpa* (L.) Urb.) que é usada como laxante, purgativo e depurativo.

2.3 FITOQUÍMICA

De acordo com Simões *et al.* (2010) e SILVA (2018), as plantas produzem uma larga e diversa ordem de compostos através de seu metabolismo, o qual representa o conjunto de reações químicas que está sempre ocorrendo em cada célula, suprindo o organismo de energia, renovando suas moléculas e garantindo a continuidade do estado organizado. Os compostos químicos que são formados, degradados ou transformados recebem o nome de metabólitos, sendo estes divididos em metabólitos primários e secundários. Tais reações possuem um certo direcionamento por conta da presença de enzimas específicas visando o aproveitamento de nutrientes para satisfazer as exigências fundamentais da célula, sendo denominadas de vias metabólicas (CHAMPEE *et al.*, 2008 *apud* SILVA, 2018).

Os metabólitos primários, tais como a celulose, lignina, proteínas, lipídeos, açúcares e ácidos nucleicos, estão relacionados ao metabolismo energético básico da planta e são produzidos por todos os organismos vivos, visto que são indispensáveis para a existência das espécies. Já com relação aos metabólitos secundários, como as cumarinas, flavonóides, taninos, alcaloides, saponinas, esteroides e triterpenos, possuem sua biossíntese restrita a algumas espécies, uma vez que estão relacionados às estratégias de defesa, perpetuação e sobrevivência da planta (SILVA, 2013; SIMÕES *et al.*, 2017).

Em termos práticos, todas as plantas são capazes de produzir metabólitos secundários, mas esta característica prevalece em plantas selvagens em virtude da sua competição com as demais, visando garantir sua sobrevivência (SOUZA FILHO; ALVES, 2002). Tais substâncias já foram consideradas até mesmo como produtos de excreção, mas nas últimas décadas constatou-se que houve um grande avanço

científico no estudo dos vegetais e seus metabólitos, com a identificação de vários compostos importantes na alimentação e saúde (SIMÕES *et al.*, 2017; PEREIRA; CARDOSO, 2012; SILVA, 2018; MIRANDA; CONCEIÇÃO, 2010). Essas substâncias são importantes nas áreas farmacêutica, alimentar, perfumaria, agrônômica, dentre outras devido à sua capacidade de interação em sistemas biológicos, sendo amplamente estudados para aplicação como compostos antimicrobianos, antidepressivos, anestésicos, relaxantes musculares, antivirais, etc (PEREIRA; CARDOSO, 2012; SIMÕES *et al.*, 2017).

Já foram isolados e identificados mais de 135 compostos a partir de extratos de folhas, raízes e cascas de batata-doce roxa, incluindo 47 flavonóides (antocianinas, flavonóis e flavonas), 36 ácidos fenólicos e seus derivados, 18 ácidos orgânicos, 14 carotenóides, dentre outros (JIANG *et al.*, 2022).

2.3.1 Cromatografia em Camada Delgada

Um dos métodos que pode ser utilizado para a detecção de tais compostos é a Cromatografia em Camada Delgada (CCD). O termo “cromatografia” se refere a um método físico-químico de separação dos compostos de uma mistura que se baseia na diferença de afinidade e velocidade da eluição de uma fase móvel líquida ou gasosa através de uma fase estacionária (KRULL, 2012 *apud* SILVA, 2018). A CCD é um método cromatográfico de adsorção líquido-sólido utilizado para analisar, identificar ou separar componentes de uma mistura, que consiste de uma fase estacionária fixada em uma placa (de vidro ou alumínio) e uma fase móvel, que é composta por um solvente ou combinação de solventes, chamado eluente. A amostra a ser analisada é aplicada sobre a fase estacionária, que é um adsorvente, sendo a sílica gel e alumina os mais utilizados (LABORATÓRIO [...], [2019?]; BRONDANI, [2020?]).

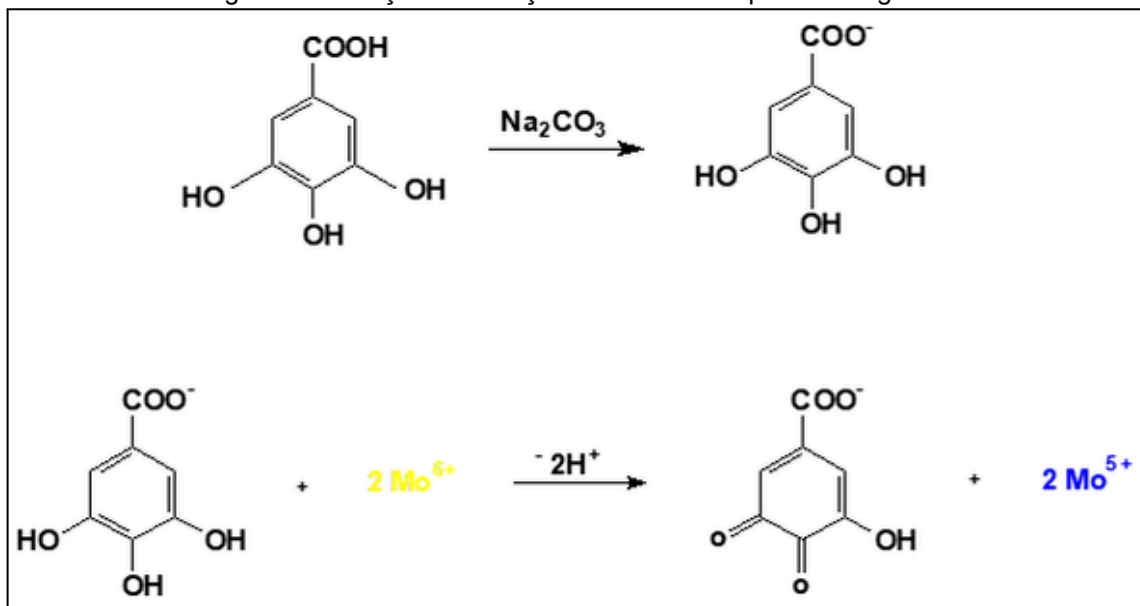
2.3.2 Doseamento de compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos estão relacionados com a cor, o sabor, a acidez e a adstringência da planta, sendo divididos em monocíclicos, que engloba os fenólicos simples; flavonoides, que possuem dois anéis aromáticos na sua estrutura; e os policíclicos, como os polifenóis.

Considerado que a batata-doce possui uma gama de ácidos fenólicos e seus derivados, um dos métodos mais antigos utilizados para a quantificação de fenóis em uma amostra é o ensaio de Folin-Ciocalteu, sendo conhecido portanto como doseamento de fenólicos totais. Foi originalmente desenvolvido por Singleton e colaboradores em 1965 e padronizado para quantificação de fenóis totais em 1999 (TOMEI; SALVADOR, 2007).

O Reagente de Folin-Ciocalteu (FCR) consiste de mistura dos ácidos tungstênio e molibdênio, sendo que este último se encontra no estado de oxidação VI, cujo complexo Molibdato de Sódio ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) apresenta coloração amarelada. Na presença de agentes redutores (Figura 1), tais como os compostos fenólicos, esse complexo reage adquirindo coloração azul, proporcionalmente à concentração das substâncias redutoras (AGBOR et al., 2014 apud SILVA, 2018).

Figura 1 - Reação de redução do molibdênio pelo ácido gálico



Fonte: NÚCLEO [...] ([s.d.]).

Os compostos fenólicos englobam diversas classes de metabólitos secundários, tais como os flavonoides, taninos, cumarinas, dentre outros. São substâncias em que pelo menos um hidrogênio do anel aromático está substituído por hidroxila (SIMÕES et al., 2017) sendo produzidos frente a situações de estresse, como infecções, fermentos, radiações UV, dentre outros (ANGELO; JORGE, 2007).

2.3.3 Doseamento de flavonoides totais

Os flavonoides englobam um grupo de compostos fenólicos distribuídos em plantas, principalmente nas frutas e vegetais evidenciados sob variantes como flavonas, flavonóis, flavanonas, antocianinas, catequinas e isoflavonas (LEITE, 2017 *apud* SILVA, 2018).

O ensaio de quantificação de flavonoides se baseia em uma reação de complexação entre o reagente cloreto de alumínio e os flavonoides produzindo coloração amarelada, cuja intensidade está diretamente proporcional à concentração deste constituinte na planta (WOISKY; SALATINO, 1998).

2.4 APLICAÇÕES

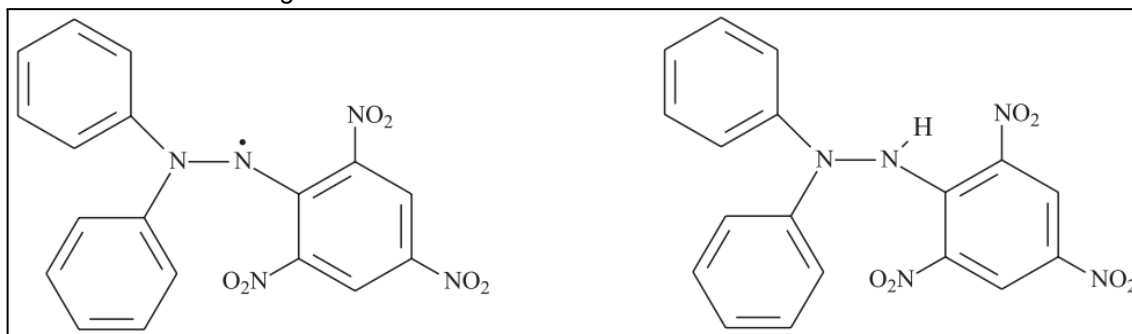
2.4.1 Antioxidante

As antocianinas e os ácidos fenólicos são conhecidos pela sua ampla gama de reatividade *in vivo*, incluindo uma forte capacidade antioxidante (JIANG *et al.*, 2022). Tendo isso em vista, uma das metodologias para determinar a atividade antioxidante é através do sequestro do radical livre 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH). Normalmente radicais livres contém elétron desemparelhado, sendo instáveis e bastante reativos. Contudo, a presença de três anéis aromáticos, dois átomos de nitrogênio e de três grupamentos NO₂ no DPPH confere a ele um efeito importante de ressonância, levando ao deslocamento de elétrons desemparelhados por toda a molécula, estabilizando sua carga eletrônica (OLIVEIRA, 2015).

Devido à sua estabilidade, este composto possui coloração violeta a púrpura, caracterizada por uma banda de absorção em etanol ou metanol em cerca de 520 nm. Na presença de substâncias antioxidantes, estas irão atuar como doadores de átomo de hidrogênio ou transferir elétrons ao DPPH (Figura 2), reduzindo-o a hidrazina (DPPH-H), o que altera a coloração da solução para amarelo pálido, cujo decaimento da absorbância pode ser monitorado espectrofotometricamente. Isto é, na sua forma radical, o DPPH é absorvido em um comprimento de onda específico, mas após redução por um antioxidante ou uma espécie radical a absorção desaparece, sendo considerado portanto um método colorimétrico válido, fácil e rápido para avaliação de propriedades antioxidantes

(ALVES *et al.*, 2010; SILVA, 2018; BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995; MENSOR *et al.*, 2001; CHENG; MOORE; YU, 2006; OLIVEIRA, 2015).

Figura 2 - Formas radicalar e não radicalar do DPPH



Fonte: ALVES *et al.* (2010).

2.4.2 Proteção solar

Ao atingir a pele desprotegida, a ação cumulativa da radiação UV provoca um processo complexo associado a reações químicas e morfológicas, ocorrendo a formação de espécies reativas de oxigênio (EROs), as quais causam danos oxidativos às diversas organelas do corpo humano, como DNA, proteínas e membranas biológicas (BALOGH *et al.*, 2011).

