

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UNIRIO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN**

Anna Carolina Alves Gomes da Silva e Silva

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS VEGETAIS NA PRODUÇÃO DE SAGU:
ELABORAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARO**

Rio de Janeiro

2022

ANNA CAROLINA ALVES GOMES DA SILVA E SILVA

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS VEGETAIS NA PRODUÇÃO DE SAGU:
ELABORAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARO

Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em
Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do
Estado do Rio de Janeiro

Orientador: Prof. Dr. Anderson Junger Teodoro

Coorientadora: Prof^a. Dra. Isabelle Santana

Rio de Janeiro

2022

Anna Carolina Alves Gomes da Silva e Silva

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS VEGETAIS NA PRODUÇÃO DE SAGU:
ELABORAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARO

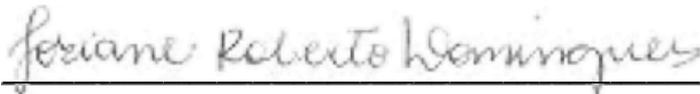
Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Alimentos e Nutrição da Universidade
Federal do Estado do Rio de Janeiro

Aprovada em 23/02/2022

BANCA EXAMINADORA



Dr. Anderson Junger Teodoro
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO



Dra. Josiane Roberto Domingues
Universidade Federal Fluminense – UFF



Dra. Ellen Mayra Menezes Ayres
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a você, que se dispôs a ler esse trabalho e de alguma forma pôde aprender um pouco mais sobre a comida, a ciência e o quanto vale a pena valorizar a pesquisa nesse país.

RESUMO

Título: Aproveitamento de resíduos vegetais na produção de sagu: elaboração, caracterização e diferentes métodos de preparo

O sagu é uma reserva amilácea presente na palmeira *Metroxylon sagu* Robbt., com vasto consumo no continente asiático. O Brasil produz sagus de mandioca a partir da fécula de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), logo, apresentando altos teores de amido. Em contrapartida, há teores irrelevantes de proteínas, lipídeos e vitaminas, nutrientes esses presentes nas farinhas de resíduos vegetais (FRV). Além disso, o uso de FRV oferecem fitoquímicos benéficos à saúde, como compostos antioxidantes. O objetivo deste trabalho foi elaborar e caracterizar formulações de sagu de mandioca incorporado de FRV e avaliar a influência de métodos de cocção no potencial antioxidante final. Foram elaboradas e caracterizadas FRV de beterraba vermelha e manga Tommy Atkins e respectivos sagus quanto a parâmetros tecnológicos, físico-químicos, rendimento, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante pelos métodos Folin-Ciocalteu, DPPH, FRAP, ABTS e ORAC. Os métodos de cocção seca (inflado e fritura sob imersão) e cocção úmida foram testados e analisados. As FRV apresentaram excelentes resultados de compostos fenólicos e antioxidantes, características preservadas na versão de sagu seco. Por outro lado, os métodos de cozimento conseguiram aumentar esses teores nos sagus, quando comparados as versões secas. Dessa forma, elaborar sagus com a implementação de farinhas de resíduos de beterraba e manga mostrou-se potencialmente favorável.

Palavras-chaves: Potencial Antioxidante; Pérolas de tapioca; Desperdício alimentar; Resíduos alimentares; Sagu; *Upcycling*.

ABSTRACT

Title: Use of vegetable wastes in sago production: elaboration, characterization and different cooking methods

Sago is a starchy reserve present in the *Metroxylon sago* Robbt palm tree. Brazil produces cassava sago from cassava starch (*Manihot esculenta* Crantz), therefore, presenting high levels of starch. On the other hand, there are irrelevant levels of proteins, lipids and vitamins, nutrients that are present in waste vegetable powders (WVPs). In addition, the use of WVPs offers health-beneficial phytochemicals such as antioxidant compounds. The aim of this work was to elaborate and characterize WVP-incorporated cassava sago formulations and to evaluate the influence of cooking methods on the final antioxidant potential. WVPs of red beet and mango Tommy Atkins and respective sagus were prepared and characterized in terms of technological, physicochemical, yield, total phenolic compounds and antioxidant capacity by Folin-Ciocalteu, DPPH, FRAP, ABTS and ORAC methods. Dry cooking (inflated and deep frying) and wet cooking methods were tested and analyzed. The WVP presented excellent results of phenolic compounds and antioxidants, characteristics preserved in the dry sago version. On the other hand, these cooking methods were able to increase these contents in the sagus when compared to the dry versions. Thus, making sagus with the implementation of WFPs red beet and mango proved to be potentially favorable.

