

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JHENIFFER STEFANY SILVA

EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA CASCA DE MARACUJÁ

CAMPO MOURÃO

2023

JHENIFFER STEFANY SILVA

EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA CASCA DE MARACUJÁ

Extraction of bioactive compounds from passion fruit peel

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Aline Takaoka Alves Baptista

Coorientador(a): Anielle de Oliveira

CAMPO MOURÃO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

JHENIFFER STEFANY SILVA

EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA CASCA DE MARACUJÁ

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 15/junho/2023

Bogdan Demczuk Junior
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Angela Maria Gozzo
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Aline Takaoka Alves Baptista
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Anielle de Oliveira
Mestrado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2023

Este trabalho é dedicado a Deus e a vocês, familiares e amigos, que estiveram ao meu lado durante esse período.
Sem o apoio de vocês eu não chegaria até aqui.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu alicerce e por me permitir concluir mais essa etapa. À Nossa Senhora Aparecida e intercessão de São Miguel Arcanjo.

Ao meu Pai e Padrasto por serem alicerce proporcionando essa experiência. Ao meu irmão Victor pelas conversas, conselhos e compreensão que foram de extrema importância.

À minha mãe, agradeço imensamente por ter confiado em minhas decisões e por compartilhar de todas as preocupações. Além de ser minha amiga e companheira, sendo a base de todo apoio e dedicação.

Incluo aqui, o reconhecimento e a gratidão a toda minha família que foram essenciais em toda essa jornada.

À Nathália Hernandez, por ser uma grande amiga, vivenciando essa experiência lado a lado, compartilhando as conquistas e também as frustrações. Em especial por ter me apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos. À Fernanda Gasparetto, pela amizade e compreensão durante os anos vividos juntas, proporcionando bons conselhos para minhas decisões. Agradeço imensamente vocês por terem sido família durante esses anos morando juntas.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento aos demais amigos de graduação, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

À minha orientadora Profa. Dra Aline Takaoka e coorientadora Profa. Anielle de Oliveira pelos ensinamentos, paciência e pela confiança depositadas em mim, principalmente por estarem presentes na realização de cada etapa deste trabalho.

Agradeço aos profissionais da instituição, dentre eles os professores, servidores, zeladores e todos aqueles que de alguma maneira contribuem para o bom funcionamento da universidade.

Seguramente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

RESUMO

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) é um fruto com ampla distribuição geográfica, sendo que o Brasil é um dos principais produtores a nível mundial, sobressaindo principalmente na produção "in natura" e derivados. Ressalta-se que durante o processamento do maracujá é gerado uma quantidade de resíduo considerável, devido a polpa que é parte consumida constituir 29% do peso do fruto, gerando refugo de cascas e sementes. Nesse sentido, é preciso enfatizar que o uso consciente desses subprodutos tem um impacto positivo no meio ambiente. Além disso, estes resíduos são fontes de compostos bioativos, como antioxidantes, capazes de desenvolver uma variedade de funções biológicas que podem desencadear benefícios ao organismo humano. Compostos bioativos de origem vegetal podem auxiliar no tratamento de doenças, como a diabetes, sendo uma alternativa para atuar na inibição das enzimas amilases, responsáveis pela degradação dos carboidratos. Embora já existam alguns inibidores sintéticos destas enzimas que podem ser empregados no tratamento da diabetes, o seu uso tem sido atrelado a diversos efeitos secundários, como diarreia e flatulência, por este motivo esforços são dirigidos para encontrar inibidores naturais que possam minimizar este efeito negativo. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi obter extratos da casca de maracujá com diferentes métodos de extração, avaliar seu rendimento e suas propriedades bioativas, como capacidade antioxidante e efeito sob a atividade da alfa-amilase. Os extratos foram obtidos por três diferentes mecanismos de agitação (mecânica, ultrassom e ultra-turrax), utilizando etanol como solvente. Além do mais, a capacidade antioxidante foi determinada pela estimativa do teor de compostos fenólicos totais e pelo método DPPH e, em seguida, foi avaliada a atividade da alfa-amilase pancreática suína com diferentes concentrações de extrato. Quanto aos extratos obtidos percebe-se que não possuem diferença significativa de rendimento entre os métodos. Além disso, a partir dos resultados, tem-se que os extratos apresentaram capacidade antioxidante e efeito inibitório na ação da alfa-amilase. Em relação ao método DPPH, pode-se observar que o extrato obtido com o ultrassom pode sequestrar os radicais livres, apresentando cerca de 30,52% de descoloração na concentração de 40mg/ml. A avaliação *in vitro* da atividade da alfa-amilase pancreática suína mostrou que os extratos etanólicos da casca foram capazes de atuar como inibidores, apresentando diferenças significativas entre os mecanismos, destacando o ultrassom, pois foi o dispositivo de extração mais eficaz, fornecendo a menor concentração capaz de inibir 50% da atividade da enzima. Concluindo, constata-se que métodos aplicados apresentaram bons resultados, que podem contribuir para futuras pesquisas, auxiliando no desenvolvimento de novos produtos com apelo a saudabilidade e diminuição do desperdício.

Palavras-chave: maracujá; resíduos; compostos bioativos; diabetes.

ABSTRACT

The yellow passion fruit (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) is a fruit with a wide geographic distribution, with Brazil being one of the main producers worldwide, standing out mainly in the production "in natura" and derivatives. It should be noted that during the processing of passion fruit, a considerable amount of waste is generated, as the pulp, which is consumed, constitutes 29% of the weight of the fruit, generating waste from peels and seeds. In this sense, it is necessary to emphasize that the conscious use of these by-products has a positive impact on the environment. In addition, these residues are sources of bioactive compounds, such as antioxidants, capable of developing a variety of biological functions that can trigger benefits to the human body. Bioactive compounds of plant origin can help in the treatment of diseases such as diabetes, being an alternative to act in the inhibition of amylase enzymes, responsible for the degradation of carbohydrates. Although there are already some synthetic inhibitors of these enzymes that can be used in the treatment of diabetes, their use has been linked to several side effects, such as diarrhea and flatulence, for this reason efforts are directed towards finding natural inhibitors that can minimize this negative effect. Therefore, the objective of this work was to obtain passion fruit peel extracts with different extraction methods, to evaluate their yield and their bioactive properties, such as antioxidant capacity and effect on alpha-amylase activity. The extracts were obtained by three different agitation mechanisms (mechanical, ultrasound and ultra-turrax), using ethanol as solvent. Furthermore, the antioxidant capacity was determined by estimating the content of total phenolic compounds and the DPPH method, and then the porcine pancreatic alpha-amylase activity was evaluated with different extract concentrations. As for the extracts obtained, it can be seen that there is no significant difference in yield between the methods. In addition, from the results, it appears that the extracts had antioxidant capacity and an inhibitory effect on the action of alpha-amylase. Regarding the DPPH method, it can be observed that the extract obtained with ultrasound can sequester free radicals, showing about 30.52% of discoloration at a concentration of 40mg/ml. The in vitro evaluation of porcine pancreatic alpha-amylase activity showed that the ethanolic extracts of the bark were able to act as inhibitors, showing significant differences between the mechanisms, highlighting ultrasound, as it was the most effective extraction device, providing the lowest concentration capable of inhibiting 50% of the enzyme activity. In conclusion, it appears that the applied methods showed good results, which can contribute to future research, helping in the development of new products with an appeal to healthiness and reduction of waste.

Keywords: passion fruit; residues; bioactive compounds; diabetes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Morfologia do Maracujá <i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i>.....	15
Figura 2- Fórmula Estrutural dos Compostos Fenólicos.....	19
Figura 3- Fórmula Estrutural dos Flavonóides	20
Figura 4- Análise da capacidade antioxidante pelo método DPPH (40 mg/mL, 30 mg/mL, 20 mg/mL e 10 mg/mL)	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Avaliação do rendimento dos extratos obtidos da casca do maracujá através da agitação mecânica (AM), ultra-turrax (UT) e ultrassom (US).....	25
Tabela 2- Avaliação do conteúdo de compostos fenólicos frente aos extratos obtidos da casca do maracujá.	26
Tabela 3- Média da concentração e desvio padrão associados a IC50 do extrato para agitação mecânica (AM), Ultrassom (US) e Ultra-turrax (UT).....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral.....	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	Maracujá (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i>)	14
3.2	Subprodutos gerados no processamento do maracujá.....	14
3.3	Extração.....	16
3.4	Compostos Bioativos.....	18
3.5	<i>Diabetes Mellitus</i>.....	20
4	METODOLOGIA.....	22
4.1	Materiais	22
4.2	Métodos.....	22
4.2.1	Extração	22
4.2.2	Capacidade antioxidante	23
4.2.3	Atividade da alfa-amilase pancreática suína.....	24
4.2.4	Análises estatísticas	24
5	RESULTADOS	25
5.1	Análise de rendimento	25
5.2	Atividade Antioxidante	26
5.2.1	Compostos fenólicos totais	26
5.2.2	Método DPPH.....	26
5.3	Avaliação de atividade da alfa-amilase pancreática suína.....	28
6	CONCLUSÃO.....	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) conhecido como maracujá azedo ou amarelo (ZERAİK *et al.*, 2010), apresenta ampla distribuição geográfica, sendo o Brasil maior produtor mundial desta fruta, possuindo grande expansão quanto à produção “*in natura*” e a produção de produtos industriais advindos dela (EMBRAPA, 2019). De acordo com o IBGE (2021) foram produzidas cerca de 683.993 toneladas. É um fruto tropical muito apreciado, em sua maioria na forma de sucos, no entanto, os resíduos gerados pela indústria merecem ser explorados em benefício da sustentabilidade e valorização destes subprodutos do processamento (SANTOS *et al.*, 2019).

Os processos de obtenção da polpa de maracujá produzem volumes consideráveis de resíduos devido à separação da casca, fibras da polpa e sementes (ZERAİK *et al.*, 2010; GEROLA *et al.*, 2013). Em relação à porcentagem de rendimento das partes do fruto do maracujá, estima-se que a média de polpa representa aproximadamente 29% do peso total do fruto, as sementes cerca de 20,5% e as cascas destacam-se com mais da metade do peso do fruto, chegando a cerca de 50,5% (PITA, 2012).

O aproveitamento destes subprodutos poderia contribuir positivamente para a redução dos impactos ambientais e obtenção de produtos com alto valor agregado, contribuindo como uma ótima opção na elaboração de insumos para a indústria, seja ela química, farmacêutica, cosmética ou alimentícia (PINTO *et al.*, 2017). Uma boa alternativa para o emprego deste resíduo é a recuperação de suas substâncias bioativas. Estudos indicam que partes do fruto e da planta de espécies do gênero *Passiflora* são fontes de polifenóis (OLIVEIRA *et al.*, 2009; MARTINEZ *et al.*, 2012), sendo essa substância um composto bioativo de origem vegetal.

Os compostos bioativos são normalmente originados do metabolismo secundário das plantas. A produção desses metabólitos secundários ajuda as plantas a aumentarem a sua capacidade global para sobreviver e superar os desafios locais, permitindo-lhes interagir com o meio exterior (AZMIR *et al.*, 2013). A maioria dos antioxidantes naturais são obtidos de plantas ricas em compostos fenólicos (WU *et al.*, 2017).