Uma vez que os compostos fenólicos são substâncias redutoras, eles promovem atividade antioxidante protetiva contra os efeitos prejudiciais dos radicais livres e EROs (SILVA *et al.*, 2018).

Desta forma, uma das metodologias mais simples para prever a capacidade fotoprotetora de uma substância é a realização de um ensaio *in vitro* através de uma varredura na região do ultravioleta.

2.4.3 Formulações cosméticas

Viegas Jr, Bolzani e Barreiro (2006) afirmam que “a busca por alívio e cura de doenças, por meio da ingestão de ervas e folhas, talvez tenha sido uma das primeiras formas de utilização desses produtos”. As civilizações oriental e ocidental possuem exemplos da utilização de recursos naturais durante seu desenvolvimento, seja na medicina, no controle de pragas e em mecanismos de defesa. Muitas substâncias que foram introduzidas na terapêutica permanecem até hoje como

medicamentos, demonstrando a importância das plantas medicinais para o desenvolvimento da química e da medicina moderna (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

A batata-doce é uma excelente fonte de nutrientes, incluindo antioxidantes como beta-caroteno, além de vitaminas A, C e E, que são benéficas para a pele. Ela pode ser usada em produtos para a pele devido às suas propriedades hidratantes, suavizantes e iluminadoras, combatendo até mesmo espinhas, rugas, olheiras e clareando manchas na pele (FUNATO, 2020).

Em *sites* na internet e redes sociais é possível encontrar alguns produtos que contenham extratos ou derivados de batata-doce, tais como cremes e máscaras faciais, loções corporais, esfoliantes, tônicos e até mesmo produtos para cabelo, como condicionadores e máscaras capilares, dentre outros. No *site* Conaq é possível encontrar algumas dicas de como utilizar a batata doce para deixar a pele mais bonita com algumas receitas caseiras (FUNATO, 2020).

Contudo, essas formulações se baseiam somente em conhecimento popular, não havendo estudos científicos que embasam tais utilizações até o presente momento, e por isso pesquisas nesta área se tornam de extrema importância.

2.4.4 Formulações labiais

A pele dos lábios possui uma estrutura muito diferente das outras regiões do corpo, estando constantemente exposta a fatores externos, como o sol, vento e frio, os quais podem levar ao ressecamento, aspereza e conseqüentemente rachaduras, representando os maiores desafios no desenvolvimento e produção de produtos cosméticos destinados a esta região (LIP BALM [...], [s.d.]; HELFER, 2023). O cuidado com os lábios pode ser um pouco negligenciado, e por isso é tão importante o desenvolvimento de mais e mais cosméticos que promovam a criação de uma barreira e protejam este tecido tão delicado em nosso corpo (LIP BALM [...], [s.d.]).

Batons e *lip balms* são formulações tópicas para aplicação labial, usualmente comercializados como cosméticos. De acordo com Helfer (2023), formulações tópicas são aquelas que se destinam a aplicação na pele ou em certas mucosas, com ação local, ou servindo como local de penetração de ativos, das quais são desejáveis suas ações emoliente e protetora.

O termo "*lip balm*", "*balm* labial" ou em tradução livre, "bálsamo labial" é uma forma farmacêutica de cuidado labial projetada para hidratar e proteger os lábios que

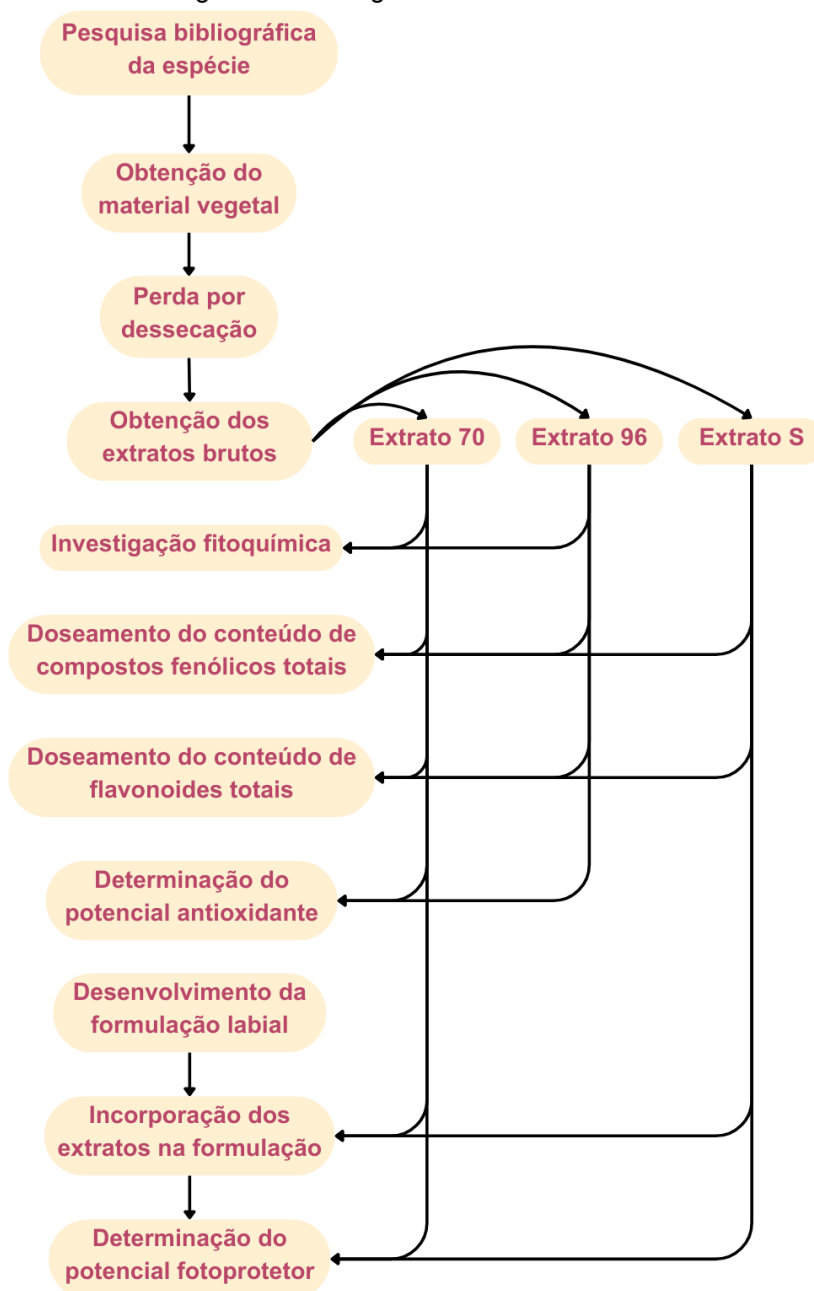
pode ser encontrada em forma de bastão, em gel ou em pasta, sendo mais comumente acondicionados em potes de vidro, plástico ou metal. Essa forma farmacêutica surgiu como uma alternativa aos batons, uma vez que eram pensados para serem produtos mais naturais e com altas propriedades hidratantes (FERNANDES *et al.*, 2013; LIP BALM [...], [s.d.]; HELFER, 2023).

Um *balm* labial contém na sua composição básica ingredientes que ajudam a manter a hidratação dos lábios, tais como ceras, óleos vegetais e manteigas, além de aditivos, como vitamina E. A hidratação labial ajuda a proteger dos danos causados pelos raios solares, além de criar uma barreira protetora contra a poluição do ar, ressecamento, rachaduras e outros fatores que prejudicam a saúde dos lábios (LIP BALM [...], [s.d.]).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

As análises foram realizadas no Laboratório de Farmacotécnica da Universidade Federal do Paraná (UFPR), com o apoio do grupo de pesquisa Núcleo de Estudos em Produtos Naturais e Farmacotécnica (NEPNF), sob a orientação da professora Deise Prehs Montrucchio. Um fluxograma esquemático das atividades desenvolvidas se encontra na Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma das atividades desenvolvidas



Fonte: A autora (2024).

3.1 MATERIAL VEGETAL

Cerca de 4 kg de tubérculos de *Ipomoea batatas* da cultivar Brazlândia roxa (Figura 4) foram adquiridos no comércio na cidade de Curitiba-PR em setembro de 2023. O material vegetal foi higienizado com detergente neutro e lavado em água corrente.

Figura 4 - Batatas-doce da cultivar Brazlândia roxa



Fonte: A autora (2023).

As batatas foram descascadas, rendendo um total de 214 g de cascas frescas, as quais foram deixadas à temperatura ambiente por 24 horas (Figura 5A). Posteriormente as cascas passaram por um processo de trituração manual com o auxílio de uma tesoura, e então colocadas em estufa a 50°C até secar no Laboratório de Fitoquímica do Departamento de Farmácia da UFPR (Figura 5B).

Figura 5 - Cascas da batata-doce roxa



Fonte: A autora (2023).

Nota: em A) Cascas frescas e em B) Cascas dessecadas a 50°C.

3.2 PERDA POR DESSECAÇÃO

A umidade de um material vegetal pode ser determinada através de três métodos: perda por dessecação ou gravimetria, método azeotrópico (destilação com tolueno) ou ainda método volumétrico (Karl Fischer), sendo o primeiro o mais simples e rápido (BRASIL, 2019a, v. 1, p. 341). No presente trabalho utilizou-se a análise gravimétrica, que constitui um tipo de técnica laboratorial usada para determinar a massa ou concentração de uma substância, medindo alterações na massa (INTRODUÇÃO [...], [2016?]).

Para esta análise, três placas de Petri previamente higienizadas e respectivamente identificadas foram colocadas na estufa a 105°C durante 1 hora, seguido de dessecador até resfriamento para determinação de seu peso.

Na sequência, foram pesados cerca de 1,5 a 2 g das cascas dessecadas da batata-doce, em triplicata. Essas amostras foram então colocadas na estufa a 105°C por 5 horas, de modo a remover a água restante.

Decorrido o intervalo, as placas contendo as amostras foram colocadas no dessecador até esfriar para então serem pesadas novamente. Este procedimento foi

repetido até que a amostra apresentasse peso constante, isto é, até que duas pesagens consecutivas não difiram em mais de 0,5 mg por grama da substância em exame, sendo que a segunda pesagem deve ser efetuada após uma hora de secagem adicional nas condições especificadas (BRASIL, 2019a, 2019, p. 124).

Os resultados da perda por dessecação foram obtidos pela diferença entre as massas do material vegetal antes e depois da secagem, sendo a massa perdida a umidade, expressa em % (p/p), conforme a equação 1:

$$\text{Equação 1 - Cálculo para determinação do teor de umidade}$$
$$\text{Umidade (\%)} = \left[\left(\frac{\text{peso da amostra fresca}}{\text{peso da amostra seca}} \right) \div \text{peso da amostra} \right] \times 100$$

Fonte: Adaptado de BRASIL (2019a, p. 124).

3.3 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS

Segundo o volume 1 da 6ª edição da Farmacopéia Brasileira (BRASIL, 2019a, p. 33), “extratos são preparações de consistência líquida, semi-sólida ou sólida, obtidas a partir de drogas vegetais, utilizando-se métodos extrativos e solventes apropriados”. Portanto, abaixo encontram-se descrito os métodos de extração utilizados neste trabalho.