Keywords: Antioxidant potential; Tapioca pearl; Food waste; Sago; *Upcycling*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 A valorização da cultura alimentar brasileira	4
2.2 Sagu de mandioca no Brasil	5
2.3 Resíduos vegetais: obtenção e potenciais de aplicação	7
2.4 Compostos Bioativos e potencialidades no consumo alimentar	8
<u>2.4.1 Beterraba vermelha (<i>Beta vulgaris</i> L.) e betalaínas</u>	10
<u>2.4.2 Manga Tommy Atkins (<i>Mangifera indica</i> L.) e mangiferina</u>	12
2.5 Alimentos com alegações de propriedades funcionais e de saúde	14
3. OBJETIVOS	16
3.1 Geral	16
3.2 Específicos	16
4. MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 Obtenção e caracterização das matérias-primas	17
<u>4.1.1. Caracterização da fécula de mandioca</u>	18
<u>4.1.2 Elaboração das farinhas de resíduos vegetais</u>	18
<u>4.1.3 Caracterização das farinhas de resíduos vegetais</u>	19
4.2 Elaboração dos sagus incorporados de resíduos vegetais	19
4.3 Caracterização dos sagus incorporados de resíduos vegetais	20
4.4 Efeito dos diferentes métodos de preparo nos parâmetros tecnológicos, potencial antioxidante e compostos fenólicos	20
5. ANÁLISES DE CARACTERIZAÇÃO	21
5.1 Rendimento	21
5.2 Colorimetria	21
5.3 Granulometria	21
5.4 Índice de reidratação	22
5.5 Físico-química	22
5.6 Compostos fenólicos totais por Folin-Ciocalteu	22
5.7 Potencial antioxidante dos sagus	23
5.7.1 Captura do radical 2,2 difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•).....	23
5.7.2 Capacidade de absorção de radicais de oxigênio (ORAC).....	24
5.7.3 Capacidade antioxidante de redução do ferro (FRAP).....	24
5.7.4 Captura de radical livre ABTS•+ (ABTS).....	25
5.8 Análises estatísticas	26
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6.1 Farinhas de resíduos vegetais	26
6.2 Sagus experimentais de resíduos vegetais	31
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

O sagu verdadeiro é uma reserva biológica naturalmente produzida no interior das palmeiras-sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) no formato de esferas brancas, rígidas e opacas. Essa reserva energética de amido é produzida para consumo durante a florescência da planta. Além disso, seu consumo é seguro por humanos, necessitando de preparos específicos. Quando hidratadas e submetidas à cocção úmida, ou seja, imersas em líquidos sob aquecimento, as pérolas de sagu ficam amolecidas e translúcidas, aumentam de tamanho e absorvem o líquido de cozimento. Tais características tornaram esse alimento um ingrediente presente em diversas culturas do Sudeste Asiático (ITO; ARAI; HISAZIMA, 1979; KARIM *et al.*, 2008; MICHIEL FLACH, 1997).

A partir do século XIX foram criadas técnicas para mimetizar o sagu verdadeiro, utilizando bases vegetais ricas em amido (LORENZEN, 1912). Como no Brasil, as regiões continentais da Ásia e África tiveram fortalecidas a versão artificial feita com derivados da mandioca. Ambas versões de sagu são similares no perfil nutricional e tecnológico, o que possibilita a aplicação de métodos similares de preparo culinário (CHEN, 2016; FU; DAI; YANG, 2005; PIMPA *et al.*, 2007).

Além das recentes comprovações científicas estreitarem a relação entre dieta e promoção da saúde, o consumidor tem valorizado a escolha de alimentos saudáveis e demandado cadeias de produção mais sustentáveis tanto ambientalmente quanto saudáveis. Neste sentido, algumas alternativas de produção têm surgido, tais como a proteína hidrolisada de aparas de pescados, uso de resíduos vegetais para extração de óleos essenciais, adoçantes e elaboração de alimentos com valor agregado (GIL-CHÁVEZ *et al.*, 2013; LEITE *et al.*, 2018; SANTANA; OLIVEIRA FILHO; EGEEA, 2017).

Os resíduos vegetais são partes convencionalmente não comestíveis e rotineiramente descartadas e que podem ter outro destino produtivo. A incorporação de resíduos vegetais mostra-se uma tendência cada vez mais explorada devido ao baixo custo para obtenção, reduzir a geração de resíduos orgânicos, estar inerente aos processos produtivos, apresentar compostos antioxidantes naturais e estar em sintonia com os preceitos da economia circular. De acordo com Nogueira e colaboradores (2020), cerca de 53% dos vegetais são descartados no processamento mínimo, sendo cascas, caules, folhas e sementes as principais

partes fadadas ao lixo. Deste modo, cascas e folhas descartadas na cadeia de produção de alimentos é uma opção favorável e interessante para inclusão em novos produtos ecologicamente sustentáveis (BARIK; PAUL, 2017; IMBERT, 2017; MIRABELLA; CASTELLANI; SALA, 2014; NOGUEIRA *et al.*, 2020).

Além dos benefícios ambientais, os resíduos vegetais são fontes de compostos bioativos e têm sido alvo de diversos estudos na área de desenvolvimento de produtos. Uma característica diferenciada é seu potencial antioxidante, dado que essa inclusão a partir de resíduos vegetais confere qualidade diferencial ao mesmo tempo que beneficia a saúde do consumidor (NOGUEIRA *et al.*, 2020; SOCACI *et al.*, 2017).