Os agentes antioxidantes podem exercer seus efeitos agindo como ativador de enzimas, bloqueador da atividade de toxinas virais ou antibacterianas ou inibidor da absorção de colesterol (QUEIROZ, 2012). Quanto aos antioxidantes sintéticos, normalmente são utilizados como conservantes alimentícios. No entanto, a segurança desses aditivos vem sendo questionada por estudos que sugerem seus possíveis efeitos mutagênicos e cancerígenos, estimulando a busca de fontes de antioxidantes naturais (ANDRADE *et al.*, 2015).

Com isso, as substâncias bioativas presentes nos vegetais podem ser aplicadas em várias vertentes da indústria alimentícia, como incremento nutricional, auxiliando na ingestão de compostos promotores de saúde e bem-estar, como coadjuvantes que retardam a degradação e aumentam a estabilidade oxidativa, e ainda como inibidores para o crescimento de microrganismos indesejáveis (CASTRO *et al.*, 2019; GUPTA; JAIN, 2014; KOZŁOWSKA *et al.*, 2012).

Dentre os procedimentos utilizados para a quantificação dos compostos bioativos presentes no alimento, a preparação de extratos vegetais é uma das mais comuns, visando o isolamento de seus constituintes químicos ativos, por meio de metodologias de extração (MIGLIATO *et al.*, 2011; VIEIRA, 2015). Extração com solventes é a técnica mais difundida no meio industrial, sendo denominada de convencional e aplicada em diferentes matrizes, em que a combinação do solvente com o processo de aquecimento facilita a transferência de massa (BARBA *et al.*, 2016).

Para a extração de compostos fenólicos de origem vegetal, os solventes alcoólicos são os mais utilizados. Além disso, misturas entre solventes alcoólicos e água mostram-se eficientes, pois a água proporciona um aumento da polaridade do solvente, com isso maiores teores de compostos fenólicos podem ser extraídos (SULTANA *et al.*, 2007; GIRONI e PIEMONTE, 2011; WIJEKOON *et al.*, 2011; HUSSAIN *et al.*, 2012).

Outra função para o aproveitamento dos resíduos do maracujá é avaliar a viabilidade destes extratos na inibição da atividade da alfa-amilase, uma vez que essa enzima apresenta um papel importante na digestão do amido proveniente da dieta. Posto isto, trabalhar com o retardo da digestão do amido através da inibição de enzimas como a amilase, desempenhará um papel chave no controle da diabetes. Inibidores da alfa-amilase pancreática levam ao atraso da digestão de carboidratos, conseqüentemente, causando uma redução na taxa de absorção de glicose e, assim baixam-se os níveis de glicose pós-prandial no sangue (ZORZIN, 2014).

Além de que, existem inibidores de usos clínicos, como o miglitol, acarbose e voglibose, que tem sido associados a efeitos secundários, tais como distensão abdominal, flatulência, meteorismo e diarreia. Assim, os esforços têm sido dirigidos para encontrar inibidores naturais e seguros de enzimas, como a α -amilase e α -glicosidase, com o intuito de reduzir os efeitos colaterais (OBOH, ADEMILUYI e FALOYE, 2011; WU *et al.*, 2011; SUDHA *et al.*, 2011; MELTEM *et al.*, 2012)

Desta forma, este estudo tem como objetivo obter o extrato da casca do maracujá utilizando o etanol como solvente, trabalhando com diferentes mecanismos de agitação. Por conseguinte, analisar o processo de extração através do seu rendimento, avaliar a capacidade

antioxidante, compostos fenólicos totais e de atividade da alfa-amilase pancreática suína na presença do extrato.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Produzir extratos a partir da casca de maracujá e avaliar sua bioatividade, em relação a atividade antioxidante e inibição da alfa-amilase pancreática suína.

2.2 Objetivos específicos

- Obter os extratos da casca do maracujá utilizando como mecanismos de extração: o ultrassom (US), ultra-turrax (UT) e agitador mecânico (AM);
- Calcular os percentuais de rendimento dos extratos obtidos;
- Avaliar a capacidade antioxidante pelo método DPPH dos extratos em diferentes concentrações;
- Determinar os teores de compostos fenólicos totais presentes nos extratos produzidos;
- Examinar a atividade da α -amilase pancreática suína na presença do extrato da casca do maracujá em diferentes concentrações.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)

Maracujá é um nome dado à várias espécies do gênero *Passiflora*, pertencente à família Passifloraceae, que compreende mais de 500 espécies distribuídas em diferentes regiões (REIS *et al.*, 2018). A espécie *Passiflora edulis f. flavicarpa*, é originária das regiões tropicais e subtropicais da América do Sul e amplamente cultivada em todo o mundo devido aos seus aspectos econômicos, medicinais e valor agregado do fruto e seus derivados (SOUSA *et al.*, 2018).

A espécie maracujazeiro *Passiflora edulis f. flavicarpa* é nativa do Brasil, sendo conhecida popularmente como maracujá-amarelo ou maracujá-azedo, sendo cultivada em todos os estados (IBGE, 2021). Somado ao interesse econômico e alimentício, a família Passifloraceae possui grande importância ecológica, destacando-se pela diversidade de espécies (BERNACCI, 2005).

O Brasil se destaca como principal produtor e consumidor mundial de maracujá (OLIVEIRA *et al.*, 2012) com 683.993 toneladas produzidas em 2021, sendo a Bahia o maior estado produtor (IBGE, 2021). A espécie tem seu maior domínio nas regiões centro-norte, e seu potencial econômico tem reforçado a dedicação a estudos sobre este gênero, devido aos frutos apresentarem um grande número de compostos de interesse para indústrias farmacêuticas, medicinal, alimentícia e ornamental (GANGA, 2004).

As principais utilizações do fruto do maracujazeiro no processo produtivo são a sua comercialização *in natura*, à vista disso o seu beneficiamento é para as indústrias de sucos (OLIVEIRA *et al.*, 2012). A expressiva produção de suco, gera como principal subproduto as cascas do fruto, que representam um fardo substancial para as empresas e o meio ambiente (PINHEIRO *et al.*, 2008).

3.2 Subprodutos gerados no processamento do maracujá

A indústria de alimentos, em especial a de processamento de frutos, gera uma quantidade significativa de resíduos agroindustriais, sendo denominados de subprodutos, que necessitam de um destino adequado para evitar problemas ambientais (SENNA e NUNES, 2006).

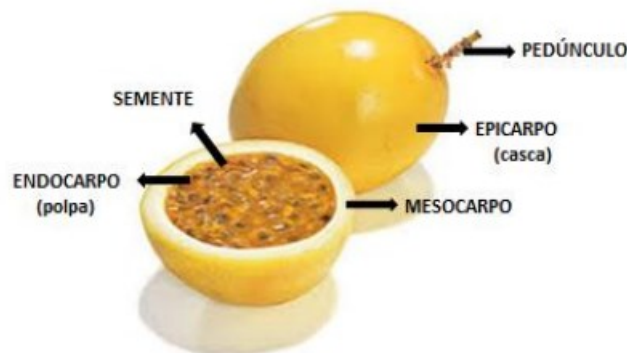
A destinação imprópria para os subprodutos do processamento do maracujá, cultivado em larga escala em quase todo o Brasil, possui sua quantidade de resíduos por toneladas de suco

processado bastante expressiva, portanto, é de grande valia um número cada vez maior de soluções para que o aproveitamento dos mesmos seja proposto (ISHIMOTO, 2007).

O processamento do suco e da polpa de maracujá produz cerca de 35.000 toneladas de resíduos na agroindústria de alimentos gerando um enorme passivo ambiental, em que subprodutos como cascas e sementes representam, aproximadamente, 70% do fruto (ZUAZO, 2010).

Nascimento, Calado e Carvalho (2012), mencionam que o mesocarpo do maracujá, como demonstra a Figura 1, corresponde a cerca de 90% do peso total do fruto *in natura* que é descartado como lixo durante o processamento. Este fato corrobora para um *déficit* econômico na cadeia produtiva, uma vez que estes subprodutos são ricos em compostos bioativos, que são substâncias de elevado valor comercial (AYALA-ZAVALA *et al.*, 2011).

Figura 1- Morfologia do Maracujá *Passiflora edulis f. flavicarpa*



Fonte: Lutckmeier (2015)

A casca do maracujá é composta pelo flavedo (epicarpo), que corresponde à camada externa de coloração verde e amarela, rica em fibras insolúveis e o albedo (mesocarpo), que corresponde à camada interna branca, que é rica em fibra solúvel, em especial a pectina, com pequenas quantidades de mucilagens (JANEIRO *et al.*, 2008), conforme mostra a Figura 1.

Casca e semente do maracujá, subprodutos da indústria de alimentos, podem apresentar características de interesse tecnológico e biológico (MARTINEZ *et al.*, 2012). Estudos mostram que casca do maracujá apresenta uma gama de compostos bioativos. Segundo Zeraik *et al.*, (2012), o maracujá apresenta compostos fenólicos em sua composição com atividade antioxidante e anti-inflamatória.

As substâncias presentes nos frutos do maracujá, principalmente na polpa e casca, podem contribuir para efeitos benéficos, tais como: atividade antioxidante, antihipertensão, diminuição da taxa de glicose e colesterol do sangue (ZERAİK, 2010).

Neste sentido, padronizar extratos e dar sequência nos estudos para identificação do composto com atividade inibitória da enzima α -amilase é outra utilidade para resíduos que poderá contribuir para o desenvolvimento de novos produtos, como os medicamentos, melhorando a qualidade de vida dos seres humanos, em especial os pacientes com diabetes (ZORZIN, 2014). Conseqüentemente, promovendo o interesse em indústrias que visam produzir alimentos ou medicamentos que não causem efeitos adversos a saúde de quaisquer indivíduos.

3.3 Extração

A extração é um dos métodos mais comuns que auxiliam na obtenção de compostos bioativos, sendo considerada uma operação unitária, que se baseia na transferência de um ou mais componentes da matriz, seja ela sólida ou líquida, para uma outra fase fluida por meio de processos químicos, físicos ou mecânicos (CHEMAT; ZILL-E-HUMA; KHAN, 2011). Em seguida, ocorre a separação da fase fluida e a recuperação dos componentes (DANIELSKI, 2002). Entre os métodos convencionais de extração estão a hidrodestilação, maceração, percolação e Soxhlet (AZMIR *et al.*, 2013; VAZQUEZ-ROIG; PICÓ, 2015; WANG; WELLER, 2006).

Os processos mais conhecidos são a extração sólido-líquido e a extração líquido-líquido e os principais tipos de solventes empregados são a água, solventes orgânicos ou dióxido de carbono supercrítico (FELLOWS, 2006). A operação sólido-líquido baseia-se na remoção de um componente de interesse (soluto) por um líquido (solvente) que tenha afinidade molecular com o soluto, ou seja, capaz de dissolvê-lo (SILVA, 2015).