3.3.1 Extrato 70

Primeiramente, 52,087 g de cascas secas foram trituradas com o auxílio de um liquidificador, de modo a reduzir o tamanho das partículas e aumentar sua superfície de contato, conseqüentemente melhorando a extração. Da tomada de amostra inicial, apenas 51,651 g foram utilizados para a extração hidroalcoólica, enquanto que o restante foi perdido no processo de pulverização. A amostra pulverizada foi acondicionada em um frasco de vidro e foram adicionados 300 mL de álcool 70% para a extração, visto que uma parte seria perdida por evaporação. Esse sistema ficou macerando fechado a frio durante 30 minutos para o amolecimento do material vegetal seguido de extração em banho-maria a 70°C durante 1 hora, com a tampa semi-aberta. Na sequência, o frasco foi retirado do aquecimento e deixado esfriar à temperatura ambiente, o qual permaneceu macerando a frio e ao abrigo da luz com a tampa completamente fechada durante 3 dias. Após esse período, o

frasco foi recolocado semiaberto no banho-maria por mais 1 hora, e então seu conteúdo foi filtrado a quente para outro recipiente com auxílio de funil e papel filtro. Por fim, o recipiente foi colocado sobre o banho-maria a $65 \pm 5^\circ\text{C}$ para evaporar o restante do solvente e concentrar o extrato.

3.3.2 Extrato 96

Esta extração utilizou como material inicial o remanescente da filtração do extrato 70, também chamado de resíduo ou torta, o qual foi acondicionado novamente em um frasco de vidro e então adicionado álcool 96% até cobrir o material vegetal. Esse frasco ficou macerando a frio durante uma semana ao abrigo da luz e sem renovação do líquido extrator. Todos os dias o frasco era agitado e homogeneizado.

Esta amostra foi filtrada a frio utilizando funil de vidro e algodão, e o extrato foi concentrado da mesma maneira que a amostra anterior. O resíduo da filtração foi acondicionado em uma cápsula de porcelana e seco em estufa a 50°C durante 1 dia, rendendo um total de 36,784 g de pó seco.

3.3.3 Extrato S

Ao contrário das extrações anteriores que utilizaram a maceração, a extração por equipamento Soxhlet tem como princípio a percolação em sistema fechado, um processo dinâmico em que ocorre o arrastamento do princípio ativo pela passagem contínua do líquido extrator, levando ao esgotamento da planta através do gotejamento lento (CABRAL; TANIMOTO, 2017).

Para esta extração, os 36,784 g provenientes da torta do extrato 96 foram acondicionados no equipamento de Soxhlet modificado (Figura 6A) e adicionado etanol 70% até volume adequado. O sistema ficou extraíndo por um total de 17 horas, e após esse intervalo, o extrato líquido presente no balão foi filtrado a frio para um frasco de vidro com auxílio de funil e papel filtro (Figura 6B). O frasco foi então colocado sobre o banho-maria a $65 \pm 5^\circ\text{C}$ até a evaporação do solvente para concentração do extrato.

Diferentemente dos sistemas de convencionais, o equipamento de soxhlet modificado, inscrito no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) sob o nº de

patente 0601703-7 A2, apresenta um alargamento do sifão lateral a partir da curva superior, o que impede o refluxo do solvente, permitindo a extração por gotejamento (CARVALHO; MIGUEL; MIGUEL; DADALT, 2007 *apud* GRIBNER, 2017). Desta forma, o material vegetal fica constantemente em contato com o líquido extrator.

Figura 6 - Processo de obtenção do extrato das cascas da batata-doce roxa por Soxhlet



Fonte: A autora (2024).

Nota: Em A) Extração por Soxhlet modificado e em B) Filtração do extrato obtido.

3.4 INVESTIGAÇÃO DOS COMPONENTES FITOQUÍMICOS POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA

Todas as CCDs utilizaram como fase estacionária cromatofolhas de sílica gel de 0,2 mm cortadas em retângulos de 5,0 x 2,5 cm. Foram testadas as amostras dos extratos 70 e 96 dissolvidos em metanol, as quais foram aplicadas sobre as placas utilizando capilares de vidro.

A presença de alcaloides pode ser evidenciada através da eluição da fase móvel Clorofórmio/Metanol (95:5) em atmosfera saturada de hidróxido de amônio e o revelador de Dragendorff acético. O reagente geral de alcalóides (RGA) Dragendorff

é composto por 5 g de carbonato de bismuto, 25 g de iodeto de potássio, 12 mL de ácido clorídrico concentrado e água destilada qsp 100 mL. Dessa solução, foi feita uma mistura na proporção de 1:1 com ácido acético glacial. Em caso positivo, os alcalóides apresentam coloração alaranjada. Como padrão foi utilizada a Papaverina (Oliveira *et al.*, 2014; Valente *et al.*, 2006).

A investigação de antraquinonas foi feita com Acetato de Etila/Metanol/Água destilada (100:17:13) e revelado com hidróxido de potássio 5% em etanol. Em caso positivo, há formação de coloração vermelha na placa (WAGNER; BLADT, 1996).

Para a pesquisa de cumarinas foi utilizado Tolueno/Acetato de Etila (80:20) e como revelador hidróxido de potássio 5% em etanol. Na presença de cumarinas a placa apresenta fluorescência azul ou verde quando exposta à luz UV (MIGUEL; MIGUEL, 2003).

O estudo de esteroides e/ou triterpenos se deu através das metodologias propostas por Oliveira *et al.* (2014) e por Wagner e Bladt (1996), em que se utiliza a fase móvel Tolueno/Acetato de Etila (93:7) e o revelador vanilina fosfórica, preparada no momento do uso. Isto é, uma mistura 1:1 de solução de vanilina 1% em etanol (v/v) com ácido fosfórico 5% (v/v). Após aplicação do revelador, a placa é colocada sob aquecimento em chapa ou estufa a 105°C. O padrão utilizado foi o β -sitosterol. Na presença de esteróides e/ou triterpenos na amostra, a placa apresenta coloração rosa ou violácea.

Para a pesquisa de flavonoides foi utilizado Acetato de Etila/Ácido Fórmico/Ácido Acético glacial/Água destilada (100:11:11:26) para a primeira placa e Acetato de Etila/Acetona/Água destilada (15:8:2) para a segunda placa. Em ambas foi aplicado o revelador de NEU, uma solução de 1 g de difenol-etil-oxi-etil-amino em metanol qsp 100 mL. Na presença de flavonoides pode ser observada coloração amarela na placa quando exposta sob a luz UV (WAGNER; BLADT, 1996).

Por fim, na investigação de taninos foi empregada as metodologias de Oliveira *et al.* (2014) e de Wagner e Bladt (1996), que utiliza a mesma fase móvel que flavonoides, mas como revelador cloreto férrico 2% em álcool, formado por 2 g de cloreto férrico dissolvido em água destilada ou metanol qsp 100 mL. Como padrão foi empregado ácido gálico. Sob a luz UV, há a formação de coloração verde na presença de taninos condensáveis, azul para taninos hidrolisáveis e marrom para compostos fenólicos.

Um resumo das fases móveis, padrões e reveladores utilizados se encontra descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Metodologias utilizadas na investigação fitoquímica por CCD

METABÓLITO	FASE MÓVEL	REVELADOR	PADRÃO
Alcalóides	Clorofórmio/Metanol 95:5	Dragendorff acético (mistura do reagente de Dragendorff com ácido acético glacial na proporção de 1:1)	Papaverina
Antraquinonas	Acetato de Etila/Metanol/Água destilada 100:17:13	KOH 5% em etanol	-
Cumarinas	Tolueno/Acetato de Etila 80:20	KOH 5% em etanol	-
Esteróides/Triterpenos	Tolueno/Acetato de Etila 93:7	Vanilina fosfórica (mistura de ácido fosfórico 10% com vanilina 1% na proporção de 1:1)	β -sitosterol
Flavonóides	Acetato de Etila/Ácido Fórmico/Ácido Acético glacial/Água destilada 100:11:11:26	NEU	-
Flavonóides 2	Acetato de Etila/Acetona/Água destilada 15:8:2	NEU	-
Taninos	Acetato de Etila/Acetona/Água destilada 15:8:2	Cloreto férrico 5% em álcool	Ácido gálico

Fonte: A autora (2024).

3.5 DOSEAMENTO DE FENÓLICOS TOTAIS

O conteúdo de compostos fenólicos totais dos extratos brutos das cascas da batata-doce roxa foi quantificado utilizando o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu descrito por Woisky & Salatino (1998) modificada por Surek *et al.* (2022).

Primeiramente foi preparada uma solução estoque a 1 mg/mL dos extratos brutos 70, 96 e S em metanol, a qual foi diluída de maneira a obter as concentrações de 200 e 400 μ g/mL. Ainda, foram preparadas soluções de ácido gálico em metanol nas concentrações de 25, 50, 75, 100 e 150 μ g/mL para a curva de calibração.

Foram adicionados à uma microplaca de 96 poços, em octuplicata e ao abrigo da luz, 20 μ L das amostras, 80 μ L de solução de carbonato de sódio 7,5% em água e 100 μ L do reativo de Folin-Ciocalteu 2N, nesta ordem. A curva de calibração

foi realizada nas mesmas condições. Também foram feitos 8 pontos de branco contendo 20 µL das amostras nas concentrações citadas e 180 µL de metanol. As placas foram deixadas no escuro por 60 minutos e a leitura foi realizada no comprimento de onda de 690 nm em leitor de microplacas (Espectrofotômetro Thermo Scientific, modelo Multiskan FC, programa Photometric) localizado na Central Analítica do prédio de Farmácia na UFPR.

A média e desvio padrão foram calculados e um gráfico de dispersão foi plotado para a curva de calibração utilizando o programa Microsoft Excel. Os resultados do doseamento foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico (EAG)/miligrama de amostra.

3.6 DOSEAMENTO DE FLAVONÓIDES

O teor de flavonóides dos extratos foi determinado utilizando a metodologia de Devequi-Nunes *et al.* (2018) com modificações.

Foram preparadas soluções de rutina nas concentrações de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 e 50 µg/mL em metanol para a realização da curva de calibração. As amostras testadas neste ensaio foram as mesmas que no doseamento de fenólicos, ou seja, os extratos 70, 96 e S nas concentrações de 200 e 400 µg/mL em metanol.

Igualmente, foram adicionados em octuplicata à uma microplaca de 96 poços 100 µL da amostra ou a solução do padrão juntamente com 100 µL de cloreto de alumínio 2%, enquanto que o branco constituiu uma solução a 50% de amostra em metanol. As placas foram deixadas sob o abrigo da luz durante 60 minutos. Decorrido este intervalo, a leitura da absorbância foi realizada a 414 nm no espectrofotômetro (Thermo Scientific, modelo Multiskan FC, programa Photometric). Os resultados estão expressos em miligramas equivalentes de rutina (ER)/miligrama de amostra.

3.7 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE DPPH

Para avaliar a atividade antioxidante dos extratos da *Ipomoea batatas* foi utilizado o método do sequestro do radical livre DPPH, descrito por Maciel *et al.* (2015).

Semelhante aos doseamentos, à uma microplaca de 96 poços foram adicionados, em octuplicata, 71 µL dos extratos 70 e 96 na concentração de 200 µg/mL em metanol e 29 µL do reagente DPPH (3 mg em 25 mL de metanol absoluto). Para o branco foi adicionado 71 µL da amostra e 29 µL do metanol, e para o controle negativo 71 µL de metanol e 29 µL de DPPH, também em octuplicata. Ainda, foram feitos três padrões como controles positivos utilizando 71 µL de BHT, ácido ascórbico e Trolox na concentração de 200 µg/mL em 29 µL do reagente DPPH. A placa foi deixada em repouso no escuro durante 30 minutos e a leitura da absorbância foi realizada a 540 nm em leitor de microplacas (espectrofotômetro Thermo Scientific, modelo Multiskan FC, programa Photometric).