A importância dos compostos antioxidantes na saúde está na ação inibitória do estresse oxidativo, reprimindo a cadeia de oxidação iniciada pelas espécies reativas de oxigênio (EROs), em virtude do estresse oxidativo ser um gatilho para o desenvolvimento de doenças crônicas, por exemplo, câncer e doenças neurodegenerativas (SOCACI *et al.*, 2017). A inclusão desses componentes em produtos naturalmente isentos desses benefícios pode promover novas versões para alimentos já existentes e aceitos na cultura alimentar brasileira, como o sagu de mandioca.

Desse modo, percebe-se um aumento de estudos voltados para o pós-processamento e aplicação vantajosa dos resíduos vegetais, aprimorando alimentos e identificando suas modificações após tratamentos térmicos (BARIK; PAUL, 2017; FREITAS; VALENTE; CRUZ, 2014; RAUAP *et al.*, 2018; SINGH; HATHAN, 2014).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A valorização da cultura alimentar brasileira

A cultura alimentar brasileira engloba a cultura original de populações nativas, assim como um vasto número de tradições, como a africana, portuguesa, espanhola, alemã, francesa, holandesa entre outras (SILVA; SILVA, 2018).

Observa-se uma transição no modo de pensar a alimentação saudável, antes centrada no estatuto do nutriente. O atual Guia alimentar para a população brasileira (2014) faz críticas ao reducionismo nutricional e defende a comensalidade, buscando fortalecer as dimensões sociocultural e ambiental do comer. Assim, percebem-se as relações e histórias com implicações diretas na saúde e na qualidade dos indivíduos e grupos populacionais. É um elemento de humanização das práticas de saúde por repetições de hábitos alimentares no cotidiano (PAIVA *et al.*, 2019; PIASETZKI; BOFF, 2018; BRASIL, 2012).

As habilidades e conhecimentos culinários estão se perdendo com o passar das gerações pela busca da praticidade extrema dentro e fora de casa, incluindo o uso de alimentos prontos consumo, são em sua maioria ricos em calorias, gorduras, açúcares, sódio e reduzidos em fibras e nutrientes essenciais. Esse padrão aniquila qualquer possibilidade de encontro com a história cultura alimentar (CORDEIRO *et al.*, 2020; SILVA; SILVA, 2018)

Em contrapartida, o conceito de alimentação saudável atual incentiva o consumo de alimentos nas formas mais naturais, valorizando alimentos regionais e o resgate dos saberes tradicionais, a cultura e bons hábitos alimentares. De acordo com Silva e Silva (2018), “Pontuar a importância de não deixar as receitas antigas e suas histórias de origem desaparecer.” Diz-se que as receitas culturais servem como resistência e nos dão sentidos enquanto povo, na contramão da indústria alimentícia. Dessa forma, defende-se a necessidade de estabelecer uma rotina alimentar sadia conectada à cultura alimentar original (BRASIL, 2006 e 2014; SILVA; SILVA, 2018; CORDEIRO *et al.*, 2020).

Na contemporaneidade, é evidente uma grande veiculação de informações sobre culinária em diferentes mídias e o crescente interesse das pessoas sobre o assunto. No entanto, existe um paradoxo entre o interesse por culinária e o ato de efetivamente cozinhar no dia a dia: cozinhar tornou-se um produto que nem sempre os leva para a cozinha. Além disso, percebe-se um direcionamento pela busca de

receitas de acordo com a sazonalidade, preferencialmente por aquelas que demonstrem praticidade no preparo (RAMIRO *et al.*, 2019).

2.2 Sagu de mandioca no Brasil

O sagu verdadeiro é um ingrediente consumido extensamente no Sudeste Asiático, obtido do caule das palmeiras-sagu (*Metroxylon sagu* Robbt.). Tem como perfil de composição o alto percentual de carboidratos (na forma de amido), e baixos teores de lipídeos, proteínas, fibras alimentares e micronutrientes (KARIM *et al.*, 2008). Sua utilização é fortemente presente na indústria alimentícia, consumido em preparações culinárias ou como ingrediente processado em farinhas e géis na região asiática (PIMPA *et al.*, 2007).

A produção sagu de mandioca no Brasil surgiu no século XX com utilização de amidos provenientes de outros alimentos, como a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), buscando mimetizar o sagu verdadeiro. Essa forma de elaboração mostrou-se uma alternativa econômica e tecnologicamente viável, permitindo incluir durante a produção ingredientes de cor, textura e sabor, como corantes alimentícios, açúcar mascavo, gomas e especiarias (CHEN, 2016; FU; DAI; YANG, 2005; LORENZEN, 1912; COMPANHIA LORENZ, 192?).



Imagem 1. Em sentido horário a partir do meio superior: sagu de mandioca (pérola de tapioca), sagu frito, sagu cozido em água e sagu inflado (Fotografia de Isabelle Santana).