O processo de extração de compostos bioativos a partir de materiais de plantas é uma das etapas mais importantes para a recuperação destas substâncias. Para tal processo, vários tipos de solventes são utilizados: metanol, etanol, acetona ou a combinação com a água e acetato de etila. As ótimas condições de extração dependem do composto bioativo de interesse e do tipo de material que está sendo analisado (BIESAGA, 2011).

A identificação e isolamento de compostos bioativos em fontes naturais são necessárias para realização da extração com solventes de polaridades diferentes. Pesquisas enfocam essas extrações com o objetivo de comparar seus resultados e encontrar a melhor alternativa para aplicação em alimentos. Algumas etapas preliminares devem ser realizadas para

facilitar o processo de extração e conservar os compostos antioxidantes, que são sensíveis à ação da luz, oxigênio e calor (ANDREO; KORGE, 2006).

Os vegetais normalmente são desidratados, liofilizados ou congelados, e ainda peneirados ou moídos antes do processo de extração. Assim, os substratos atingem maior superfície de contato com o solvente de extração e as enzimas lipoxigenase tornam-se inativas. Tais enzimas, naturalmente presentes em vegetais, são responsáveis pela rancidez oxidativa enzimática. A extração com solventes orgânicos é frequentemente utilizada para o isolamento dos compostos bioativos (ANDREO; KORGE, 2006).

A extração assistida por ultrassom é um método verde que emprega a energia acústica para obter diferentes compostos de matrizes vegetais, sendo a transferência de massa ocasionada pelo processo de cavitação acústica. Nele, há a formação de bolhas que sofrem colapso liberando grandes quantidades de energia para o meio, o que reduz, inclusive, o tempo de extração (SABATER *et al.* 2020).

As cavitações acústicas produzidas pelo ultrassom facilitam a penetração do solvente nas paredes celulares da matriz vegetal, permitindo que o conteúdo intracelular seja liberado de forma eficiente, e a agitação do solvente aumentará a área de contato entre o solvente e os compostos alvos, permitindo a maior penetração do solvente na matriz da amostra (CARRERA *et al.*, 2012).

A extração assistida por ultrassom apresenta inúmeras vantagens, como por exemplo, redução do tempo de extração, consumo reduzido de solvente, além da extração em temperaturas inferiores poder evitar danos térmicos ao extrato e minimizar a perda de compostos ativos (SILVA; GARCIA; FRANCISCATO, 2016).

Extração pelo mecanismo ultra-turrax consiste na homogeneização onde o equipamento trabalha com rotações em alta velocidade tornando possível a homogeneização de sistemas imiscíveis líquido/líquido. Esse equipamento fornece alta força de cisalhamento, levando ao rompimento das paredes celulares do material, liberando os compostos-alvo e permitindo sua transferência para o solvente de extração (LIMA, 2019). Como o ultra-turrax pode fornecer fortes forças de cisalhamento e impulso material, é descrito que a agitação de alta velocidade pode ser adequada para extração de compostos, devido à alta velocidade de transferência de massa (XU *et al.*, 2016).

É importante salientar que a eficiência da extração de qualquer método, além do mecanismo de agitação depende também do solvente que será utilizado, sendo que a polaridade do composto alvo é o fator que prevalece na escolha do solvente. Outros fatores como, afinidade molecular entre solvente e soluto, a transferência de massa, o uso de cossolventes, a toxicidade

e competitividade econômica, também devem ser levados em consideração (AZMIR *et al.*, 2013).

Os solventes alcoólicos são frequentemente utilizados na extração de compostos fenólicos oriundos de fontes naturais, pois eles fornecem um rendimento muito elevado de extrato total. Em particular, misturas de álcoois e água revelaram-se mais eficientes na extração de constituintes fenólicos do que um sistema contendo somente um solvente (GIRONI; PIEMONTE, 2011). Esta junção de solvente com a água proporciona um aumento da polaridade, com isso maiores teores de compostos fenólicos podem ser extraídos (SULTANA *et al.*, 2007, WIJEKOON *et al.*, 2011, HUSSAIN *et al.*, 2012).

A luteolina é um flavonoide com propriedades antioxidantes (BERTOLINO, 2016) que se apresenta praticamente insolúvel em água e bastante solúvel em solventes orgânicos como etanol (PENG *et al.*, 2006; PENG; YAN, 2010). Alguns trabalhos já a identificaram na casca de maracujá. Segundo Souza (2015), um extrato de casca de maracujá com 36% de rendimento apresentou 157 mg de luteolina/100g de amostra. Além disso, já foi relatado que trabalhando com extratos aquosos de sementes de *Syzygium cumini*, a luteolina se apresentou como um dos principais inibidores da alfa amilase pancreática (KARTHIC *et al.*, 2008). Devido a esse fator, foi escolhido trabalhar com o etanol como solvente para o presente trabalho.

3.4 Compostos Bioativos

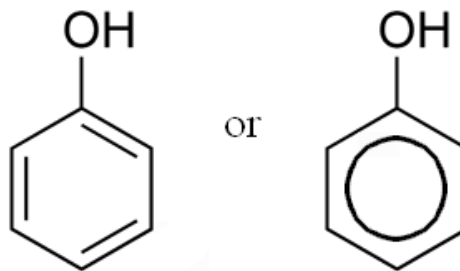
Compostos bioativos são normalmente originados do metabolismo secundário das plantas. A produção desses metabólitos secundários ajuda as plantas a aumentarem a sua capacidade global para sobreviver e superar os desafios locais, permitindo-lhes interagir com o meio exterior (AZMIR *et al.*, 2013).

Estes compostos metabólitos secundários de plantas são geralmente envolvidos na defesa contra a radiação ultravioleta ou agressão por patógenos. Entretanto, o organismo humano não é capaz de sintetizar os compostos fenólicos, assim a fonte destas substâncias bioativas é oriunda da dieta alimentar com vegetais e frutas (ROCHA, 2011).

Os compostos fenólicos podem se dividir em duas classes: os não flavonoides e os flavonoides (CARVALHO; BERGAMASCO; GOMES, 2018). Os não flavonoides incluem os derivados de ácido hidroxicinâmico e difenóis, assim como o hidroxitirosol, ácidos gálicos e protocatecúico. Os compostos fenólicos apresentam estrutura química semelhantes aos açúcares, porém, com maior número de anéis aromáticos e, conseqüentemente, menos grupos hidroxilo (GALANAKIS, 2015).

Para Pimentel, Francki e Gollücke (2005), os compostos fenólicos podem ser quimicamente definidos como substâncias que possuem anel aromático contendo um ou mais grupos hidroxila, conforme mostra a Figura 2, incluindo seus grupos funcionais tais como ésteres, ésteres metílicos e glicosídeos. Possuem estrutura variável e, com isso, são multifuncionais. Existem cerca de 5.000 fenóis, dentre eles, destacam-se ácidos fenólicos, cumarinas, flavonoides e taninos.

Figura 2- Fórmula Estrutural dos Compostos Fenólicos



Fonte: Maestrovirtuale (2023)

A atividade antioxidante dos compostos fenólicos é interessante desde o ponto de vista tecnológico, quanto do nutricional. Assim, composto fenólico intervém como antioxidantes naturais do alimento, e a obtenção ou preparação de alimentos com um alto conteúdo destes compostos supõem uma redução na utilização de aditivos antioxidantes, resultando em alimentos mais saudáveis, que podem ser inclusos dentro da classe dos alimentos funcionais (MARTINEZ-VALVERDE *et al.*, 2000).

A efetividade antioxidante de muitos compostos fenólicos é, essencialmente, resultado da facilidade com a qual um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxil (OH) da sua estrutura aromática é doado para um radical livre, bem como a habilidade da mesma em suportar um elétron não-emparelhado através do deslocamento do mesmo ao redor de todo o sistema de elétron da molécula (DUTHIE; GARDNER; KYLE, 2003).

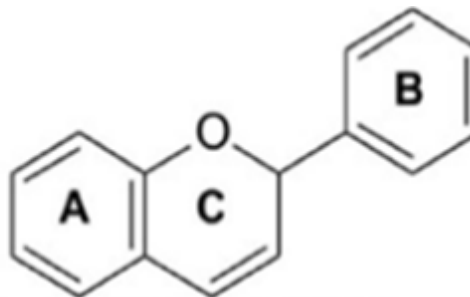
A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos pode ser influenciada por vários fatores, quais sejam: genética, época de plantio, características de produção, condições de armazenamento, comercialização e processo (PANDJAITAN *et al.*, 2005; CHU *et al.*, 2002).

Pesquisas referentes à composição química de várias espécies de Passiflora apontam principalmente para a presença de alcaloides e flavonoides. Este último grupo de fenólicos é o mais importante e diferenciado dentre os produtos de origem natural (MULLER, 2006).

Os flavonoides se destacam entre os compostos fenólicos, estando largamente distribuídos no reino vegetal, encontrados em frutos, folhas, sementes e outras partes vegetais

na forma de glicosídios e agliconas. São compostos de baixo peso molecular, organizados na configuração C6-C3-C6, e formados por 15 átomos de carbono. A estrutura química dos flavonoides consiste em dois anéis aromáticos, denominados de anel A e anel B, unidos por três carbonos que formam um anel heterocíclico, denominado anel C (ANGELO; JORGE, 2007), como demonstrado na Figura 3.

Figura 3- Fórmula Estrutural dos Flavonóides



Fonte: Angelo e Jorge (2007)

As atividades bioquímicas dos flavonoides e de seus metabólitos dependem da estrutura química, que podem variar com substituições incluindo hidrogenação, hidroxilações, metilações, malonilações, sulfatações e glicosilações. Flavonoides e isoflavonoides ocorrem comumente como ésteres, éteres ou derivados glicosídicos ou ainda uma mistura deles (BIRT; HENDRICH; WANG, 2001).

Devido ao seu valor nutricional e conteúdo de flavonoides, verificações sobre a potencialidade do maracujá como alimento funcional, ou uma fonte de substâncias bioativas são de suma importância (ZERAIK *et al.*, 2011). Uma alimentação rica em flavonoides pode proteger contra diversos tipos de doenças: doenças cardiovasculares, distúrbios neurodegenerativos e alguns tipos de câncer (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Devido a isto, a atividade antioxidante destas substâncias é de interesse nutricional, uma vez que tem sido associada a potencialização de efeitos promotores da saúde humana através da prevenção de várias doenças (GIADA; FILHO, 2006).

3.5 Diabetes Mellitus

A diabetes mellitus (DM) é um problema mundial de saúde, pessoas pré-diabéticas possuem distúrbios do metabolismo da glicose, porém não preencheram todos os diagnósticos da diabetes tipo 2, e é possível que a pré-diabetes evolua para a diabetes mellitus. Intervenções dietéticas e terapias medicamentosas

podem ser uma alternativa para controlar as concentrações de glicose no sangue, reduzindo assim a incidência de DM e suas complicações (YUESHENG *et al.*, 2022).

O diabetes pode se apresentar de duas formas. O diabetes tipo 1, causado pela destruição das células β -pancreáticas, que representa 5 a 10% de todos os casos de diabetes no mundo. Neste tipo, os pacientes fazem uso de insulina exógena, pois ocorre uma deficiência total de insulina, evitando assim a cetoacidose e níveis elevados de glicemia (ARKKILA; GAUTIER, 2003).