Os resultados da determinação foram expressos como a porcentagem de descoloração do DPPH calculados conforme a equação 2:

$$\text{Equação 2 - Cálculo da atividade antioxidante}$$

$$AA\% = (100 - [AA - AB] \div AC) \times 100$$

Fonte: MENSOR *et al.* (2001)

Onde,

AA% é a porcentagem de inibição;

AA a absorção das amostras dos extratos 70 e 96;

AB a absorção média do branco;

AC a absorbância média do controle negativo.

3.8 DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO LABIAL

Para o desenvolvimento da formulação labial contendo o extrato bruto das cascas de *Ipomoea batatas* foram utilizados os óleos de girassol, linhaça marrom e de coco e as manteigas de cacau e/ou karité como agentes emolientes, que irão conferir hidratação aos lábios, a cera de abelha como agente espessante, o BHT e a vitamina E (tocoferol) como antioxidantes da formulação, o extrato (70 ou S) como ativo, e a glicerina como agente levigante do extrato.

A partir de uma composição básica foram testadas diferentes formulações alterando as concentrações dos ingredientes (Tabela 2).

Tabela 2 - Desenvolvimento da formulação de balm labial

MATÉRIA-PRIMA	QUANTIDADE (%)
Óleo de girassol	33,95 a 60%
Óleo de linhaça marrom	10%
Óleo de côco	10%
Manteiga de cacau	10 a 12%
Cera de abelha	4 a 30%
BHT	0,05%
Tocoferol	2%
Extrato das cascas de <i>Ipomoea batatas</i>	1 a 2%
Glicerina	2 a 4%

Fonte: A autora (2024).

Todos os ingredientes, exceto os extratos brutos das cascas de *Ipomoea batatas* e a glicerina, foram pesados em um béquer de plástico, o qual permaneceu em banho-maria a $75 \pm 5^\circ\text{C}$ até a fusão completa de todos os ingredientes. Em outro béquer de plástico o extrato foi pesado e levigado com a glicerina, formando uma fase homogênea. Uma vez que as matérias-primas estivessem fundidas, essa fase era vertida sobre o béquer contendo o ativo levigado, sob agitação constante. As fases foram homogeneizadas até que a formulação esfriasse (cerca de 45°C). A formulação foi então envasada em potes plásticos antes que solidificasse completamente. O aspecto era visualizado 24 horas após a produção.

3.9 DETERMINAÇÃO *IN VITRO* DA CAPACIDADE FOTOPROTETORA

3.9.1 FPS dos extratos de *Ipomoea batatas*

O ensaio para determinação do Fator de Proteção Solar (FPS) foi realizado *in vitro* através de uma varredura das amostras dos extratos nas concentrações de 100, 200, 400 e 1000 $\mu\text{g/mL}$ em metanol em espectrofotômetro (Shimadzu, modelo UV-1800) na região do ultravioleta entre os comprimentos de onda 290 a 320 nm.

Os resultados foram expressos corrigindo as absorbâncias através de fatores advindos de uma equação matemática (Equação 3) proposta por Mansur e colaboradores.

Equação 3 - Cálculo Fator de Proteção Solar Espectrofotométrico

$$FPS \text{ espectrofotométrico} = FC \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

Fonte: Mansur *et al.* (1986).

Em que,

FC = fator de correção (= 10);

EE (λ) = efeito eritematoso da radiação no comprimento de onda;

I (λ) = intensidade do sol no comprimento de onda;

Abs (λ) = leitura espectrofotométrica da absorbância da substância analisada no comprimento de onda.

3.9.2 FPS da formulação de *balm* labial

Cerca de 500 mg das amostras T7 sem ativo, T7 com 1% do extrato 70, T7 com 1% do extrato S e T7 com 2% do extrato S foram pesados em tubos de polipropileno de 15 mL e adicionados 5 mL de metanol. Os tubos foram agitados manualmente sem inversão, com leves batidas na extremidade inferior, e centrifugados a 3000 RPM durante 3 minutos a 21°C em centrífuga Eppendorf, modelo 5810 R, no Centro de Estudos em Biofarmácia (CEB) da UFPR. Foi realizada uma varredura do sobrenadante em espectrofotômetro marca Shimadzu, modelo UV-1800, em cubetas de quartzo nos comprimentos de onda de 290 a 320 nm no momento da dissolução e após 48 horas de repouso. Todos os espectros de absorção foram obtidos através do programa UVProbe 2.33.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PERDA POR DESSECAÇÃO

O percentual de umidade das cascas da batata-doce, determinado de acordo com o ensaio da Farmacopeia Brasileira, foi feito para cada uma das replicatas seguido do cálculo da média, cujo teor de umidade residual foi de 2,56%.

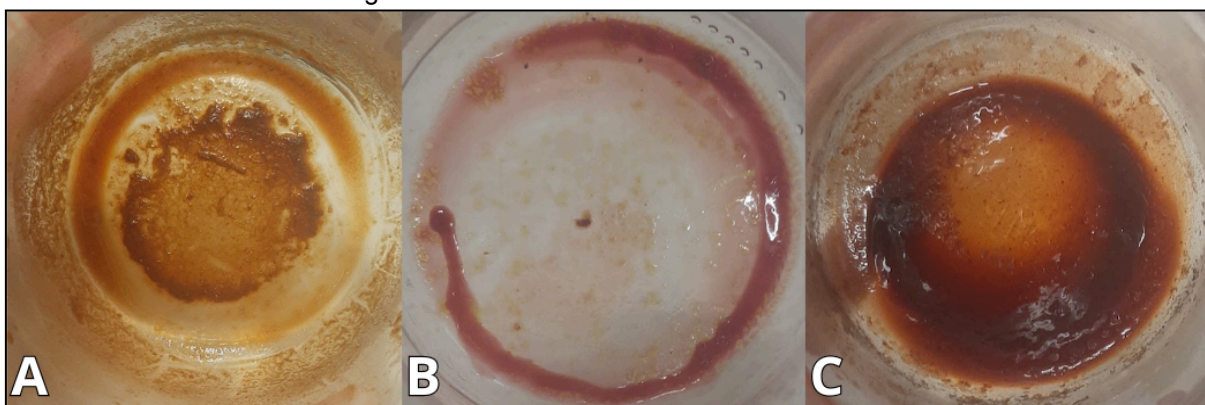
A batata-doce não se encontra descrita na Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2019b) até o presente momento, mas considerando que a maioria das drogas vegetais que constam nesta literatura possuem teor de umidade máximo entre 10 a 13%, pode-se concluir que o percentual encontrado para a batata-doce roxa está dentro dos limites aceitáveis segundo a literatura oficial.

Ainda, por constituir uma fonte muito rica em carboidratos, o crescimento de fungos e outros microrganismos se torna facilitado. Portanto, a desidratação é essencial para estabilizar o material vegetal e parar as reações bioquímicas e enzimáticas, impedindo a proliferação de microrganismos.

4.2 CARACTERÍSTICAS DOS EXTRATOS

O extrato 70 (Figura 7A) apresentou o aspecto de um xarope muito viscoso nas regiões em que tinha mais amostra, enquanto que os extratos 96 (Figura 7B) e S (Figura 7C) se apresentaram mais secos, com aspecto de uma pasta grudada ao vidro. Contudo, o extrato S ficou mais pegajoso que os demais, possivelmente por conta da natureza do método de extração levar ao esgotamento do material vegetal, então sugere-se que o extrato S possa ter extraído mais de algum componente que deu essa característica de pegajosidade quando comparado aos demais extratos.

Figura 7 - Característica visual dos extratos



Fonte: A autora (2024).

Nota: Em A) Extrato 70, em B) Extrato 96 e em C) Extrato S.

Com relação à coloração, os extratos 70 e S apresentaram uma tonalidade marrom, enquanto que o extrato 96 ficou mais claro e rosado, provavelmente devido ao perfil de compostos extraídos a frio ser diferente das metodologias que utilizam calor.

Os três extratos exibiram, em diferentes intensidades, aroma adocicado, possivelmente em decorrência dos teores de amido, um açúcar bastante presente nas polpas que pode ter permanecido presa à casca no momento de descascar, além de outros carboidratos. Ainda, o extrato 70 foi filtrado a quente, enquanto que os outros dois foram a frio. A filtração a quente impede a precipitação de gomas e mucilagens, as quais poderiam entupir o funil. Consequentemente, essas substâncias podem ter passado em maior quantidade para o extrato 70, o que lhe conferiu odor doce mais pronunciado.

4.3 INVESTIGAÇÃO DOS COMPONENTES FITOQUÍMICOS POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA

Os resultados obtidos da investigação fitoquímica por CCD demonstraram a presença dos metabólitos secundários cumarinas, esteroides/triterpenos, flavonoides e taninos (Tabela 3).

Tabela 3 - Dados das CCDs

METABÓLITO	EXTRATO 70	EXTRATO 96
Alcaloides	-	-
Antraquinonas	-	-
Cumarinas	+++	++
Esteróides/Triterpenos	+	+
Flavonóides	++	++
Flavonóides 2	+++	+++
Taninos	++	+

Fonte: A autora (2023).

A pesquisa de cumarinas foi positiva, visto que produziu fluorescência azul e verde sob radiação ultravioleta. Foi positiva para flavonoides, também apresentando fluorescência no UV, sendo que a segunda fase móvel utilizada demonstrou maior resolução. Foi observada uma leve coloração rósea no começo do aquecimento, sendo portanto, positiva para esteroides e/ou triterpenos. Foi positiva para taninos, podendo ainda inferir que os taninos presentes são os hidrolisáveis, uma vez que apresentaram mancha com coloração azulada. Foi negativa para antraquinonas, uma vez que não houve formação de coloração avermelhada. Por fim, não formou coloração alaranjada após aplicação do RGA, e portanto, a pesquisa foi negativa para alcaloides. As imagens de cada uma das CCDs podem ser visualizadas no Apêndice 1.

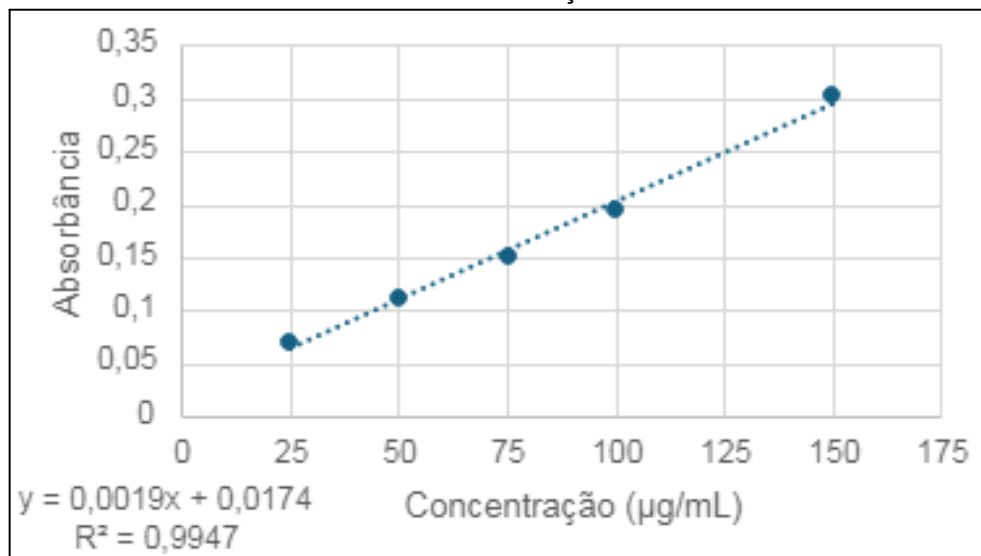
Os flavonoides, taninos e cumarinas encontrados na espécie vegetal são classes de metabólitos secundários que constituem o grande grupo de compostos fenólicos (SILVA, 2018). Sendo assim, foram realizados os doseamentos de compostos fenólicos totais e de flavonóides.