No Brasil, o sagu artificial de mandioca ou pérola de tapioca pode ser tipificado de acordo com o percentual de cinzas (tipo 1 até 0,2% ou tipo 2 até 0,5%) e limite de umidade de 15%, não havendo outros parâmetros técnicos (BRASIL,

2005). Os sagus secos, ou seja, que ainda não foram submetidos à cocção, apresentam formato esférico, coloração branca (quando não há incorporação de corantes), aspecto opaco e tamanho em torno de 2,4 a 4,2 mm (SILVA-E-SILVA *et al.*, 2021).

A mandioca é uma raiz nativa da bacia amazônica, sendo tradicional e extensamente cultivada nas regiões Norte e Nordeste (ALVES-PEREIRA *et al.*, 2018; LUÍS DA CÂMARA CASCUDO, 2011). A produção nacional de mandioca em 2020 atingiu 18,2 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2022), o sexto maior produtor mundial. Apesar da produção nacional ter apresentado queda nos últimos anos, o Brasil é o maior produtor na América Latina (FAOSTAT, 2022; RAMOS *et al.*, 2017).

A produção de mandioca é um sistema sustentável e barato nas suas regiões ideais de plantio, compreendendo toda a faixa tropical (EMBRAPA, 2006; ZHU, 2015). O perfil de nutrientes da polpa da raiz, parte utilizada para produção da fécula, é prioritariamente composta por água e carboidratos, com destaque para o amido (UNICAMP, 2011). Os grânulos de amido formam naturalmente uma estrutura semicristalina que proporciona propriedades tecnológicas importantes, como suas altas taxas de solubilização ao tratamento térmico por cocção úmida e poder de retrogradação no posterior resfriamento. Tal perfil favorece a aplicação da mandioca e de seus derivados para além da alimentação humana, tais como nos setores têxtil, papel e celulose, biocombustível e alimentação animal pelo mundo (BRASIL, 2015; CHANDANASREE; GUL; RIAR, 2016; CHISENGA *et al.*, 2019; FALADE; AKINGBALA, 2010; HERSHEY *et al.*, 2000).

A fécula de mandioca é um derivado rico em amido obtido por decantação e secagem da polpa previamente limpa, descascada e ralada (EMBRAPA, 2006). A fécula também pode ser um produto intermediário, dado que a sua fermentação em meio líquido resulta em polvilho azedo. De acordo com a legislação vigente, a fécula de mandioca pode ser comercializada em tipos (1, 2 ou 3), segundo parâmetros físico-químicos específicos (AMARAL; JAIGOBIND; JAISINGH, 2007; BRASIL, 2005).



Figura 1. Esquema de elaboração de sagu (adaptado de VIJAYAKUMARI *et al.*, 2014).

Para a elaboração de sagus de mandioca, comumente é utilizada uma mistura de água aquecida e fécula de mandioca não fermentada ou polvilho doce (Figura 1). De acordo com Alves e colaboradores (2021), existem mais de 80 marcas nacionais de sagu de mandioca no comércio brasileiro, sendo todas as marcas de sagu seco sem acréscimo de aditivos que promovam cor e/ou sabor, o que difere do panorama mundial (ALVES *et al.*, 2021; CHEN, 2016; FU; DAI; YANG, 2005; VIJAYAKUMARI *et al.*, 2014). Culturalmente, a presença de receitas com sagu é mais expressiva na região Sul nas versões “sagu de vinho” e “sagu de uva”, marcando a influência da imigração italiana. Nas regiões Norte e Nordeste são encontradas as versões de “sagu ao leite” e “sagu ao leite de coco”, acompanhado por frutas frescas (ALVES *et al.*, 2021; ALVES; SANTANA, 2019).

2.3 Resíduos vegetais: obtenção e potenciais de aplicação

A sociedade tem demandado cada vez mais produtos alimentícios que promovam a saúde (incluindo a isenção de aditivos potencialmente nocivos) e sejam saborosos e sustentáveis. Dentro dessa lógica, o uso de resíduos vegetais como coprodutos na geração de matérias-primas secundárias tem ganhado os olhares da indústria: são materiais renováveis e economicamente baratos (FERREIRA *et al.*, 2015; IMBERT, 2017).

Adicionado a isso, são alternativas efetivas para reduzir a geração de resíduos sólidos orgânicos, já que promovem o seu reaproveitamento em ciclos produtivos de modo a atender padrões sustentáveis de produção e consumo, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (SOCACI *et al.*, 2017; BRASIL, 2010).

Ao passo que o custo da transformação do resíduo vegetal em produtos de valor agregado se relaciona com o processo de conversão escolhido e o preço do produto final, é de extrema importância explorar métodos baratos e acessíveis. A transformação de resíduos vegetais em farinhas torna possível o armazenamento

em maior estabilidade e com otimização do manejo, uma vez que a redução da umidade torna o produto menos suscetível à ação microbiana e reduz expressivamente seus volumes (FERREIRA *et al.*, 2015; FREITAS; VALENTE; CRUZ, 2014; RAVINDRAN; JAISWAL, 2016).