O diabetes tipo 2 é a forma mais comum de diabetes, representando cerca de 90% de todos os casos. Esta desordem metabólica crônica é caracterizada principalmente pela resistência à insulina, relativa deficiência de insulina, e um aumento anormal do açúcar no sangue logo após uma refeição (hiperglicemia pós-prandial) (OBOH, ADEMILUYI e FALOYE, 2011).

Sendo o amido uma grande fonte de carboidratos, sua degradação presente na dieta prossegue rapidamente e conduz a hiperglicemia pós-prandial elevada. Tem sido demonstrado que a atividade do eixo pancreático humano α -amilase (HPA), no intestino delgado, se correlaciona com um aumento nos níveis de glicose pós-prandial. Este controle é, portanto, um aspecto importante no tratamento da diabetes de tipo 2 (SUDHA *et al.*, 2011).

Alguns inibidores atualmente em uso clínico são a acarbose, voglibose e miglitol que inibem glicosidases como por exemplo α -glicosidase e α -amilase em pacientes com diabetes tipo 2. No entanto, estes inibidores não específicos causam efeitos secundários, tais como distensão abdominal, flatulência, meteorismo, diarreia por causa do excesso de inibição de α -amilase. Assim, os esforços têm sido dirigidos para encontrar inibidores naturais e seguros de α -amilase e α -glicosidase com o mínimo de efeitos secundários (OBOH, ADEMILUYI e FALOYE, 2011; WU *et al.*, 2011; SUDHA *et al.*, 2011; MELTEM *et al.*, 2012).

4 METODOLOGIA

4.1 Materiais

Nesse estudo foram utilizadas as cascas de *Passiflora edulis f. flavicarpa*, provenientes do processamento dos frutos adquiridos através de doação da Cooperativa Agroindustrial de Corumbataí do Sul – PR e região (COAPROCOR). Para obtenção dos extratos, foi testado o solvente etanol sempre na mesma relação (casca/solvente) em todos os mecanismos de agitação (ultraturrax, ultrassom e agitação mecânica).

Na extração de compostos antioxidantes das cascas utilizou-se álcool etílico absoluto P. A (Cromoline) e para determinar a avaliação da capacidade antioxidante foi realizado pelo método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil, Sigma-Aldrich) e metanol (Dinâmica). Para a determinação dos compostos fenólicos totais foi utilizado o reagente Folin-Ciocalteu (Vetec).

A enzima pancreática suína (Tipo VI-B, Sigma-Aldrich) foi utilizada para avaliação do efeito inibitório dos extratos na atividade das enzimas hidrolisantes de carboidratos, amido de batata (Sigma-Aldrich), tartarato de sódio (Alphatec), hidróxido de sódio (Isofar), ácido (3,5) dinitrosalicílico (Inlab), cloreto de cálcio (Proquímicos), fosfato de sódio (Vetec) e tris-HCl (Dinâmica).

4.2 Métodos

4.2.1 Extração

Na obtenção dos extratos, as cascas do maracujá foram trituradas em um moinho de facas (SOLAB) e congeladas (-17°C, Electrolux), para posterior utilização. Para completar a extração, utilizou-se o método otimizado por Souza *et al.*, (2022) adicionando casca de maracujá em contato com o solvente (etanol) na proporção de 100 g da amostra para 1.000 mL de solvente. A solução foi agitada de acordo com o respectivo mecanismo de agitação utilizado na extração, Ultra-turrax (Omicron, 700 rpm por 15 min, UT), banho ultrassom (Schuster, 15 min, US) e por agitação mecânica (Fisatom, 24h, 900 rpm, AM). Após este processo, a mistura foi filtrada com o auxílio de uma bomba de vácuo (LimaTec) e colocada em evaporador rotativo (SOLAB, modelo SL-126) para remoção do solvente e em seguida, levado para estufa (40 °C) até a evaporação completa do solvente. O rendimento do processo de extração para os extratos foi expresso através da porcentagem calculada através da Equação 1:

$$\text{rendimento}(\%) = \frac{m_{ext}}{m_{casca}} \times 100 \quad (1)$$

A equação de rendimento leva em consideração a massa de extrato seco obtido (m_{ext}) e a massa da casca do maracujá (m_{casca}) utilizada inicialmente no processo de extração.

4.2.2 Capacidade antioxidante

Os compostos fenólicos totais foram determinados conforme o método de Folin-Ciocalteu segundo metodologia de Singleton e Rossi, (1965) com algumas modificações. Para o desenvolvimento da reação foram pipetados 30 μL da amostra (previamente diluída a 40 mg/mL, 30 mg/mL, 20 mg/mL e 10 mg/mL), 2370 μL de água destilada, e 150 μL de Folin-Ciocalteu. Após 2 minutos de repouso, adicionou-se 450 μL de solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) 15%. As soluções foram incubadas ao abrigo da luz por 2 horas para completa reação. A seguir, a absorbância foi lida a 765 nm em espectrofotômetro (modelo UV/VIS, Global Analyzer) previamente calibrado contra o branco.

Os teores de compostos fenólicos totais foram determinados por interpolação da absorbância das amostras contra uma curva de calibração construída com padrões de ácido gálico ($y = 0,001x + 0,009$; $R^2 = 0,999$; $p < 0,001$) e expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico por litro (mg EAG.L^{-1}). As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em média e desvio padrão.

Para avaliação da capacidade antioxidante pelo método de DPPH, como radical livre, seguiu o método descrito por Brand-Williams, Culvelier e Berset (1995), com algumas modificações. Para isso, foram adicionadas diferentes concentrações de extrato (10 mg/mL 20 mg/mL e 30 mg/mL e 40 mg/mL) em contato com a solução metanólica de DPPH em um tubo de ensaio. A mistura foi mantida no escuro por 30 minutos e então, mensurou-se a absorbância usando o espectrofotômetro Uv-vis (517nm, Global Analyzer, modelo UV/VIS). Os resultados foram expressos em valor de % de descoloração, calculado através da Equação 2.

$$\% \text{Descoloração} = \frac{(\text{Abs controle DPPH} - \text{Abs Amostra})}{\text{Abs controle DPPH}} * 100 \quad (2)$$

A equação de % descoloração leva em consideração a absorbância do controle DPPH (Abs controle DPPH) e a absorbância da amostra (Abs amostra) obtida através do processo de extração.

4.2.3 Atividade da alfa-amilase pancreática suína

Inicialmente, misturou-se tampão fosfato-NaCl (20 mM e 6,7 mM, pH 6,9), enzima pancreática suína (74 U/mL), aos extratos dos diferentes mecanismos em diferentes concentrações (10; 8,5; 5; 2,5 e 1 mg. mL⁻¹). Em seguida, incubou-se a solução em banho com controle de temperatura e agitação (SOLAB, 37 °C por 15 min). Em seguida, adicionou-se o amido de batata (substrato, 1 % em água) e incubou-se novamente a mistura em banho-maria (37 °C por 15 min). Por fim, a reação foi cessada pela adição de ácido dinitrosalícilico (DNS) a 100 °C por 5 min e assim pôde-se analisar a formação dos açúcares redutores provenientes da hidrólise do amido pelo método do ácido dinitrosalícilico (OLIVEIRA *et al.*, 2021). O efeito sobre a atividade da alfa-amilase pancreática foi expresso em termos de IC₅₀ (concentração capaz de inibir 50% da atividade enzimática), utilizando-se o *software* GraphPad Prism 5.

4.2.4 Análises estatísticas

Os resultados obtidos durante o trabalho foram submetidos a análise de variância ANOVA e ao teste de Tukey ($p < 0,05$) com o auxílio do *software* Matlab R2021a (MathWorks).

5 RESULTADOS

5.1 Análise de rendimento

Os resultados de rendimento percentual dos extratos obtidos foram avaliados e calculados para cada mecanismo, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Avaliação do rendimento dos extratos obtidos da casca do maracujá através da agitação mecânica (AM), ultra-turrax (UT) e ultrassom (US).

Média ± desvio padrão			
	AM	UT	US
Rendimento dos extratos	1,11 ^a ± 0,15	1,16 ^a ± 0,12	1,33 ^a ± 0,09

^{a, b} Resultados na mesma linha seguidos por letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0.05$)

Fonte: Autoria Própria (2023)

Pode-se constatar que o rendimento dos extratos obtidos pelos três mecanismos distintos de agitação não apresentou diferenças significativas. Para Wang (2020) os fatores que interferem na extração são a temperatura, pressão, solvente e potência. Uma melhor recuperação de compostos bioativos pode ser obtida por meio da otimização de parâmetros referentes ao funcionamento do ultrassom, tais como o tempo e distribuição das ondas ultrassônicas.

O rendimento da extração assistida ultrassom apresenta as vantagens de ser um método simples e barato, com alto rendimento de extração e maior aplicação de energia cinética que os métodos convencionais (WANG & WELLER, 2006). Uma vez que os métodos convencionais demandam maiores tempo de extração, ocasionam oxidações dos compostos bioativos, devido à exposição da matriz por longos períodos à altas intensidades de temperatura, luz e oxigênio, reduzindo os teores de biocompostos (BHUYAN; BASU, 2017).

Santos (2022) trabalhou com extrato de semente de maracujá e teve maior média de rendimento através do meio ultrassônico com 36,30%. Comparando com extração por maceração dinâmica 29,17%, pode-se dizer que os valores diferem na quantidade de rendimento, pois nesse trabalho, o extrato obtido por maceração possui um maior tempo de extração e ambos foram feitos a uma temperatura de 45°C, diferentemente do presente estudo que foi realizado em temperatura ambiente.

5.2 Atividade Antioxidante

5.2.1 Compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos foi determinado através do método colorimétrico utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu. Este reagente forma um complexo de coloração azul na presença de agentes redutores, no caso os compostos fenólicos (COUTINHO; PASCOLATTI, 2014).

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das análises de fenólicos totais obtidos com os três mecanismos.

Tabela 2- Avaliação do conteúdo de compostos fenólicos frente aos extratos obtidos da casca do maracujá.

	Média ± desvio padrão		
	AM	UT	US
Compostos Fenólicos Totais (mg EAG/ 100 g de extrato)	141,30 ^a ± 7,27	114,44 ^b ± 1,55	131,85 ^a ± 3,10

^{a, b} Resultados na mesma linha seguidos por letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0.05$)

Fonte: A autoria própria (2023)

O ensaio realizado com agitador mecânico apresentou uma média na avaliação de compostos fenólicos totais de 141,30 mg EAG/100g de extrato. No caso do Ultra-turrax e Ultrassom foram obtidas as médias de 114,44 mg EAG/100g e 131,85 mg EAG/100g de extrato, respectivamente.

Os fenólicos totais provenientes de AM e US não apresentaram diferenças, ou seja, ambos não apresentaram diferenças significativas no conteúdo de fenólicos, sendo superiores ao conteúdo estimado em UT.

De acordo com Cazarin *et al.*, 2014 a farinha casca do maracujá apresentou 2,53; 2,30; 2,06 mg de EAG. 100g⁻¹ de casca para os extratos aquoso, metanólico e etanólico respectivamente. Comparando com os resultados obtidos neste trabalho referentes ao valor do extrato etanólico, percebe-se um grande aumento no conteúdo de compostos fenólicos totais, podendo constatar a maior presença dos compostos fenólicos no extrato quando comparado a farinha da casca de maracujá.