4.4 DOSEAMENTO DE FENÓLICOS TOTAIS

Diante dos resultados encontrados nas CCDs, foi realizado o doseamento de compostos fenólicos totais.

A curva de calibração (Gráfico 1) foi construída a partir dos valores médios da absorbância para cada uma das concentrações. Após a linearização da curva, foi obtida a equação da reta $y = 0,0019x + 0,0174$ com coeficiente de linearidade R^2 de 0,9947.

Gráfico 1 - Curva de calibração Ácido Gálico



Fonte: A autora (2024).

O teor de compostos fenólicos totais dos extratos testados foi calculado aplicando os valores de absorbância obtidos na equação da reta. Os resultados estão expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico/miligramas de amostra (Tabela 4).

Tabela 4 - Doseamento de Fenólicos Totais

	200 µg/mL	400 µg/mL
Extrato 70 (mg EAG/mg de amostra)	2,2534 ± 0,37	2,4353 ± 0,16
Extrato 96 (mg EAG/mg de amostra)	1,9105 ± 0,09	2,3151 ± 0,07
Extrato S (mg EAG/mg de amostra)	2,5677 ± 0,54	2,7535 ± 0,34

Fonte: A autora (2024).

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi semelhante entre os extratos 70 e S (2,2534 mg EAG/mg de amostra e 2,5677 mg EAG/mg de amostra para concentração de 200 µg/mL e de 2,4353 mg EAG/mg de amostra e 2,7535 mg EAG/mg de amostra para a de 400 µg/mL, respectivamente), sendo o extrato S com maior teor entre as amostras analisadas. Isso indica que, mesmo a tomada de amostra do extrato S ter sido o resíduo depois de duas extrações consecutivas, ainda sim foi possível extrair tais substâncias. Uma hipótese para explicar este resultados seria de que o processo de maceração não conduz ao esgotamento da matéria-prima vegetal, devido à saturação do líquido extrator ou ao estabelecimento

de um equilíbrio difusional entre o meio extrator e o interior da célula (CABRAL; TANIMOTO, 2017).

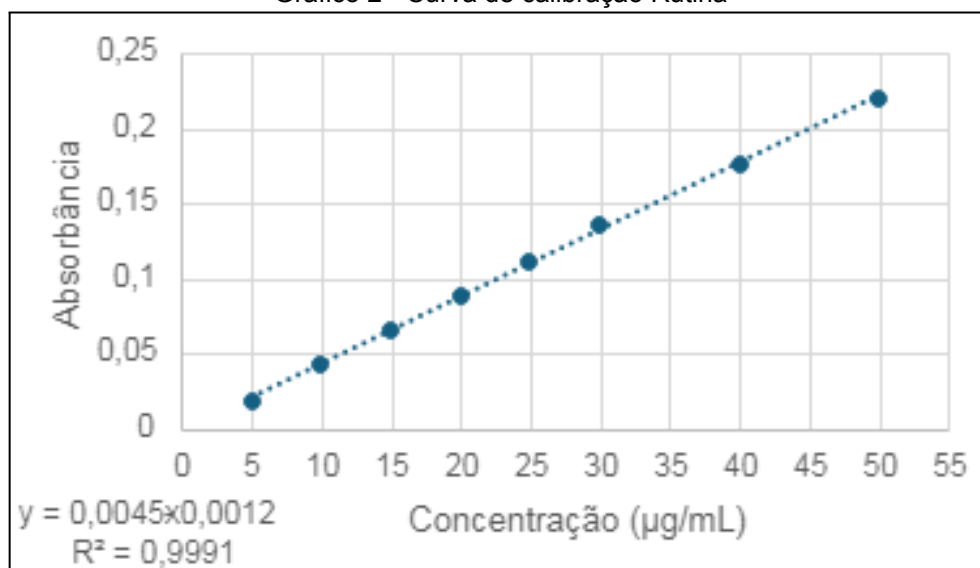
Dentre os extratos testados, o 96 foi o que apresentou menor teor de compostos fenólicos (1,9105 mg EAG/mg de amostra para a concentração de 200 µg/mL e de 2,3151 mg EAG/mg de amostra para a de 400 µg/mL), possivelmente devido aos outros dois extratos terem sido obtidos com etanol 70%, isto é, havia a presença de água, enquanto que o 96 não, sendo álcool absoluto. Sugere-se então que tais extratos solubilizaram mais compostos hidrofílicos, como os taninos, em detrimento dos outros. Ainda, devemos levar em consideração que o extrato 96 foi obtido por maceração a frio, a qual talvez não tenha sido suficiente para realizar a extração de tais componentes do material vegetal.

Devido ao teor de fenólicos obtido no doseamento, foram realizadas os ensaios do DPPH e do FPS, visto que esses compostos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante das plantas, contribuindo para a saúde humana através de sua capacidade de reduzir substratos, evitando assim a geração excessiva de radicais livres e seus subseqüentes danos (VIEIRA *et al.*, 2011).

4.5 DOSEAMENTO DE FLAVONÓIDES

Assim como para o doseamento de fenólicos totais, a curva de calibração da Rutina (Gráfico 2) foi construída com os valores médios de absorbância para as concentrações testadas. Após a linearização, a equação da reta obtida foi $y = 0,0045x + 0,0012$ e o coeficiente de linearidade $R^2 = 0,9991$.

Gráfico 2 - Curva de calibração Rutina



Fonte: A autora (2024).

Da mesma forma, o teor de flavonoides dos extratos foi calculado através do valor de absorbância encontrado para as amostras, aplicando-o na equação da reta. Os resultados estão expressos em miligramas de rutina/miligramas de amostra (Tabela 5).

Tabela 5 - Doseamento de Flavonóides

	200 µg/mL	400 µg/mL
Extrato 70 (mg ER/mg de amostra)	0,0421 ± 0,01	0,0757 ± 0,03
Extrato 96 (mg ER/mg de amostra)	0,0564 ± 0,02	0,1249 ± 0,02
Extrato S (mg ER/mg de amostra)	0,4359 ± 0,12	0,6697 ± 0,19

Fonte: A autora (2024).

De acordo com a classificação proposta por CHEW e colaboradores (2011), podemos afirmar que todas as amostras em análise apresentaram teores de flavonóides baixo (de 0,0421 mg Rutina/mg de amostra e 0,0757 mg Rutina/mg de amostra para o extrato 70, de 0,0564 0,1249 mg Rutina/mg de amostra para o extrato 96 e de 0,4359 mg Rutina/mg de amostra e 0,6697 mg Rutina/mg de amostra nas concentrações de 200 e 400 µg/mL, respectivamente), sendo novamente o extrato S o maior dentre eles.

Apesar do conteúdo de fenólicos ter sido relativamente alto, os flavonóides são apenas um dos metabólitos secundários desta classe, então supõem-se que houve a extração de outros polifenóis em maior proporção.

4.6 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE DPPH

Os resultados do potencial antioxidante estão expressos como percentual da capacidade de inibição do radical DPPH na Tabela 6.

Tabela 6 - Determinação da capacidade antioxidante

BHT	93,98% ± 0,45
Ácido Ascórbico	96,35% ± 0,81
Trolox	95,97% ± 0,57
Extrato 70	49,70% ± 0,46
Extrato 96	47,23% ± 0,89

Fonte: A autora (2024).

Comparando os percentuais dos extratos 70 e 96 (47,7% e 47,2%, respectivamente) com os padrões BHT, ácido ascórbico e Trolox (93,9%, 96,3% e 95,9%), podemos ver que os extratos apresentaram em torno da metade da capacidade antioxidante dos padrões utilizados. Com isso, propõe-se que ambos os extratos possam ser utilizados como ativos antioxidantes em formulações.

4.7 DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO LABIAL

A primeira formulação testada, denominada T1, era composta por 60% de óleo de girassol, 10% do óleo de linhaça marrom, 10% de óleo de coco, 10% de manteiga de cacau, 4% de cera de abelha, 0,05% de BHT e 2% de tocoferol. Inicialmente foi testado apenas a consistência da formulação, mas como a mesma ficou pouco sólida mesmo após atingir a temperatura ambiente, à uma parte da mesma foram adicionados mais 7,5% e 10% de cera de abelha, cujas novas formulações foram denominadas T2 e T3, respectivamente. Apesar da consistência ter melhorado um pouco, a formulação ainda apresentava característica bem pastosa. Na T3 foi também adicionado 1% do extrato 70, mas houve separação de fases durante a produção.

Portanto, para a formulação T4 aumentou-se um pouco o teor da manteiga de cacau e da cera de abelha, de modo a melhorar sua consistência, cujos percentuais ficaram 49,95% de óleo de girassol, 10% do óleo de linhaça marrom,

10% de óleo de coco, 12% de manteiga de cacau, 15% de cera de abelha, 0,05% de BHT, 2% de tocoferol e 1% do extrato 70. Esta já apresentou consistência bem sólida, mas apenas a homogeneização até resfriamento não pareceu ser suficiente para incorporar o ativo à formulação, visto que mesmo após estar fria ela apresentou fragmentos dispersos.

A partir da formulação T5 foi utilizado outro lote de manteigas, sendo que esta formulação possuía as mesmas quantidades dos componentes que a T1. Visto que a consistência permanecia pouco firme, com uma parte desta formulação foram realizados três testes, adicionando-se mais 8,5% (T5a), 11,9% (T5b) e 15% (T5c) de cera de abelha, sendo que esta última apresentou a melhor consistência até então.

A formulação T6 utilizou as mesmas quantidades que a T4, mas havendo a adição de uma pequena quantidade de glicerina como agente levigante do extrato. Esta já apresentou dureza interessante sem separação de fases.

Por fim, na formulação T7 aumentou-se mais um pouco a cera de abelha, sendo esta a formulação que apresentou melhor sensorial e consistência dentre todas as testadas. Portanto, a formulação final continha 34,95% de óleo de girassol, 10% do óleo de linhaça marrom, 10% de óleo de coco, 12% de manteiga de cacau, 30% de cera de abelha, 0,05% de BHT e 2% de tocoferol. À esta, foram incorporados os extratos brutos das cascas de batata-doce roxa conforme demonstrado na tabela 7.

Tabela 7 - Formulações finais do balm labial contendo extratos das cascas da batata-doce roxa

PROTÓTIPOS	T7 (%)	T7E1 (%)	T7S1 (%)	T7S2 (%)
MATÉRIA-PRIMA				
Óleo de girassol	34,95	34,95	34,95	33,95
Óleo de linhaça marrom	10	10	10	10
Óleo de coco	10	10	10	10
Manteiga de cacau	12	12	12	12
Cera de abelha	30	30	30	30
BHT	0,05	0,05	0,05	0,05
Vitamina E (tocoferol)	2	2	2	2
Extrato bruto das cascas de <i>Ipomoea batatas</i>	-	1% extrato 70	1% extrato S	2% extrato S
Glicerina	-	2	2	4

Fonte: A autora (2014)

No apêndice 2 se encontram as fotos referentes a cada uma das formulações testadas a título ilustrativo.

4.8 DETERMINAÇÃO *IN VITRO* DA CAPACIDADE FOTOPROTETORA

4.8.1 FPS dos extratos

A varredura foi realizada para os extratos 70, 96 e S nas concentrações de 100, 200, 400 e 1000 $\mu\text{g/mL}$, mas só foi possível calcular o FPS das concentrações de 200 e 400 $\mu\text{g/mL}$ (Tabela 8), pois as demais concentrações testadas ficaram fora da faixa de linearidade do equipamento.