Tendo em vista os ciclos de produção de alimentos, o processamento mínimo é uma importante fonte de coprodutos por gerar resíduos nas etapas de descascamento, corte e centrifugação visando aumentar a praticidade de consumo e o preparo de vegetais pelos consumidores (GOMES *et al.*, 2014; KLUGE e PRECZENHAK, 2016). Cascas, sementes e talos são exemplos de coprodutos estudados para a geração de novos ingredientes, visando pigmentação e enriquecimento nutricional (PHAN *et al.*, 2021; MAMADI *et al.*, 2020; BARIK; PAUL, 2017; FERREIRA *et al.*, 2015).

As farinhas de cascas de vegetais são alternativas simples, naturais e baratas de obter (KHATTAK; RAHMAN, 2017). Com a aplicação dessas farinhas na elaboração de novos produtos, percebe-se uma vantagem econômica ao substituir outros ingredientes farináceos mais onerosos, como a farinha de trigo. Por outro lado, proporciona vantagens ao aumentar o aporte de fibras e compostos bioativos, macronutrientes e minerais, como cálcio, magnésio, potássio e fósforo (SILVA; ORLANDELI, 2019; KHATTAK; RAHMAN, 2017).

Em contrapartida, a logística reversa de pós-consumo no segmento de produção de alimentos ainda é ineficaz sob a ótica da PNRS, devido a não-obrigatoriedade do setor em praticá-la. Isso torna mais atrativo para os responsáveis dessa etapa realizar o descarte sanitário, o uso em adubos orgânicos ou transformá-los em ração animal (SANTOS; OLIVEIRA, 2018; BRASIL, 2010).

Na perspectiva alimentar, desperdiçar resíduos vegetais é perder a oportunidade de proporcionar saúde. É desprezar quantidades importantes de componentes dietéticos e compostos bioativos, biomoléculas cada vez mais estudadas por trazerem benefícios à saúde humana (FERREIRA *et al.*, 2015; KHATTAK; RAHMAN, 2015; IMBERT, 2017; KHATTAK; RAHMAN, 2017; SOCACI *et al.*, 2017).

2.4 Potencial bioativo de resíduos de frutas e vegetais

Os compostos bioativos são substâncias naturais do metabolismo secundário dos vegetais, de acordo com seu estágio de desenvolvimento e fisiologia. São

substâncias produzidas para a proteção do vegetal contra danos ambientais, microbiológicas ou por insetos (MADADI *et al.*, 2020).

A utilização desses compostos tem se mostrado presente na elaboração de fármacos, produtos químicos e alimentos funcionais. Estudos já comprovaram que estes compostos interagem eficientemente com proteínas, DNA e outras moléculas biológicas ao ponto de produzirem benefícios à saúde. Entretanto, há fatores que prejudicam tais aplicações. Os compostos bioativos são naturalmente produzidos em pequenas quantidades, precisam estar disponíveis e ativos após a extração de suas matrizes vegetais e as técnicas para purificação laboratorial podem demandar bastante tempo e custo (GIL-CHÁVEZ *et al.*, 2013; SOCACI *et al.*, 2017).

Os grupos de compostos bioativos já identificados, até o momento, são os fenólicos (incluindo os ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos, cumarinas e taninos), alcaloides, compostos nitrogenados, compostos organossulfurados e os carotenoides. São categorias de substâncias que podem ser aplicadas como corantes naturais, ao passo que também apresentam ação antioxidante benéfica com o consumo regular, pois reagem com as EROs e neutralizam a ação deletéria dos radicais, impedindo a perpetuação da cadeia de oxidação e de futuros problemas à saúde (SOCACI *et al.*, 2017; VERRUCK *et al.*, 2018).

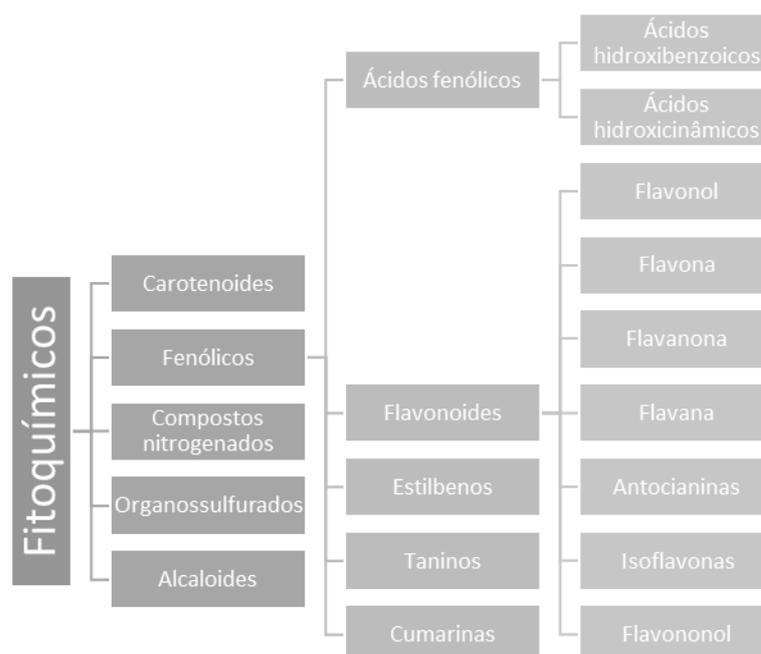


Figura 2. Principais classes e subclasses de compostos antioxidantes presentes em alimentos vegetais (adaptado de VERRUCK *et al.*, 2018).