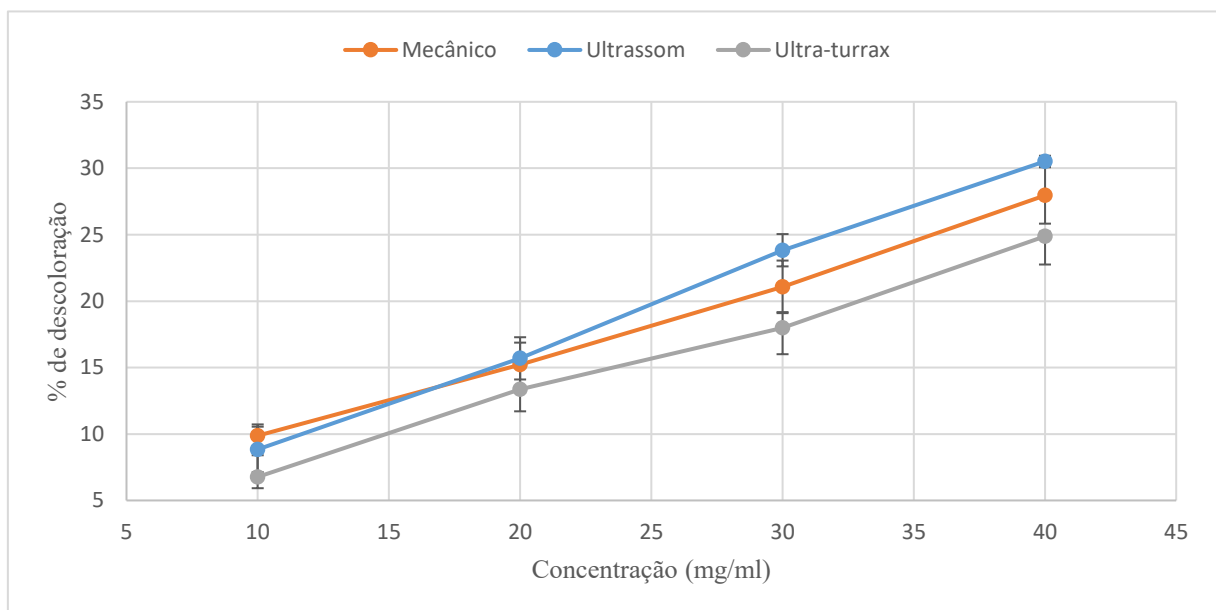
5.2.2 Método DPPH

O método DPPH se caracteriza com um radical livre estável em virtude da deslocalização do elétron sobre a molécula, quando o material em análise possui algum caráter antioxidante ele reage com o DPPH, originando a forma reduzida do reagente (DPPH-H). A

redução provoca a alteração de sua coloração passando da cor violeta para amarelada, sendo observada uma diminuição na absorbância no comprimento de onda de 515 a 517 nm (MOLYNEUX *et al.*, 2004).

Na Figura 4 é demonstrado o comportamento da porcentagem de descoloração *versus* a concentração (mg/mL) do extrato etanólico da casca de maracujá em cada um dos três mecanismos propostos, expressando a variação da coloração no teste de DPPH de acordo com as concentrações de 40, 30, 20 e 10 mg/mL

Figura 4- Análise da capacidade antioxidante pelo método DPPH (40 mg/mL, 30 mg/mL, 20 mg/mL e 10 mg/mL)



Fonte: Autoria Própria (2023)

Quanto aos resultados obtidos na determinação com os testes realizados, constatou-se que entre as concentrações, houve variação do percentual de descoloração. Pelos dados expressos nos Figura 4, tem-se que conforme a concentração de extrato etanólico aumentou, houve maior atividade antioxidante, ou seja, quanto maior a concentração, maior a porcentagem de descoloração (dose-dependente). A maior concentração de extrato de casca de maracujá (40 mg/ml) proporcionou um percentual médio de descoloração de 30,52% no ultrassom, 27,95% no agitador mecânico e 24,87% no ultra-turrax.

De acordo com Cazarin (2014) a avaliação da atividade antioxidante avaliada pelo método DPPH, mostrou maior atividade antioxidante no extrato aquoso em comparação com os extratos etanólico, provavelmente a baixa atividade antioxidante está atrelada ao tipo de solvente utilizado. Zeraik (2012) em seus estudos descreveu que a casca do maracujá *P. edulis*

apresenta em sua composição compostos fenólicos com atividade antioxidante e anti-inflamatória, como é o caso da isoorientina ($1,230 \pm 0,008 \text{ mg. g}^{-1}$ casca seca).

A capacidade antioxidante do extrato etanólico pode estar relacionada à presença de flavonoides (RODRIGUES, DA SILVA, MACÊDO, 2017). De acordo com Silva, Garcia e Franciscato (2016), a aplicação do processo assistido por ultrassom também se apresentou eficiente na extração de compostos bioativos das cascas de lichia, caracterizando o ultrassom assistido por favorecer a extração de compostos bioativos. Com isso, pode-se dizer que para os extratos obtidos a partir dos mecanismos, indica-se que a atividade antioxidante das cascas de maracujá amarelo obtido por ultrassom é superior.

5.3 Avaliação de atividade da alfa-amilase pancreática suína

O extrato foi associado a enzima pancreatina suína para teste de avaliação da inibição da alfa-amilase. Neste caso, os cálculos foram realizados com base na capacidade do extrato de inibir 50% da atividade enzimática (IC_{50}) para determinar qual mecanismo foi mais eficaz. De acordo com a Tabela 3, têm-se os valores referentes a média de IC_{50} e desvio padrão de cada mecanismo.

Tabela 3- Média da concentração e desvio padrão associados a IC_{50} do extrato para agitação mecânica (AM), Ultrassom (US) e Ultra-turrax (UT)

	Inibição da atividade da alfa amilase pancreática suína		
	AM	UT	US
Média \pm desvio padrão - IC_{50} (mg,mL-1)	6,83 ^a \pm 0,12	4,38 ^b \pm 0,32	2,90 ^c \pm 0,27

^{a, b} Resultados na mesma linha seguidos por letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Fonte: Autoria própria (2023)

Nota-se que todos os valores de IC_{50} para os três mecanismos de extração se diferiram na inibição da alfa amilase. Ainda, pode-se perceber que o ultrassom foi o equipamento de extração mais eficiente, pois obteve o menor valor de IC_{50} (concentração capaz de inibir 50% da atividade da enzima), seguido do ultraturrax e por fim, agitador mecânico.

Observando as médias das concentrações para cada mecanismo constata-se que quanto menor o valor de IC_{50} melhor a inibição da enzima, ou seja, é preciso uma menor concentração do extrato obtido para inibir a alfa amilase em 50%. Devido a isso, o ultrassom foi o mais efetivo na inibição da alfa amilase.

Por sua vez, este resultado foi interessante, pois o ultrassom dentre os três equipamentos utilizados é o que se aplica maior energia. De acordo com Corbin *et al* (2015), as cavitações acústicas produzidas pelo ultrassom facilitam a penetração do solvente nas

paredes celulares da matriz vegetal, permitindo que o conteúdo intracelular seja liberado de forma eficiente. Além disso, a agitação do solvente aumenta a área de contato entre este último e os compostos alvos, permitindo a maior penetração do solvente na matriz da amostra. A utilização das ondas ultrassônicas foi possivelmente o fator que acarretou nesta maior extração dos compostos, proporcionando uma melhor interação com a matriz da casca de maracujá.

Por outro lado, outra vantagem na resposta obtida no processo de extração assistido por ultrassom, é que ele possui redução no tempo de extração, diminuindo consumo de energia. Além disso, é menor a perda do solvente, proporcionando uma extração mais eficiente, possibilitando maiores ganhos de compostos bioativos. A obtenção de maiores concentrações de compostos bioativos na extração assistida por ultrassom também é reportada nos trabalhos de Khan *et al.*, (2010) e Carrera *et al.*, (2012).

Já em relação aos valores de IC₅₀ dos outros mecanismos, o extrato obtido pela extração com agitação mecânica apresentou a maior média de IC₅₀, mas não quer dizer que ele não inibiu, somente de que precisa de uma maior concentração para inibir 50% da ação enzimática. Esse resultado era esperável, pois o mecanismo através da agitação mecânica apresenta-se com menor energia envolvida, conseqüentemente necessitando de um tempo de extração maior, para poder compensar em qualquer fator que interfira na extração.

Vale ressaltar que, apesar do ultrassom ter sido o mais eficiente, todos os extratos da casca do maracujá obtidos por diferentes mecanismos de extração foram capazes de inibir a alfa-amilase. Estes resultados são muito promissores pois demonstram que os bio-resíduos proveniente do processo de industrialização do maracujá têm viabilidade para serem empregados como fármacos ou introduzidos a matriz alimentícia, com o intuito de minimizar a glicemia em humanos. No entanto, esta pesquisa é um trabalho preliminar, sendo necessário mais estudos, como aplicação *in vivo* para verificar a capacidade dos compostos em reduzir os efeitos negativos ocasionados pela Diabetes Mellitus tipo II.

Pode-se dizer também que o solvente utilizado na extração foi adequado contribuindo para estes resultados, extraíndo possivelmente a luteolina. Segundo o estudo de Kim, Kwon e Son (2000), pode-se observar que na avaliação da atividade de inibição para a alfa-amilase e alfa-glicosidases em vinte e um flavonoides de ocorrência natural, a luteolina entre outros inibidores, foi um dos mais fortes entre os compostos testados. A luteolina inibiu a alfa-glicosidase em 36% na concentração de 0,5 mg/ml e foi mais forte que a acarbose e inibiu a alfa-amilase de forma eficaz.

De acordo com Santos (2020), entre os flavonoides da classe flavona encontrados no maracujá a luteolina é um dos compostos identificado no maracujá amarelo. Possivelmente

durante o processo de extração esse flavonoide possa ter sido retirado da casca do maracujá, se apresentando bastante solúvel em solventes orgânicos como etanol (PENG *et al.*, 2006; PENG e YAN, 2010), o solvente utilizado. No entanto, não se pode afirmar com certeza que foi possível a extração da luteolina, pois para isso, seria necessário a identificação dos compostos presentes nos extratos obtidos.

6 CONCLUSÃO

Por meio deste estudo pode-se calcular o percentual do rendimento dos extratos da casca do maracujá, no qual os mecanismos não apresentaram diferença sigficativa entre os valores obtidos. Além de verificar que os extratos apresentaram capacidade antioxidante, observando os resultados obtidos para os compostos fenólicos e método DPPH. Com relação aos compostos fenólicos, não houve diferença significativa entre os três extratos. Quanto a capacidade antioxidante pelo método de DPPH, observou-se 30,52% de descoloração para o extrato obtido com ultrassom na concentração de 40 mg/ml.

Apesar disso, todos os extratos obtidos por diferentes mecanismos de agitação utilizando o etanol como solvente apresentaram atividade antioxidante pelos métodos avaliados.