Tabela 8 - FPS calculado para os extratos

	200 $\mu\text{g/mL}$	400 $\mu\text{g/mL}$
Extrato 70	2,92	6,34
Extrato 96	3,14	5,89
Extrato S	2,76	5,31

Fonte: A autora (2024).

O extrato 70 apresentou FPS de 2,9157 para a concentração de 200 $\mu\text{g/mL}$ e de 6,3373 para a de 400 $\mu\text{g/mL}$. Já para o extrato 96 foi de 3,1351 e 5,8937, respectivamente. Por fim, para o extrato S, o FPS foi de 2,7604 para 200 $\mu\text{g/mL}$ e de 5,3133 para 400 $\mu\text{g/mL}$.

Tais resultados são coerentes, uma vez que na Lei de Lambert-Beer a absorvância é dependente da concentração. Isso também pode ser evidenciado através dos espectros (Apêndice 3), que apresentaram comportamento crescente conforme aumentava a concentração testada.

4.8.2 FPS das formulações

Da mesma forma, a partir dos dados obtidos na varredura foi possível estimar o FPS das formulações (Tabela 9).

Tabela 9 - FPS calculado para as formulações

	Antes (0 hora)	Depois (48 horas)
T7 sem ativo	2,96	3,82
T7E1	7,37	9,58
T7S1	6,53	8,81

Fonte: A autora (2024).

O FPS calculado foi de 2,96; 7,37; e de 6,53 para as formulações T7 sem ativo, T7 com 1% do extrato 70 e T7 com 1% do extrato S, respectivamente. Com relação à formulação contendo 2% do extrato S, também não foi possível calcular o FPS pois a absorvância extrapolou a faixa ótima de leitura. Após 48 horas de repouso das soluções, em nova varredura, o FPS calculado foi de 3,82; 9,58; e 8,81; respectivamente.

Podemos perceber que a formulação mantém o potencial efeito protetor das cascas da batata-doce, visto que o FPS das formulações com os extratos foi maior do que aquela sem o ativo. Considerando que a boca está constantemente exposta à radiação solar, o desenvolvimento de uma formulação labial com os extratos das cascas da batata-doce se torna interessante, uma vez que a mesma apresentou característica fotoprotetora.

Ainda, é possível inferir que essa característica se mantém estável com o tempo, uma vez que após 48 horas o FPS não diminuiu, contribuindo para uma maior vida útil do produto (Apêndice 4).

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O percentual de umidade residual das cascas da batata-doce roxa foi de 2,56%, o qual se encontra dentro das especificações levando em consideração o teor máximo para outras drogas vegetais que constam na Farmacopeia Brasileira.

Com a investigação dos componentes fitoquímicos por cromatografia em camada delgada foi possível evidenciar a presença das classes fitoquímicas cumarinas, esteróides/triterpenos, flavonóides e taninos nos extratos 70 e 96.

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi maior para o extrato S (2,5677 mg EAG/mg de amostra em 200 µg/mL e 2,7535 mg EAG/mg de amostra em 400 µg/mL), seguido do extrato 70 (2,2534 mg EAG/mg de amostra para 200 µg/mL e 2,4353 mg EAG/mg de amostra para 400 µg/mL), que por sua vez foi maior do que o extrato 96 (1,9105 mg EAG/mg de amostra para a concentração de 200 µg/mL e de 2,3151 mg EAG/mg de amostra para a de 400 µg/mL).

Os três extratos apresentaram teores de flavonóides baixo, de 0,0421 mg Rutina/mg de amostra e 0,0757 mg Rutina/mg de amostra para o extrato 70; de 0,0564 mg Rutina/mg de amostra e 0,1249 mg Rutina/mg de amostra para o extrato 96; e de 0,4359 mg Rutina/mg de amostra e 0,6697 mg Rutina/mg de amostra nas concentrações de 200 e 400 µg/mL, respectivamente, sendo novamente o extrato S o maior dentre eles.

Os extratos 70 e 96 apresentaram quase metade da capacidade antioxidante quando comparado aos padrões BHT, ácido ascórbico e Trolox (47,7% e 47,2% *versus* 93,9%; 96,3%; e 95,9%, respectivamente).

A formulação que apresentou melhor sensorial e consistência foi a T7, com 34,95% de óleo de girassol, 10% do óleo de linhaça marrom, 10% de óleo de coco, 12% de manteiga de cacau, 30% de cera de abelha, 0,05% de BHT e 2% de tocoferol. À mesma foi incorporado 1% dos extratos levigados com glicerina na proporção 1:2.

O FPS estimado da formulação com 1% do extrato 70 foi de 7,37 e de 6,53 para a formulação com 1% do extrato S, demonstrando que mesmo utilizando uma pequena quantidade de extrato na formulação, foi possível obter uma proteção solar interessante.

Acredita-se que se fosse realizada uma extração diretamente da planta dessecada no equipamento soxhlet, os resultados tanto dos doseamento quanto

atividade antioxidante e FPS poderiam ser ainda maiores, considerando que o extrato S apresentou bons resultados mesmo após duas extrações consecutivas.

A formulação ainda precisa ser aperfeiçoada, por exemplo, com a adição de fragrâncias e corantes, mas o fato de já ter conseguido um protótipo promissor torna mais fácil essa próxima etapa do delineamento farmacotécnico.

Ainda, como perspectivas futuras, seria interessante fazer um estudo de estabilidade da formulação, bem como a realização de outros testes antioxidantes para elucidar melhor esta propriedade dos extratos e a realização de um ensaio para as antocianinas.

Diante de tudo o que foi exposto, com a realização do presente trabalho sugere-se que os extratos das cascas da batata-doce (*Ipomoea batatas*) da cultivar Brazlândia roxa possam ser usados como ativos antioxidantes e de proteção solar em formulações cosméticas que visem utilizar ingredientes naturais, reduzindo ou até mesmo substituindo na sua totalidade substâncias sintéticas da sua formulação, além de utilizar um resíduo do processamento tecnológico da indústria alimentícia, promovendo ganhos econômicos e ambientais.

REFERÊNCIAS

- ALVES, C. Q. et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**, v. 33, n. 10, p. 2202–2210, 2010.
- Angelo P. M.; Jorge N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.
- BALOGH, T. S. et al. Ultraviolet radiation protection: current available resources in photoprotection. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 86, n. 4, p. 732–742, 2011.
- BOLZANI, V. da S. Biodiversidade, bioprospecção e inovação no Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 1, p. 04–05, 2016.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.
- BRASIL, Farmacopeia da República Federativa do. 6a edição, v. 1. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, Brasília: ANVISA. 2019a.
- BRASIL, Farmacopeia da República Federativa do. 6a edição, v. 2, Plantas Medicinais. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília: ANVISA. 2019b.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. **Secretaria de Ciências, Tecnologia e Insumos Estratégicos**, Brasília-DF. 2006.
- BRONDANI, P. B. **Cromatografia de Camada Delgada**. [2020?]. Disponível em: <https://patyqmc.paginas.ufsc.br/files/2019/07/Cromatografia-de-Camada-Delgada.pdf#page232>. Acesso em: 14 nov. 2023.
- CABRAL, N. A.; TANIMOTO, S. T. Extração de enzima acetilcolinesterase de plantas. In: **ANAIS DO ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA**, 2017. Anais eletrônicos[...] Campinas, Galoá, 2017. Disponível em: <https://proceedings.science/epcc/trabalhos/extracao-de-enzima-acetilcolinesterase-d-e-plantas?lang=pt-br>. Acesso em: 30 out. 2023.
- CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. C. G. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. **Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.**, v. 40, n. 1, p. 116-138, 2011.
- CARVALHO, J. L. S.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G.; DADALT, R. C. **Processo de obtenção de extratos hidroalcoólico, extratos secos e derivados do agrião (Nasturtium officinale) e espécies medicinais afins, com modificações introduzidas em equipamento Soxhlet para aplicações na indústria, área farmacêutica, cosmética, alimentícia e afins**. Brasil, PI 0601703-7A, 2007.

CHENG, Z.; MOORE, J.; YU, L. (LUCY). High-Throughput Relative DPPH Radical Scavenging Capacity Assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 54, n. 20, p. 7429–7436, out. 2006. Disponível em CHENG, Z.; MOORE, J.; YU, L. (LUCY). High-Throughput Relative DPPH Radical Scavenging Capacity Assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 20, p. 7429–7436, 2006.

CHEW, Y. L. et al. Assessment of phytochemical content, polyphenolic composition, antioxidant and antibacterial activities of Leguminosae medicinal plants in Peninsular Malaysia. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 11, n. 1, 2011.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. 2. ed. Lavras: ESAL (FAEPE), 2005. 783 p.

Conaq. **Como aproveitar a versatilidade da batata doce?** 2020. Disponível em <https://conaq.com.br/como-aproveitar-a-versatilidade-da-batata-doce/>. Acesso em: 7 set. 2023.

DARON, T. C. et al. IPOMOEIA BATATAS NO BRASIL. **FAG Journal of Health**, v. 2, n. 1, p. 103–116, 2020.

DEVEQUI-NUNES, D. et al. Chemical characterization and biological activity of six different extracts of propolis through conventional methods and supercritical extraction. **PLOS ONE**, v. 13, n. 12, p. e0207676, 2018.

DUTRA, E. A. et al. Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 40, n. 3, p. 381–385, 2004.

EMBRAPA. **Circular técnico do CNPHortaliças - Batata-doce (Ipomoea batatas (L). LAM)**, 1989. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107328/1/CNPH-DOCUMENTO S-03-BATATA-DOCE-IPOMOEIA-BATATAS-L-LAM-FL-07811.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107328/1/CNPH-DOCUMENTO-S-03-BATATA-DOCE-IPOMOEIA-BATATAS-L-LAM-FL-07811.pdf). Acesso em: 15 mar 2024.

EMBRAPA. **Embrapa Hortaliças - Cultivares**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortaliças/batata-doce/cultivares>. Acesso em 19 de ago. 2023.

EMBRAPA. **Embrapa Hortaliças - Introdução e importância econômica**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortaliças/batata-doce/introducao2>. Acesso em 12 de ago. 2023.

FERNANDES, A. M. et al. **Sistema de produção de batata-doce**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1155447/sistema-de-producao-de-batata-doce>. Acesso em: 20 jun 2024.

FERNANDES, A. R. et al. Stability evaluation of organic Lip Balm. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 49, n. 2, p. 293–299, 2013.

FUNATO, 2020. **Como aproveitar a versatilidade da batata-doce**. Disponível em: <https://conaq.com.br/como-aproveitar-a-versatilidade-da-batata-doce/>. Acesso em: 17 jun 2024.

GRIBNER, C. **Estudo fitoquímico e avaliação das atividades biológicas de óleo essencial, extratos, frações e compostos provenientes da espécie Ocotea paranaensis (Lauraceae)**. Curitiba, 2017. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-11/projet_23_17_cgribner.pdf#page230. Acesso em: 20 mar 2024.

GUERRA, P. M.; NODARI, O. R. **Biodiversidade: aspectos biológicos, geográficos, legais e éticos**. In: SIMÕES, M. O. et al. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2001. p.15

HELFER, N. F. **Desenvolvimento de formulações tópicas labiais contendo Mentha x piperita (L): avaliação sensorial e físico-química**. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia) - Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2023.

IBGE. **Produção de Batata-doce**. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/batata-doce/br>. Acesso em: 18 jun 2024.

Introdução à análise gravimétrica: gravimetria de volatilização. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/chemistry/chemical-reactions-stoichiome/limiting-reagent-stoichiometry/a/gravimetric-analysis>. Acesso em: 11 jun 2024.

Ipomoea batatas (L.) Lam. in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB16991>. Acesso em: 20 de ago. 2023.