Em geral, os corantes alimentícios naturais são isentos de toxicidade e alergenicidade, biodegradáveis e obtidos de fontes renováveis, particularidades vantajosas quando comparados aos corantes artificiais. Por outro lado, seu poder de pigmentação costuma ser limitado e bastante instável. De forma a potencializar a concentração, extração e purificação desses compostos a fim de que melhor se adequem a diversidade de pigmentos naturais de resíduos vegetais, buscou-se alternativas de processos usando uma análise de ciclo de vida (Life-Cycle Assessment – LCA). São exemplos a concentração por desidratação, as formas de extração por líquido pressurizado (Pressurized Liquid Extraction – PLE), extração em fase sólida ou a extração assistida por ultrassom (Ultrasonic Assisted Extraction – UAE) e as formas de purificação utilizando cromatografia flash ou cromatografia de partição centrífuga (Centrifugal Partition Chromatography – CPC) (PHAN *et al.*, 2021).

Há uma diversidade de usos dos resíduos alimentares vegetais, buscando enriquecer ou elaborar novos produtos, como bolos, biscoitos, barra de cereal, barra proteica, quibe, entre outros. Em geral, as farinhas de resíduos são alternativas de substituição da farinha de trigo mantendo os produtos finais em conformidade da legislação vigente referente a cada produto e agregando qualidade nutricional ao produto original (FREITAS *et al.*, 2021; JUNIOR *et al.*, 2021; ANDRADE *et al.*, 2021; BORGES *et al.*, 2021).

A preocupação com a qualidade nutricional e alimentar suscita a investigação do perfil nutritivo e de bioativos dos resíduos alimentares. Para isso, tem-se utilizado técnicas *in vitro* relacionadas ao potencial antioxidante, além da possibilidade de realização de análises mais sofisticadas para uma caracterização do perfil de compostos bioativos (BARIK; PAUL, 2017; BENZIE; STRAIN, 1996; KARTSOVA; SOLOV'EVA, 2019).

2.4.1 Beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.) e betalaínas

A beterraba vermelha (caule tuberoso da família Cenopodiaceae) tem como principal grupo de compostos bioativos as betalaínas, flavonoides hidrossolúveis de base nitrogenada que pigmentam do vermelho-arroxeadado (betacianina) ao amarelado (betaxantina). Ambos originam do ácido betalâmico (Figura 3), que parecem ter o papel atrair vetores no processo de polinização e dispersão de sementes (SARI, DJAMIL e FAIZATUN, 2021; GONÇALVES *et al.*, 2015).

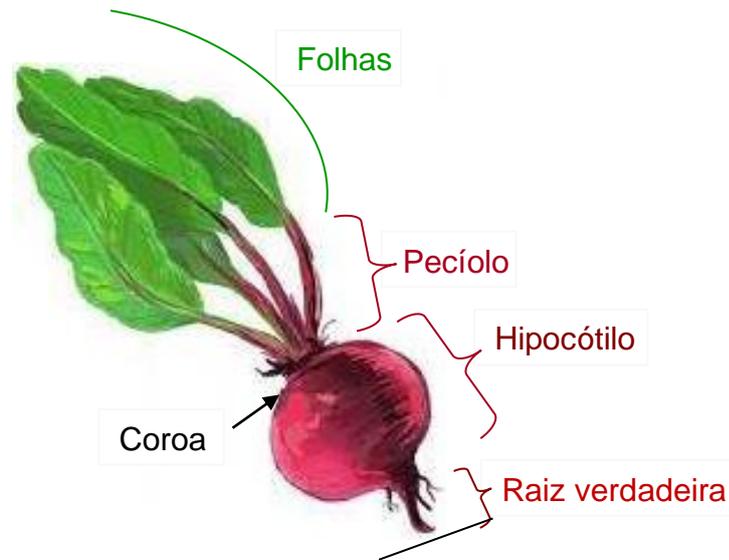


Imagem 2. Anatomia de *Beta vulgaris* L. (adaptado de ARTSCHWAGER, 1926).

A quantidade naturalmente disponível depende da porção do vegetal em que a betalaína é extraída, uma vez que suas concentrações aumentam do centro para a periferia do vegetal. Assim, retirar as cascas da beterraba implicaria em eliminar cerca de 30% das betalaínas presentes no alimento (KAPADIA; RAO, 2012; KLUGE; PRECZENHAK, 2016; SARI, DJAMIL e FAIZATUN, 2021).