A partir dos resultados obtidos e apresentados na literatura, pode-se constatar que a casca do maracujá contém um grande número de compostos bioativos associados a diversas atividades benéficas à saúde. Além disso, o bom aproveitamento desses resíduos gerados pela indústria alimentícia pode ajudar a reduzir o impacto negativo no meio ambiente, trazendo múltiplas vantagens.

Resultados significativos também foram obtidos na avaliação da capacidade inibitória da α -amilase. Evidentemente, destacamos o mecanismo do ultrassom, que apresentou maior poder inibitório quando comparado aos demais.

Assim, pesquisas como esta, voltadas para a abordagem dos resíduos como alternativas sustentáveis e voltadas para a saúde humana, são de grande valia, pois permitem compreender o enorme valor desses subprodutos. Cabendo como proposta de trabalhos futuros a investigação da composição destes extratos, avaliação da inibição *in vivo* e maior compreensão dos mecanismos de inibição envolvidos, para contribuir com a análise da viabilidade do emprego destes extratos naturais no tratamento de doenças, como a diabetes.

Além de auxiliar no desenvolvimento de novos produtos com apelo a saudabilidade dos consumidores e conseqüentemente, acarretando na diminuição do desperdício e proporcionando novas oportunidades de aplicação para esses resíduos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. A. M. S.; MACIEL, M. I. S.; SANTOS, A. M. P.; MELO, E. A. Optimization of the extraction process of polyphenols from cashew apple agro-industrial residues. **Food Science and Technology, Campinas**, v. 35, n. 2, p. 354–360, jun. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/mmmYS9YVqywVfPj7s5CnkwR/abstract/?lang=en>. Acesso em: 10 abr. 2022.
- ANDREO, D; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 319-336, 2006. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/328054253.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2023.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/32841>. Acesso em: 30 mar. 2023.
- ARKKILA PE, GAUTIER JF. Musculoskeletal disorders in diabetes mellitus: an update. **Best Practice & Research: Clinical Rheumatology**. v.17. p. 945-70, 2003. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1521694203001244?casa_token=593oo80jff0AAAAA:-hAbVKbZoBnXRoEo9DpA2UrtdU3F-mKSOWQeE2Sk8SAVICEIplD4VKnWvB4T8dG84U9E5LyWo5Y. Acesso em: 30 mar. 2023.
- AYALA-ZAVALA, J.; VEGA-VEGA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; PALAFOXCARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J.A.; WASIM SIDDIQUI, MD.; DÁVILA AVIÑA, J.E.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1866-1874, Ago. 2011. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911001086?casa_token=nTEZLN NPxagAAAAA:TrQyyLIV8fivR0YUL-vghfisYQSDPJroYwdPv6QsTVs5rHnfEvCe5T_OG0OCWnXubaWGOYk4W84. Acesso em: 29 mar. 2023.
- AZMIR, J., ZAIDUL, I.S.M., RAHMAN, M.M., SHARIF, K.M., MOHAMED, A., SAHENA, F., JAHURUL, M.H.A., GHAFLOOR, K., NORULAINI, N.A.N., OMAR, A.K.M. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. **Journal of Food Engineering**, v. 117, n. 4, p. 426-436, Ago. 2013. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877413000277?casa_token=97Pt2iubqPkAAAAA:5sfmSb-eONgshxuVJ7aIfLgWXEKq7qGirak5vIsCrSzNIV761aea371mxUdzluKczT712xuE3cI. Acesso em: 30 mar. 2023.
- BARBA, F. J.; ZHU, Z.; KOUBAA, M.; SANT’ANA, A.S.; ORLIEN, V. Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 49, p. 96–109, mar. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224415301072>. Acesso em: 25 maio.2022.

- BERNACCI, L.C.; MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D. Maracujá-doce: o autor, a obra e a data da publicação de *Passiflora alata* (*Passifloraceae*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.355-356. 2003.
<https://www.scielo.br/j/rbf/a/KkNK4qtyP6mtns3xXnXpMsM/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 13 maio. 2023.
- BERTOLINO, J.S. **Efeitos do flavonoide luteolina na liberação de fatores endoteliais**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/59465>. Acesso em: 13 maio. 2023.
- BIESAGA, M. Influence of extraction methods on stability of flavonoids. **Journal of Chromatography a**, v. 1218, n. 18, p. 2505-2512, 2011. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002196731100286X?casa_token=FdHzhcJZz5gAAAAA:lXgMIkLaaVkJQ0Gg3nVvW3cEfxuMZITyC1BY3huEMODtky-jLI0jP69rGt0rMiN_VYroOXTE581w. Acesso em: 13 maio. 2023.
- BIRT, D. F.; HENDRICH, S.; WANG, W. Dietary agents in cancer prevention: flavonoides and isoflavonoids. **Pharmacology. Therapeutics.**, v. 90, p. 157-177, 2001. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0163725801001371?casa_token=QhakbdPR2HwAAAAA:0xdUoMJEcNeOBNIpie07ibN4pSKi_CxxEuc7381_V8eaUAe6offEpJd42y4b7xvooUf-Nr8SZnk. Acesso em: 13 maio. 2023.
- 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. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643895800085>. Acesso em: 10 abr. 2022.
- BHUYAN, D.J.; BASU, A. **Utilisation of bioactive compounds from agricultural and food waste: Phenolic compounds potential health benefits and toxicity**. 1.ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2017.
- CARRERA, C.; RODRÍGUEZ, A. R.; PALMA, M.; BARROSO, C. G. Ultrasound assisted extraction of phenolic compounds from grapes. **Analytica Chimica Acta**, v. 732, p. 100-104, 2012. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003267011015546?casa_token=aOzUeIyJSAcAAAAA:l2u4NVU2qYpA1Gyb7h7yUpn5xh70JIKMA21S4oXWYO7xHAcqnLIMPuo mqG5xdKicJApTPtxib0E. Acesso em: 30 mar. 2023.
- CAZARIN, C.B.B.; DA SILVA, J.K.; COLOMEU, T.C.; ZOLLNER, R.L.; JUNIOR, M.R.M. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, v.44, n.9, p.1699-1704, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/kC6bmwdfc4D5KLBXpDbTB4C/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- CARVALHO, M.T.; BERGAMASCO, R.; GOMES, R.G. Métodos de extração de compostos bioativos: aproveitamento de subprodutos na agroindústria. **Revista UNINGÁ Review**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 66-84, 2018. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/1534>. Acesso em: 23 mar. 2023.

CASTRO, D. S.; MOREIRA, I. S.; DE MELO, L. M. S.; LIMA, J. P.; DA SILVA, W. P.; GOMES, J. P.; FIGUEIRÊDO, A. M. F. Isolamento e caracterização do amido do endocarpo de pitomba. **Food Research International**, v. 124, p. 181-187, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996918304782>. Acesso em: 16 mar. 2023.

CHEMAT, F.; ZILL-E-HUMA; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 18, p. 813–835, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350417710002385>. Acesso em: 23 mar. 2023.

CHU, Y.F.; SUN, J.; WU, X.; LIU, R.H. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Common Vegetables. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**., v.50, n.23, p.6910-6916, Nov, 2002. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jf020665f?casa_token=KQUJUzKn5n4AAAAA%3AcGbyw7-c4FaAZ4dv_EqYL4YqDYuS91jiixu5Km0L5Uy_54z7qB_-PLh4ZMMMeMgciHyvyW6j8jsW8K. Acesso em: 23 mar. 2023.

CORBIN, C.; FIDEL, T.; LECLERC, E. A; BARAKZOY, E.; SAGOT, N.; FALGUIÉRES, A.; RENOARD, S.; BLONDEAU, J. P.; FERROUD, C.; DOUSSOT, J.; LAINÉ, E.; HANO, C. Development and validation of an efficient ultrasound assisted extraction of phenolic compounds from flax (*Linum usitatissimum* L.) seeds. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 26, p. 176-185, 2015. <https://core.ac.uk/download/pdf/230456164.pdf>. Acesso em: 20 maio. 2023.

COUTINHO, A. M.; PASCOLATTI, Y. S. **Caracterização físico-química e análise antioxidante da polpa de uvaia (*Eugenia pyriformiscambess*)**.2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12454>. Acesso em: 30 mar. 2023.

DAMODARAM, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4º ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DANIELSKI, L. **Solubilidade das óleo resinas de calêndula (*Calendula officinalis* L.) e cavalinha (*Equisetum arvense*) em CO₂ supercrítico**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82941>. Acesso em: 23 mar. 2023.

DUTHIE, G. G.; GARDNER, P. T.; KYLE, J. A. M. Plant polyphenols: are they the new magic bullet? **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, n. 3, p. 599-603, 2003. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/proceedings-of-the-nutrition-society/article/plant-polyphenols-are-they-the-new-magic-bullet/14BCC2E15A7C60AF840A1E2C24CB5162>. Acesso em: 12 mar. 2023.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Maracujá. **Portal Embrapa**, Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/maracuja>. Acesso: 28 mar. 2023.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: Princípios e prática**. 4. Ed. Porto Alegre: Artmaed, 2006.

GALANAKIS, C. M. Separation of functional macromolecules and micromolecules: From ultrafiltration to the border of nanofiltration. **Trends in Food Science & Technology**, v.42, p.44-63, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092422441400260X?casa_token=P7pLyq53azgAAAAA:mtDfibEWB4uYffsek9sdNqNIPPWxDryN7V1Pw7kgSKw17a8Qu3wSkdQqRGTPaW61DJArbvxF0ZY. Acesso em: 6 maio. 2023.

GANGA, R.M.D.; RUGGIERO, C.; LEMOS, E. G. M.; GRILI, G. V. G.; GONÇALVES, M. M.; CHAGAS, E. A. Genetic diversity in yellow passion fruit utilizing AFLP molecular markers. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 26, p. 494-498, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/HWszWkGsCgc5DgJ8qypYXst/abstract/?format=html&lang=en>. Acesso em: 15 mar. 2023.

GEROLA, G. P.; BOAS, N. V.; CAETANO, J.; TARLEY, C. R. T.; GONÇALVES, A. C.; DRAGUNSKI, D. C. Utilization of passion fruit skin by-product as lead (II) ion biosorbent. **Water, Air & Soil Pollution**., v. 224, n. 2, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-013-1446-z>. Acesso em: 28 mar. 2023.

GIADA, M.L.R.; FILHO, J.M. Importância dos compostos fenólicos da dieta na promoção da saúde humana. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v.12, n.4, 2006. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/biologica/article/view/439/440>. Acesso em: 28 mar. 2023.

GIRONI, F.; PIEMONTE, V. Temperature and solvent effects on polyphenol extraction process from chestnut tree wood. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 89, n. 7, p. 857-862, 2011. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263876210003321?casa_token=p91KQN3vV0YAAAAA:23G8ts5JzTHwV8E-N8KfYRCjOCyPWZzqbc60O2Y4rJu21aouRtc-yeLnywhHyr8n4sgUiMual8. Acesso em: 23 fev. 2023.

GUPTA, N.; JAIN, S. K. Storage behavior of mango as affected by post-harvest application of plant extracts and storage conditions. **Journal of food science and technology**, v. 51, n. 10, p. 2499-2507, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-012-0774-0>. Acesso em: 16 mar. 2023.