JIANG, T. et al. The botanical profile, phytochemistry, biological activities and protected-delivery systems for purple sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.): An up-to-date review. **Food research international**, v. 161, p. 111811, 2022.

JOSÉ, A. E. **Qualidade e estabilidade das propriedades físico-químicas e biológicas relacionadas as características fitoquímicas em Ipomoea batatas na perspectiva de cadeias de produção e de agregação de valor a alimentos em sistemas agropastoris familiares**. 159 f. Tese (Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

Laboratório de fundamentos de química aula nº 5. Método para Separação de Misturas - Cromatografia. Disponível em: <https://www2.ufrj.br/quimica/files/2018/03/Aula-5-Laboratório-de-Fundamentos-de-Qu%C3%ADmica.pdf>. Acesso em: 14 nov 2023.

LIP BALM E HIDRATANTE LABIAL: QUAL A DIFERENÇA? | BLOG NIVEA. Disponível em: <https://www.nivea.com.br/dicas/hidratante-labial-lip-balm-diferenca?>. Acesso em: 27 maio 2024.

LÓPEZ-BASCÓN, M. A.; LUQUE DE CASTRO, M. D. Soxhlet Extraction. **Liquid-Phase Extraction**, p. 327–354, 2020.

LUCAS et al. **Caracterização de batata-doce de polpa roxa (Ipomoea batatas (L.) LAM) em duas safras** In 8ª Semana Integrada UFPEL 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1150734/1/CA-05423.pdf>. Acesso em: 4 jun 2024.

MACIEL, J. et al. New Alcamide and Anti-oxidant Activity of *Pilosocereus gounellei* A. Weber ex K. Schum. Bly. ex Rowl. (Cactaceae). **Molecules**, v. 21, n. 1, p. 11, 2015.

MENDOZA, J. D. S. **Produtividade e características físico-químicas de acessos de batata-doce procedentes de comunidades quilombolas do Vale do Ribeira/SP**. 72 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

MENSOR, L. L. et al. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, v. 15, n. 2, p. 127–130, 2001.

MESQUITA, A. K. F., et al. **Estudo prospectivo tecnológico e científico do potencial anti-Schistosoma mansoni da cumarina e do ácido o-hidroxicinâmico**. Cadernos de Prospecção In Congresso Brasileiro de Prospecção Tecnológica. Salvador, vol. 6, n. 3, p. 386-397, 2013.

MIGUEL, 2003: MIGUEL, O. G. **Ensaio sistemático de análise fitoquímica**. Apostila da disciplina de fitoquímica do curso de farmácia da UFPR, Curitiba, 2003.

MOHANRAJ, R.; SIVASANKAR, S. Sweet Potato (*Ipomoea batatas*[L.] Lam) - A Valuable Medicinal Food: A Review. **Journal of Medicinal Food**, v. 17, n. 7, p. 733–741, 2014.

NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M. Natural Products as Sources of New Drugs from 1981 to 2014. **Journal of Natural Products**, v. 79, n. 3, p. 629–661, 2016.

Núcleo de estudos e pesquisas de plantas medicinais. **Atividade antioxidante**. Disponível em: www.neplame.univasf.edu.br/atividade-antioxidante.html. Acesso em: 15 fev 2024.

OLIVEIRA, G. L. S. Determination in vitro of the antioxidant capacity of natural products by the DPPH•method: review study. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 1, p. 36–44, 2015.

PAIXÃO, M. **Batata-doce, típica latino-americana e rica em carboidratos**. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2018/11/26/batata-doce-tipica-latinoamericana-e-rica-em-carboidratos>. Acesso em: 11 jun 2024.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, vol. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

RODRIGUES, Paula. Multimídia: Banco de Imagens - **Batata-Doce Brazlândia Roxa**. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/3811001/batata-doce-brazlandia-roxa#:~:text=A%20cultivar%20Brazlândia%20Roxa%20apresenta,com%20baixo%20teor%20de%20fibras>. Acesso em: 3 jun 2024.

SALGUEIRO, F. B. et al. PHENOLIC COMPOSITION AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF BRAZILIAN HONEYS. **Química Nova**, v. 27, n. 5., p. 821-826, 2014.

SANTOS, J. S.; CAIRES, C. S. Convolvulaceae Juss. em áreas urbanas de Vitória da Conquista, Estado da Bahia, Brasil. **Hoehnea**, v. 49, n. 2, 2022.

SILVA, C. M. A. da. **Metabólitos secundários de plantas do semiárido de Pernambuco- uma inovação no controle de fitopatógenos**. 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Biológicas – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

SILVA, C. M. da. **Estudo fitoquímico com fins farmacológicos de Pavonia glazioviana gürke (Malvaceae)**. 67 f. Monografia (Bacharelado em Química) - Curso de Química Bacharelado, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

SILVA, N. L. A.; MIRANDA, F. A. A.; CONCEIÇÃO, G. M. Triagem Fitoquímica de Plantas de Cerrado, da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão. **Scientia plena**, v. 6, n. 2, 2010.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SIMÕES, C. M. O.; et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Universidade/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Da Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

Sistemas de Extração - Percolação. [s.d.]. Disponível em

<https://www.schrader.de/pt-br/servicos/sistemas-de-extracao/#:~:text=O%20m%C3%A9todo%20de%20extra%C3%A7%C3%A3o%20Soxhlet,de%20extra%C3%A7%C3%A3o%20com%20solvente%20puro>. Acesso em: 6 nov 2024.

SLONECKI, T. J. et al. Genetic diversity, population structure, and selection of breeder germplasm subsets from the USDA sweetpotato (*Ipomoea batatas*) collection. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 1022555, 2023.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 260 p.

SOUZA, S. M. **Atividade antibacteriana de cumarinas naturais e derivados**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestre em Biotecnologia). Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SRISUWAN, S.; SIHACHAKR, D.; SILJAK-YAKOVLEV, S. The origin and evolution of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) and its wild relatives through the cytogenetic approaches. **Plant Science**, v. 171, n. 3, p. 424–433, 2006.

SUREK, M. et al. Propolis authentication of stingless bees by mid-infrared spectroscopy and chemometric analysis. **LWT**, v. 161, p. 113370, 2022.

THE PLANT LIST. **Ipomoea batatas (L.) Lam.** 2013. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/tro-8500721>. Acesso em 5 de ago. 2023.

TOMEI, R. R.; SALVADOR, M. J. **Metodologias analíticas atuais para avaliação da atividade antioxidante de produtos naturais**. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2007/trabalhos/saude/epg/EPG00322_01C.pdf. Acesso em: 15 fev 2024.

VIEGAS JR, C.; BOLZANI, V. DA S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 326–337, 2006.

VIEIRA, L. M. et al. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 888–897, 2011.

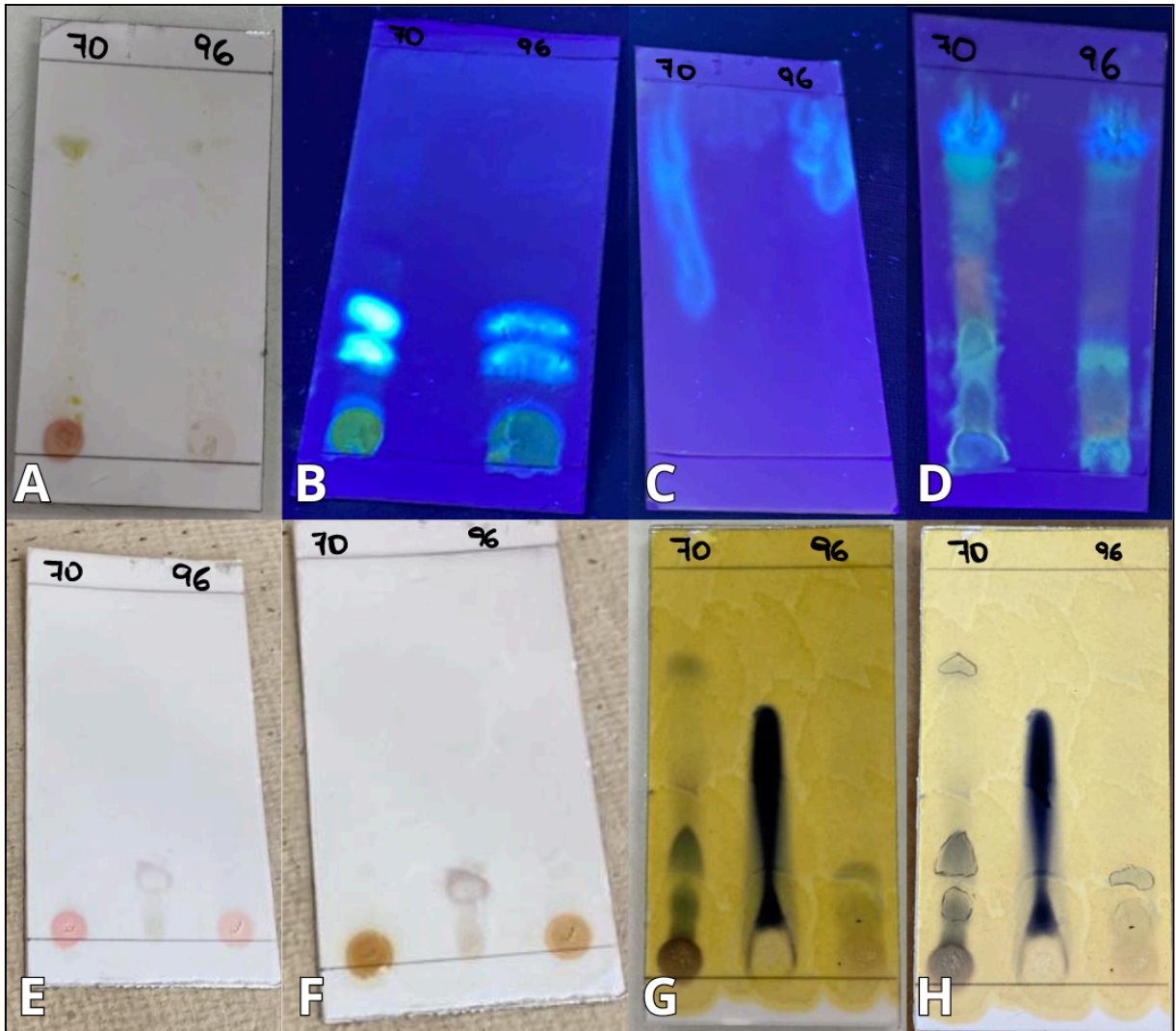
WAGNER H., BLADT S. **Plant Drug Analysis: A Thin Layer Chromatography Atlas**. Springer Science & Business Media, 1996 - 384 páginas.

WANG, S.; NIE, S.; ZHU, F. Chemical constituents and health effects of sweet potato. **Food Research International**, v. 89, p. 90–116, 2016.

WOISKY, R. G.; SALATINO, A. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. **Journal of Apicultural Research**, v. 37, n. 2, p. 99–105, 1998.

ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. **Food Chemistry**, v. 88, n. 4, p. 503–509, 2004.