Outro fator importante é o modo de cultivo. Estudos de Babagil e colaboradores (2018) com beterrabas cultivadas expostas a diferentes fertilizantes demonstrou que o cultivo tradicional com agrotóxicos reduz a atividade antioxidante total do alimento. Ainda, quanto menor for o volume de fertilizantes utilizados maior será o potencial antioxidante *in vitro*, maiores serão os potenciais benefícios à saúde através dos componentes bioativos. Esses resultados estão relacionados com a origem protetora desses compostos.

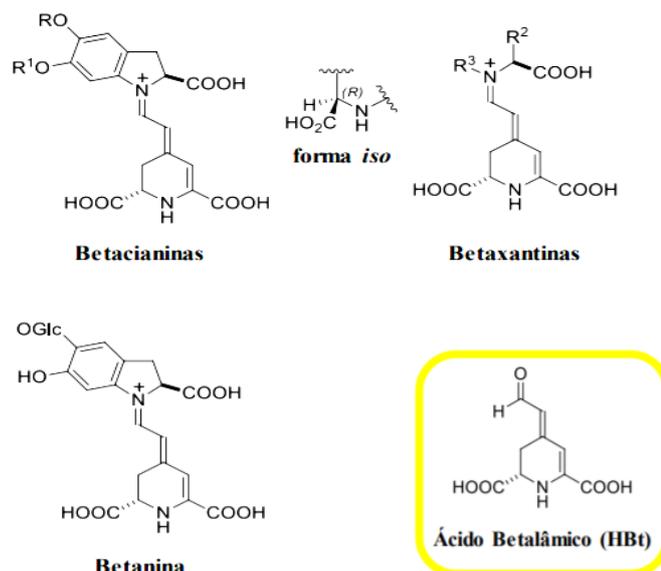


Figura 3. Estrutura básica de betacianinas, betaxantinas, betanina, indicaxantina e ácido betalâmico (adaptado de Dörr, 2018).

As betalainas, principalmente as betacianinas, são bastante utilizadas como corantes naturais para alimentos e cosméticos. No entanto, ainda não se tem domínio de alternativas para preservar as características de cor das betalainas durante o desenvolvimento e o preparo de alimentos. De acordo com Sari e colaboradores (2021), o aquecimento prolongado proporciona modificações químicas pouco atraentes ao transformar o vermelho intenso das betacianinas em outras colorações de vermelho suave, amarelo ou marrom, a depender da intensidade do calor (AULIA; SUNARHARUM, 2020).

Sob a perspectiva de saúde, o consumo de betalainas, inerentes ou adicionadas aos alimentos, proporciona benefícios comprovados nos processos protetivos à arteriosclerose por aumentar a resistência das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) à oxidação lipídica, por ter ação anticâncer e ao combater o processo oxidativo (MADADI *et al.*, 2020).

2.4.2 Manga Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.) e mangiferina

A manga (família Anacardeaceae) é um fruto polposo de coloração amarela intensa e com pigmentos de casca que variam do verde ao avermelhado a depender do estágio de maturação. Nutricionalmente, é um alimento rico em carboidratos, vitaminas e minerais, além de atrair sensorialmente pelo aroma, sabor e coloração distintos, sendo uma das variedades-copa cultivadas para consumo *in natura* com

época de colheita entre outubro e janeiro (MALDONADO-CELIS *et al.*, 2019; EMBRAPA, 2000).

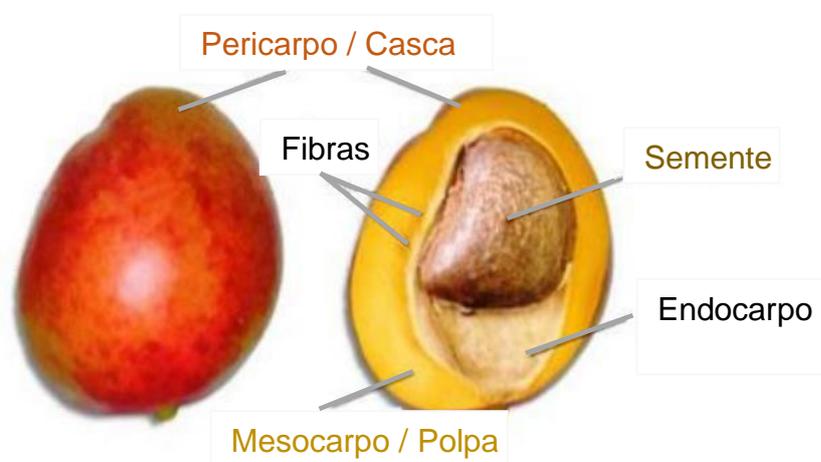


Imagem 3. Anatomia de *Mangifera indica* L. (GUTIÉRREZ, 2015).