HUSSAIN, A. I.; CHATHA, S. A. S.; NOOR, S.; KHAN, Z. A.; ARSHAD, M. U.; RATHORE, H. A.; SATTAR, M. Z. A. Effect of Extraction Techniques and Solvent Systems on the Extraction of Antioxidant Components from Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Hulls. **Food Analytical Methods**, v. 5, n. 4, p. 890-896, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12161-011-9325-y>. Acesso em: 23 fev. 2023.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Produção de Maracujá**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>. Acesso em: 14 maio. 2023.

ISHIMOTO, F.Y.; HARADA, A.I.; BRANCO, I.G.; CONCEIÇÃO, W.A.S.; COUTINHO, M.R. Aproveitamento Alternativo da Casca do Maracujá Amarelo (*Passiflora edulis f. var. flavicarpa* Deg.) para produção de Biscoitos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.9 n.2, 2007. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/85>. Acesso em: 15 mar. 2023.

JANEIRO, D. I.; QUEIROZ, M.S.R.; RAMOS, A.T.; SABAA-SRUR, A.U.O.; DA CUNHA, M.A.L.; DINIZ, M.F.F.M. Efeito da farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.) nos níveis glicêmicos e lipídicos de pacientes diabéticos tipo 2. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, p.9, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/tsdYdHss4StwvYJGDWCdYhv/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 mar. 2023.

KARTHIC, K.; KIRTHIRAM, K. S.; SADAVISAM, S.; THAYUMANAVAN, B. Identification of α amylase inhibitors from *Syzygium cumini* Linn seeds. **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 46, p. 677, 2008. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/18949899>. Acesso em: 15 mar. 2023.

KHAN, M. K.; ABERT-VIAN, M.; FABIANO-TIXER, A. S.; DANGLES, O.; CHEMAT, F. Ultrassond-assisted extraction of polyphenols (flavonone glycosides) from orange (*Citrus sinensis* L.) peel. **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 851-858, 2010. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609010437?casa_token=YRRTuUao620AAAAA:Yy-2oemboMwZq2GXwrE0X2ZDhVXPxyaAF_izYqj1WEAfrNygKD0pOgYwC2mSPhP9kAcVW_qEUoE. Acesso em: 6 maio. 2023.

KIM, J.S.; KWON, C.S.; SON, K.H. Inhibition of Alpha-glucosidase and Amylase by Luteolin, a Flavonoid. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**. ed 11, v.64, p 2458-2461, 2000. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/bbb/64/11/64_11_2458/_article/-char/ja/. Acesso em: 6 maio. 2023.

KOZLOWSKA, M.; SZTERK, A.; ZAWADA, K.; ZABKOWSKI, T. New opportunities of the application of natural herb and spice extracts in plant oils: application of electron paramagnetic resonance in examining the oxidative stability. **Journal of food science**, v. 77, n. 9, p. C994-C999, 2012. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2012.02856.x>. Acesso em: 16 mar. 2023.

LIMA, Renan da Silva. **Extração e caracterização de carotenoides e compostos fenólicos da polpa e do resíduo do processamento da goiaba (*Psidium guajava* L.)**.2019. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Programa de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/214756>. Acesso em: 15 mar. 2023.

LUTCKMEIER, R. **Extração de Pectina da Casca do Maracujá Assistida por Ultrassom**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/183771/000970457.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 maio.2023.

MAESTROVIRTUALE. **Fenóis ou compostos fenólicos: propriedades, tipos, aplicações**, 2023. Disponível em: <https://maestrovirtuale.com/fenois-ou-compostos-fenolicos-propriedades-tipos-aplicacoes/>. Acesso em: 23 maio. 2023.

MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J. e ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos latinoamericanos de nutrición**, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000100001. Acesso em: 6 maio. 2023.

MARTINEZ, R.; TORRES, P.; MENESES, M. A.; FIGUEROA, J. G.; PÉREZÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1520-6, 2012. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612008850?casa_token=5rapA3XLeX0AAAAA:xQQmgUaf3AZcEG4Y8rgxZf16YEVpob5fs4OV-_ft0Kw_tgts0xc9gbgt_iWHHE2a712R5us6tg. Acesso em: 29 mar. 2023.

MELTEM, Y.M.; GRIFFITH, A.M.; MICHELS, A.J.; SCHNEIDER, E.; FREI, B. Grape Seed and Tea Extracts and Catechin 3-Gallates Are Potent Inhibitors of α -Amylase and α -Glucosidase Activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 36, p. 8924–8929, 29 jun. 2012. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jf301147n?casa_token=76IpvuUYo-oAAAAA%3A7IBvrtQbHlik4sZYVPW4hasnEXeGT17CG3dUZGRUo0M_7Kte5m156zeGcjVWJm-_oKhugpL-yeVGG7e. Acesso em: 10 mar. 2023.

MIGLIATO, K. F.; CORRÊA, M. A.; SALGADO, H. R. G.; TOGNOLLI, J. O.; SACRAMENTO, L. V. S.; MELLO, J. C. P.; GIANNINI, M. J. S. M.; ALMEIDA, A. M. F.; PIZZOLITTO, A. C. Planejamento experimental na otimização da extração dos frutos de *Syzygium cumini* (L.) skeels. **Química Nova**, v. 34, n. 4, p. 695-699, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/3MqyLY48zvkLcrwSgQBFXpg/?lang=pt>. Acesso em: 23 fev. 2023.

MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 26, n. 2, p. 211–219, 2004. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39013361/Molineux_07-DPPH-libre.pdf?1444061382=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMolineux_07_DPPH.pdf&Expires=1685905091&Signature=fy1dVjSbdejXA6At7sHGfNVEbMSssiXaAetuYBBA7C-ftC94HMdlyEnjXUGh09rkmDK~DSVUwIjkg17hfoWGU0NKWMunbTdofyRgCqqWGlmay-VJoIOR~ii~5Bu~6sLnmK3Z7~dQdwYK1BVbx3SQqh4Z~LCWfpAjdMXrDfJt~cdW3Msu~3xP0Ri8UVmmnyoatMTQXltYvP0i-I5gHISVFZh7U-AVm5fThrDVQ6gHzQIQsqWahQSKWPNgWqmKAzwG1afdc6nxgaCLp8de5XGpkXXVpAkMGv1ddUaeXZBQOmkyLnCqRwgf4SXZ5sWYc9PxoNLkuqRP5nGgWujL1kA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 6 maio. 2023.

MULLER, S. D. **Determinação de alcalóides e flavonoides através de CLAE e UV de extratos de *Passiflora alata curtis*, Passifloraceae Maracujá-Doce.** 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Centro de ciências da saúde, Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina, 2006. Disponível em: <https://siaiap39.univali.br/repositorio/handle/repositorio/1471>. Acesso em: 15 mar. 2023.

NASCIMENTO, T.; CALADO, V.; CARVALHO, C. Development and characterization of flexible film based on starch and passion fruit mesocarp flour with nanoparticles. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 588-595, nov. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996912002955>. Acesso em: 15 mar. 2023.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; BARROS, M. P.; MANO, C. M.; GOULART, M. O. F. Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues. **Food Chemistry**, v. 115, n. 2, p. 469-475, 2009. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814608014854?casa_token=PK1r84R23AwAAAAA:kOTB4Vs5seM-NLM65TuDLfY-UsXRUKnJUIkJ5nZ4OocrToz_sgdocpM1z5hvvUUT3NSA4WmWZM. Acesso em: 29 mar. 2023.

OLIVEIRA, A.; MOREIRA T. F.M.; PEPINELLI A. L. S.; COSTA L. G. M. A.; LEAL L. E.; BARLATI, T.; GONÇALVES O. H.; INEU R. P.; DIAS M. I.; BARROS L.; ABREU R.; FERREIRA I. C. F. R.; BRACHT L., LEIMANN F. V. Bioactivity screening of pinhão (*Araucaria Angustifolia (Bertol.) Kuntze*) seed extracts: The inhibition of cholinesterases and α -amylases, and cytotoxic and anti-inflammatory activities. **Food & Function**, v. 12, n. 20, p. 9820-9828, 2021. Disponível em: https://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2021/FO/D1FO01163D?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+rss%2FFO+%28RSC+-+Food+%26+Function+latest+articles+%29. Acesso em: 10 abr. 2022.

OLIVEIRA, L.; DOS SANTOS, J. A. B.; NARAIN, N.; FONTES, A. S.; CAMPOS, R. S. S.; SOUZA, T. L. Characterization and extraction of volatile compounds from passion fruit (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* Degener) processing waste. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2280-2287, 2012. Disponível em: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA441769737&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=01038478&p=IFME&sw=w&userGroupName=anon%7Ed9d27a4f&aty=open+web+entry>. Acesso em: 6 maio. 2023.

OBOH, G.; ADEMILUY, A.O.; FALOYE, Y.M. Effect of Combination on the Antioxidant and Inhibitory Properties of Tropical Pepper Varieties Against α -Amylase and a Glucosidase Activities *In Vitro*. **Journal of Medicinal Food**. 2011. p. 1152–8. Disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/jmf.2010.0194>. Acesso em: 10 mar. 2023.

PANDJAITAN, N.; HOWARD, L.R.; MORELOCK, T.; GIL, M.T. Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and maturation. **J. Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.53, n.22, p.8618-8623, nov, 2005. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jf052077i?casa_token=QDTq9gKxcboAAAAA%3AsjT1foNx4Vb961raqXWMHoxglRK6UIEIuPLz9cAfBY76_JC2Zkswf7ml1_-SRxAAVFM3vBmRPUJm_rw-. Acesso em: 20 mar. 2023.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela, 2005.

PENG, B; ZI, J; YAN, W. Measurement and correlation of solubilities of luteolin in organic solvents at different temperatures. **Journal of Chemical & Engineering Data**, v. 51, n. 6, p. 2038-2040, 2006. Disponível em: [U1Pmr8O3V_R0XQ4s3qQBggfLYHJK4epEaCBXjf](https://doi.org/10.1021/jced.2c00000). Acesso em: 20 mar. 2023.

PENG, B.; YAN, W.D., Solubility of Luteolin in Ethanol plus Water Mixed Solvents at Different Temperatures. **Journal of Chemical and Engineering Data**, v.55, p. 583-585 2010. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/43579500>. Acesso em: 20 mar. 2023.

PINHEIRO, E.; SILVA, I. M.D.A.; GONZAGA, L. V.; AMANTE, E.R.; TEÓFILO, R.F.; FERREIRA, M. M.C.; AMBONI, R.D.M.C. Optimization of extraction of highest pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) with citric acid by using response surface methodology. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 13, p. 5561- 5566, 2008. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852407009200?casa_token=Ui1Pc2ygP34AAAAA:0arPZej72JSPgZFz1PAXpiYUIDzvOHug1SURN1UdtCA_ZSXsVWqhNgGNewIqWu0TOdMPHpTmO4. Acesso em: 20 mar. 2023.