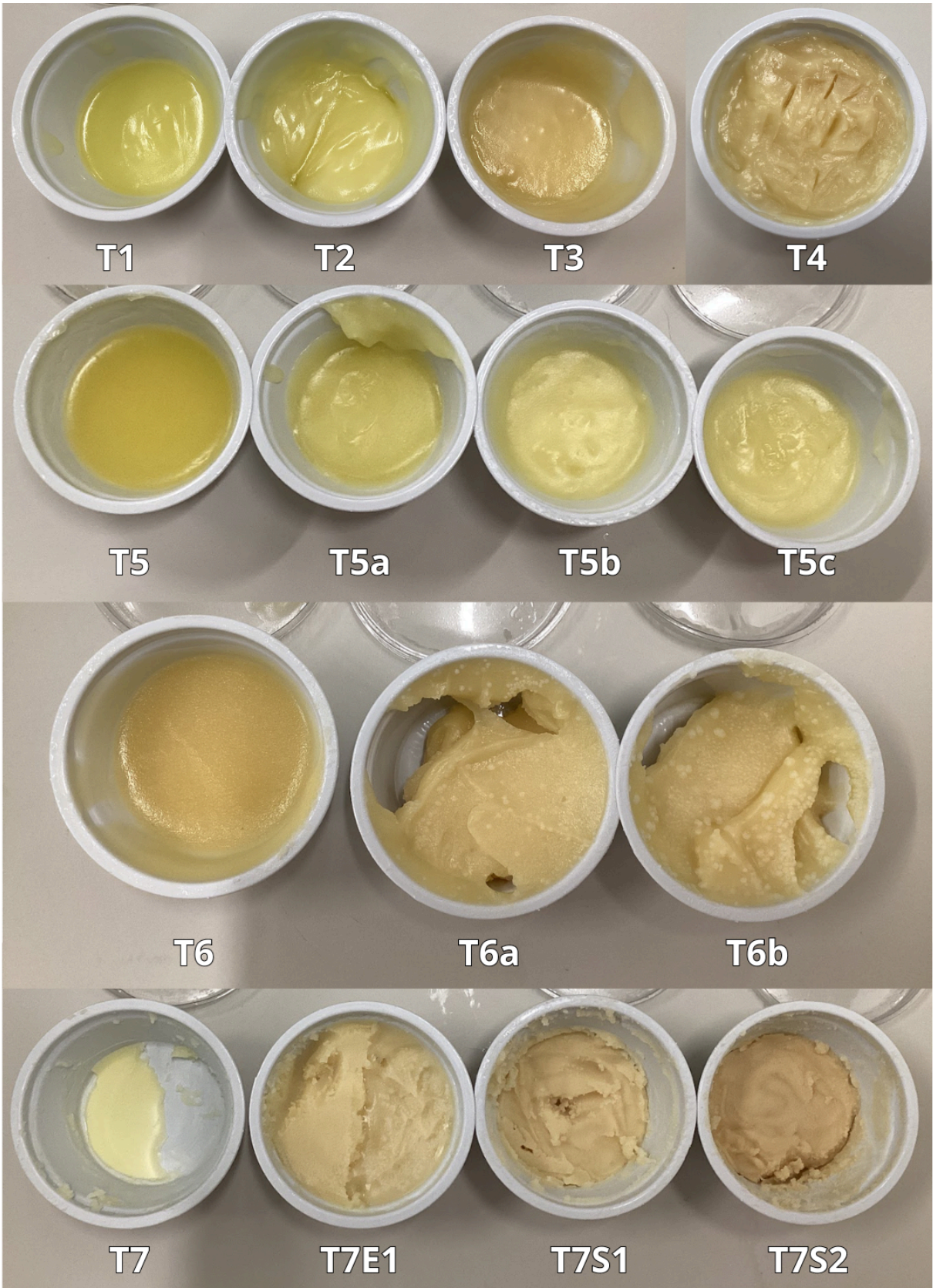
APÊNDICE 1 - PLACAS DE CCD



Fonte: A autora (2024).

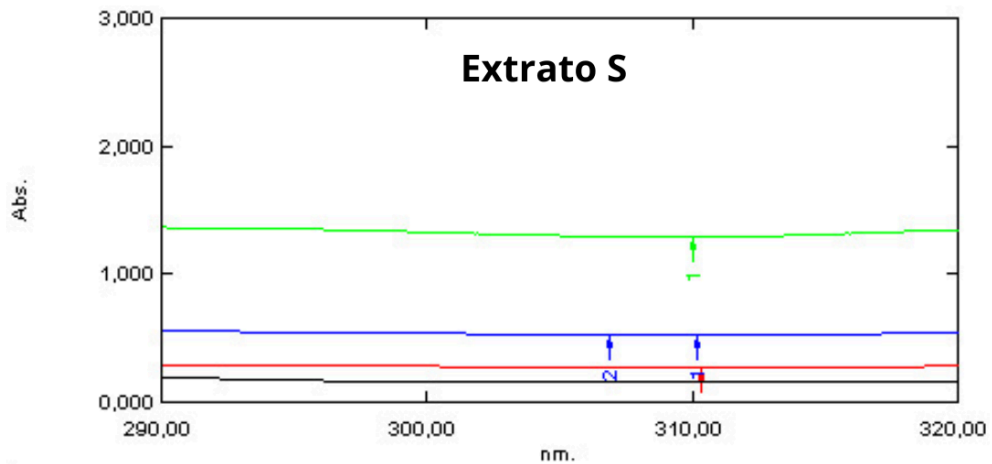
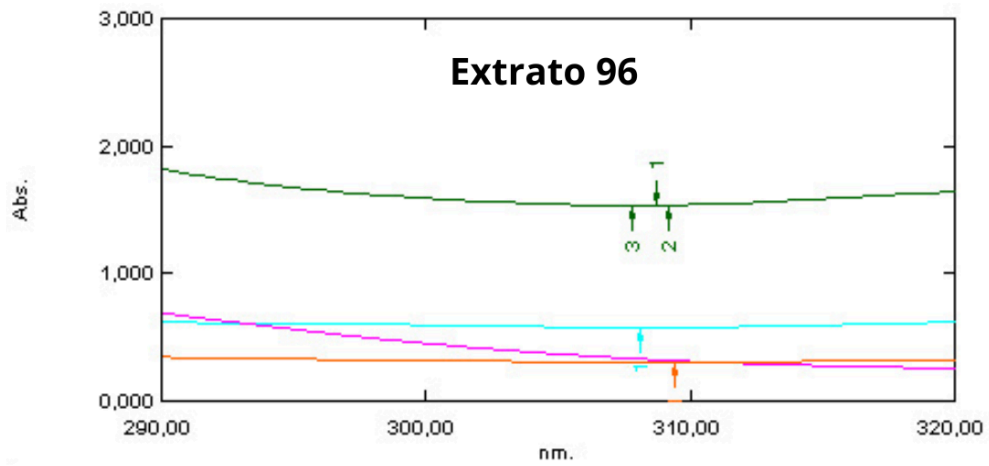
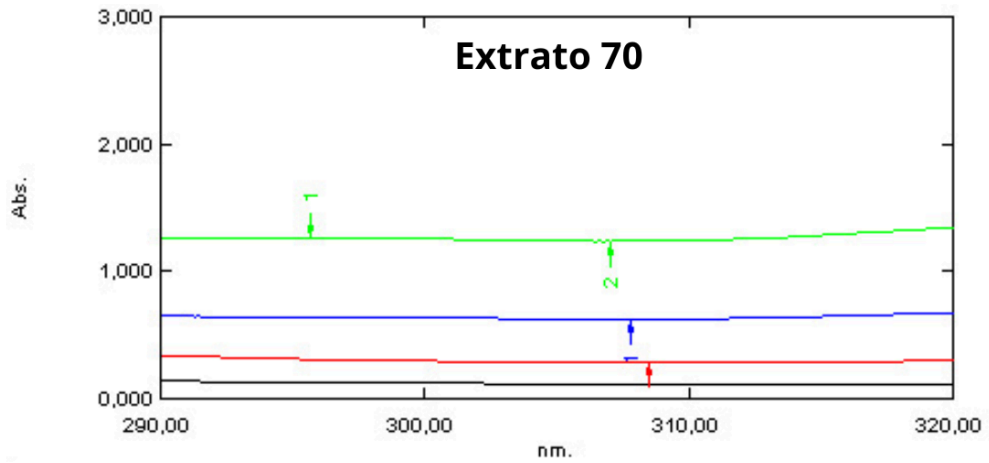
Nota: Em A tem-se a CCD para pesquisa de antraquinonas, em B para cumarinas, em C e D para flavonoides, em E e F para esteroides/triterpenos e em G e H para taninos.

APÊNDICE 2 - FORMULAÇÕES DESENVOLVIDAS



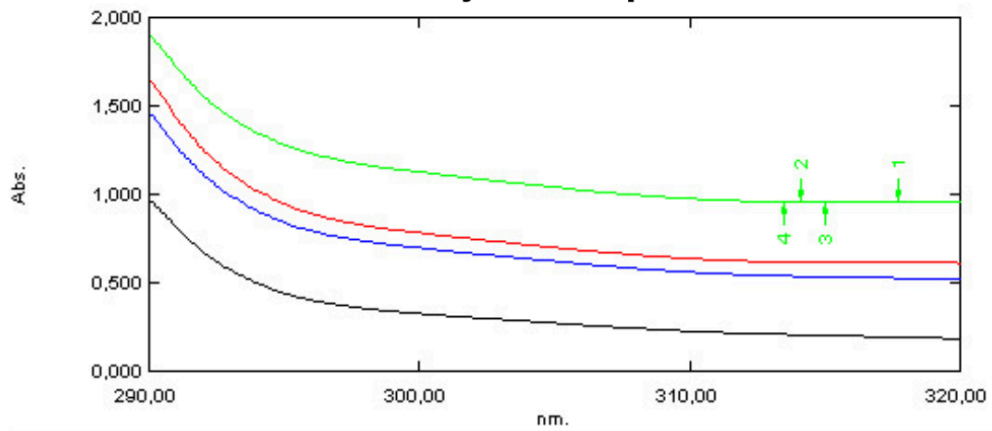
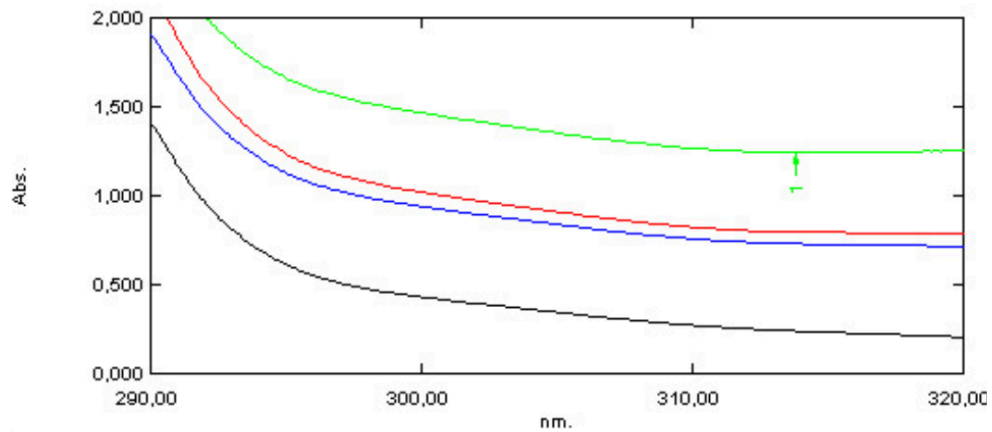
Fonte: A autora (2024).

APÊNDICE 3 - ESPECTROS DE ABSORÇÃO DOS EXTRATOS



Fonte: A autora (2024).

Nota: Em preto e rosa pink tem-se a concentração de 100 µg/ml, em vermelho e laranja a de 200 µg/ml, em azul escuro e ciano 400 µg/ml e em verde claro ou escuro 1000 µg/ml.

APÊNDICE 4 - ESPECTROS DE ABSORÇÃO DAS FORMULAÇÕES**Formulações tempo 0****Formulações após 48 horas**

Fonte: A autora (2024).

Nota: Em preto a formulação sem extrato, em azul a formulação com 1% do extrato S, em vermelho a formulação com 1% do extrato 70 e em verde claro a formulação com 2% do extrato S.