PINTO, L. L. L. **Produção biotecnológica de álcool fenilético por fungos filamentosos em meio de cultura desenvolvido com utilização de resíduos de maçã (*Malus domestica*)**. 2017. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) -Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017. Disponível em: <https://unoesc.emnuvens.com.br/apeuv/article/view/24976>. Acesso em: 8 abr. 2022.

PITA, J.S.L. **Caracterização físico-química e nutricional da polpa e farinha da casca de maracujazeiros do mato e amarelo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/JULYANE-PITA.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.

QUEIROZ, E. R. **Frações de lichia: caracterização química e avaliação de compostos bioativos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Pós-graduação em Agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/810/1/DISSERTACAO_Fra%C3%A7%C3%B5es%20de%20lichia%3A%20caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20qu%C3%ADmica%20e%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20compostos%20bioativos.pdf. Acesso em: 29 mar. 2023.

REIS, L.C.R.; FACCO, E.M.P.; SALVADOR, M.; FLÔRES, S.H.; RIOS, A.O. Antioxidant potential and physicochemical characterization of yellow, purple and orange passion fruit. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 7, p. 2679–2691, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-018-3190-2>. Acesso em: 20 mar. 2023.

RODRIGUES, L.S.; DA SILVA, A.R.A.; MACÊDO, A.G.M. Noni (*Morinda citrifolia* Linn.): Determinação Fitoquímica e Potencial Antioxidante pelo Método DPPH. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 4, p. 47-54, 2017. Disponível em: <http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/921/0>. Acesso em: 29 mar. 2023.

ROCHA, M. S. **Compostos bioativos e antioxidantes (*in Vitro*) de frutos do cerrado Piauiense**. 2011. Dissertação (Mestrado em Alimento e Nutrição) - Programa de pós-graduação em alimentos e nutrição, Universidade Federal do Piauí, Piauí, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/bP93FGc95XP7xpjkftbXWLd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 fev. 2023.

SABATER, C.; SABATER, V.; OLANO, A.; MONTILLA, A.; CORZO, N. Ultrasoundassisted extraction of pectin from artichoke by-products. An artificial neural network approach to pectin characterisation. **Food Hydrocolloids**, v. 98, p. 105238, 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X1930075X?casa_token=uSoi2NMctwIAAAA:kxsxuesE1uJMQQ-aTaubge1t0kr14pZWbTUcvjm2YqFoqb_8_R2XovLA39pM06WjRgL-CHtHKrN8. Acesso em: 08 mar. 2023.

SANTOS, V. O.; VIERA, E.L.S.; SOARES, S.D.; CONCEIÇÃO, L.R.V.; NASCIMENTO, F.C.A.; COSTA, B.E.T. Utilization of agroindustrial residue from passion fruit (*Passiflora edulis*) seeds as a source of fatty acids and bioactive substances. **Food Science and Technology**, v. 41, p. 218-225, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/VSJ6HXHkK7FPxyb6kVSGHWq/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

SANTOS, O. V.; VIEIRA, E. L. S.; SOARES, S. D.; LISBOA, L. R. C.; PINTO, D. M. L.; MACIEL, A. C. C.; COSTA, D. F.; NASCIMENTO, F. C. A. Efeitos do Consumo de Produtos e Subprodutos do Maracujá (*Passiflora edulis*) nas Doenças Crônicas não Degenerativas. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 2, n. 6, p. 6226–6244, nov.2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/5768>. Acesso em: 8 abr. 2022.

SILVA, C.; GARCIA, V.A.S.; FRANCISCATO, L.M.S.S. Extração Assistida por Ultrassom de Compostos Bioativos das Cascas de Lichia (*Litchi Chinensis* Sonn.). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 18, n. 1, 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/230456164.pdf>. Acesso em: 6 maio. 2023.

SENNA, R.F.; NUNES, M.L. Utilização de resíduos agroindustriais no processamento de rações destinadas ao camarão “*Penaeus vannamei*”. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.7, 2006. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-brasileira-de-saude-e-producao-animal/7-\(2006\)-2/utilizacao-de-residuos-agroindustriais-no-processamento-de-racoes-dest/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-brasileira-de-saude-e-producao-animal/7-(2006)-2/utilizacao-de-residuos-agroindustriais-no-processamento-de-racoes-dest/). Acesso em: 25 fev. 2023.

SINGLETON, V L.; ROSSI, J A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965. Disponível em: <https://www.ajevonline.org/content/16/3/144.short>. Acesso em: 10 abr.2023.

SILVA, P.K. **Estudo da extração de carotenoides da casca de maracujá assistida por ultrassom**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)- Graduação em Engenharia Química, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/183774/000981591.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 fev. 2023.

SOUZA, C.G. **Extração de compostos bioativos e pectina da casca de maracujá utilizando sistema pressurizado e ultrassom**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de pós graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: 25 fev. 2023.

https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/12368/1/2015_dis_cgsouza.pdf. Acesso em: 24 mar. 2023.

SOUZA, M.P.; DE AMORIM, F.D.; FERREIRA, M.R.A.; SOARES, L.A.L.; DE MELO, M.A. Oxidative and storage stability in beef burgers from the use of bioactive compounds from the agro-industrial residues of passion fruit (*Passiflora edulis*). **Food Bioscience**, v. 48, p. 101823, 2022. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212429222002826>. Acesso em: 10 abr. 2022.

SOUZA, C.G.; RODRIGUES, T.H.S.; SILVA, L.M.A.; RIBEIRO, P.R.V. Sequential extraction of flavonoids and pectin from yellow passion fruit rind using pressurized solvent or ultrasound. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Londres, v. 98, n. 4, p. 1362-1368, 2018. Disponível em:

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jsfa.8601?casa_token=p_5aOKB_dW4AAA%3AgiRCAmIMDVCqN16NK5RaoHIpAgnMyRrHDmv8vSaue9n3aXiZISfj_lkYvvwTSWHckmkEC7cLD8jEW0Y. Acesso em: 20 mar. 2023.

SUDHA, P.; ZINJARDE, S.S.; BHARGAVA, S.Y.; KUMAR, A.R. Potent [alpha]-amylase inhibitory activity of Indian Ayurvedic medicinal plants. **BMC Complementary and Alternative Medicine**. v. 11, n. 1, 20 jan. 2011. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1186/1472-6882-11-5>. Acesso em: 6 maio. 2023.

SULTANA, B.; ANWAR, F.; PRZYBYLSKI, R. Antioxidant activity of phenolic components present in barks of *Azadirachta indica*, *Terminalia arjuna*, *Acacia nilotica*, and *Eugenia jambolana* Lam. trees. **Food Chemistry**, v. 104, n. 3, p. 1106-1114, 2007.

Disponível

em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814607000787?casa_token=jjnHW-8fwfkAAAAA:ofapgA3Cq4jBVTilwnesLf3iyeYgXwaFW7tnc_E_w63F5R9M1kHZ2Iw0YQbWMIIGhuug3vk8uI. Acesso em: 23 fev. 2023.

VAZQUEZ-ROIG, P.; PICÓ, Y. Pressurized liquid extraction of organic contaminants in environmental and food samples. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 71, p. 55-64, 2015. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165993615001600>. Acesso em: 20 mar. 2023.

VIEIRA, G.S. **Estudo dos processos de extração de antocianinas da polpa de juçara (*Euterpe edulis* Mart.) e da concentração do extrato por nanofiltração**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade de Campinas, Campinas, 2015.

Disponível em: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1328969>. Acesso em: 23 fev. 2023.

WANG, L.; WELLER, C. L. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. **Trends in Food Science and Technology**, v. 17, n. 6, p. 300–312, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224405003559>. Acesso em: 23 fev. 2023.

WANG, S.; LIN, A. H. M.; HAN, Q.; XU, Q. Evaluation of direct ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from potato peels. **Processes**, v. 8, n. 12, p. 1–14, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-9717/8/12/1665>. Acesso em: 26 fev. 2023.

WIJEKOON, M. M. J. O.; BHAT, R.; KARIM, A. A. Effect of extraction solvents on the phenolic compounds and antioxidant activities of bunga kantan (*Etlingera elatior* Jack.) inflorescence. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 4-5, p. 615- 619, 2011. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157510002978?casa_token=uAlEi7p8ds4AAAAA:jSpfbJltOtG08qrHUX4MUKKu03MIB886OmDBCvYEFB-fV0NviGefRgxZlvrO0sBt1QYQxGHzwcM. Acesso em: 23 fev. 2023.

WU, Y.; WANG, X.; XUE, J.; FAN, E. Plant Phenolics Extraction from Flos Chrysanthemi: Response Surface Methodology Based Optimization and the Correlation Between Extracts and Free Radical Scavenging Activity. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 11, p. 2726–2733, 12 out. 2017. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1750-3841.13916>. Acesso em: 11 abr. 2022.

XU, W. J.; ZHAI, J. W.; CUI, Q.; LIU, J.Z.; LUO, M.; FU, Y.J.; ZU, Y.G. Ultra-Turrax based ultrasound-assisted extraction of five organic acids from honeysuckle (*Lonicera japonica* Thunb.) and optimization of extraction process. **Separation and Purification Technology**, v. 166, p. 73–82, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586616301782?via%3Dihub>. Acesso em: 08 mar. 2023.

YUESHENG DONG, LIPING SUI, FAN YANG, XINXIU REN, YAN XING, ZHILONG XIU. Reducing the intestinal side effects of acarbose by baicalein through the regulation of gut microbiota: An in vitro study. **Food Chemistry**, v.394, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814622015230>. Acesso em: 25 fev. 2023.

ZERAIK, M.L.; PEREIRA, C.A.M.; ZUIN, V.G.; YARIWAKE, J.H. Passion fruit: a functional food? **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.20, n.3, p.459-471, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262647567_Passion_fruit_A_functional_food. Acesso em: 11 mar. 2022.

ZERAIK, M., SERTEYN, D., DEBY-DUPONT, G., WAUTERS, J., TITS, M., YARIWAKE, J.H., ANGENOT, L., FRANCK, T. Evaluation of the antioxidant activity of passion fruit (*Passiflora edulis* and *Passiflora alata*) extracts on stimulated neutrophils and myeloperoxidase activity assays. **Food Chemistry**, v. 128, n. 2, p. 259- 265, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611003670>. Acesso em: 24 mar. 2023.

ZERAIK, M.L.; YARIWAKE, J.H.; WAUTERS, J.N.; TITS, M.; ANGENOT, L. Analysis of passion fruit rinds (*Passiflora edulis*): Isoorientin quantification by HPTLC and evaluation of antioxidant (radical scavenging) capacity. **Química Nova**, v.35, 0p. 541-545, 2012.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/PwDP4pW8rmLNyzFDF5J9vRP/abstract/?lang=en>. Acesso em: 24 mar. 2023.

ZORZIN, F. M. **Avaliação da atividade de inibição de alfa-amilase e padronização do extrato aquoso da folha de *Eugenia dysenterica***. 2014. Dissertação (Mestrado em ciências da Saúde) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde- Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/15529>. Acesso em: 11 abr. 2022.

ZUAZO, P. Óleo de maracujá: mais força para a cadeia produtiva. **Jornal dia de Campo**. 2010. Disponível em:

<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=22498&secao=Pacotes%20Tecnol%F3gicos>. Acesso em: 24 mar. 2023.