Estima-se que a casca represente 28% de todo o fruto, uma parte comumente descartada, porém, rica em carboidratos, boa fonte de fibras e compostos bioativos (FELIPE *et al.*, 2008; GIORDANI JUNIOR *et al.*, 2014), como flavonoides, clorofila, carotenoides, compostos voláteis e ácidos orgânicos em quantidades variadas, também a depender do estágio de maturação, região de cultivo e cultivar (MALDONADO-CELIS *et al.*, 2019).

A mangiferina é o principal composto bioativo presente nas cascas de manga. É um tipo de xantona glicosilada, um fenólico de cor amarelada, estudada desde 1956, quando foi isolada pela primeira vez por Iseda (1957). Comprovações sobre seus efeitos antioxidante, anti-inflamatório, antidiabético e neuroprotetor, *in vivo* e *in vitro*, incentivam cada vez mais os estudos para a saúde (CANUTO, 2009; RAO *et al.*, 2012; GONG *et al.*, 2012; ISEDA, 1957).

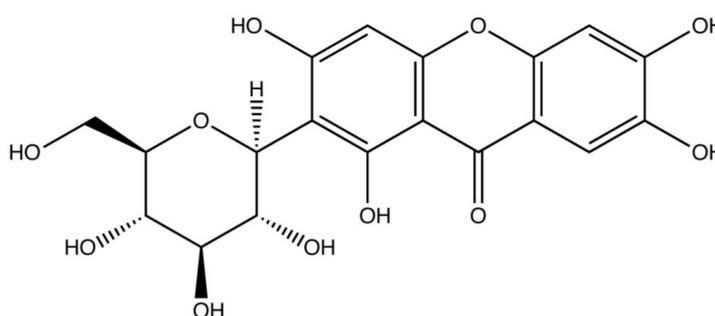


Figura 4. Estrutura da mangiferina (1,3,6,7-tetrahidroxixantona C2-D-glicosídeo) Fonte: Lobo (2018).

Porém, a exposição da fruta a altas temperaturas ou armazenamento inadequado interferem negativamente na atividade antioxidante, sendo um ponto de interesse de estudo (MALDONADO-CELIS *et al.*, 2019).

2.5 Alimentos com alegações de propriedades funcionais e de saúde

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, toda e qualquer alegação de propriedade funcional é “aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”, necessitando comprovação científica (BRASIL, 2021). Até o momento, são aceitas as alegações padronizadas descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Nutrientes e não nutrientes com alegações de propriedades funcionais padronizadas e respectivos requisitos específicos

Componente com alegação de propriedade funcional	Alegação padronizada
<u>Ácidos graxos</u> EPA-DHA	“O consumo de ácidos graxos ômega 3 auxilia na manutenção de níveis saudáveis de triglicerídeos, desde que associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”
<u>Carotenoides</u> - Licopeno	“O licopeno tem ação antioxidante que protege as células contra os radicais livres. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”
<u>Carotenoides</u> - Luteína	“A luteína tem ação antioxidante que protege as células contra os radicais livres. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”
<u>Carotenoides</u> - Zeaxantina	“A zeaxantina tem ação antioxidante que protege as células contra os radicais livres. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”
- <u>Fibras alimentares</u> - <u>Dextrina resistente</u> - <u>Goma guar</u> parcialmente hidrolisada - <u>Polidextrose</u>	“As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”
<u>Beta-glucana</u> (farelo, farinha ou flocos de aveia)	“Este alimento contém beta glucana (fibra alimentar) que pode auxiliar na redução do colesterol. Seu consumo deve estar associado à uma alimentação equilibrada e baixa em gorduras saturadas e a hábitos de vida saudáveis.”
<u>Frutoligossacarídeo</u> (FOS)	“Os frutooligossacarídeos – FOS (prebiótico) contribuem para o equilíbrio da flora intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”
<u>Inulina</u>	“A inulina (prebiótico) contribui para o equilíbrio da flora intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”
<u>Lactulose</u>	“A lactulose auxilia o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”
<u>Psyllium / Psyllium</u>	“O psyllium (fibra alimentar) auxilia na redução da absorção de gordura. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”
<u>Quitosana</u>	“A quitosana auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”
<u>Fitosteróis</u>	“Os fitoesteróis auxiliam na redução da absorção de colesterol. Seu

	consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”
<u>Polióis</u>	Manitol / Xilitol / Sorbitol não produz ácidos que danificam os dentes. O consumo do produto não substitui hábitos adequados de higiene bucal e de alimentação”
<u>Probióticos</u>	A alegação de propriedade funcional ou de saúde deve ser proposta pela empresa e será avaliada, caso a caso, com base nas definições e princípios estabelecidos na Resolução n. 18/1999.
<u>Proteína de soja</u>	“O consumo diário de no mínimo 25 g de proteína de soja pode ajudar a reduzir o colesterol. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”

Fonte: Portal da ANVISA, 2022.

Os alimentos com alegações de propriedades de saúde “estão relacionadas a redução do fator de risco para o aparecimento de uma doença humana, no sentido da promoção de saúde”, correlacionadas a efeitos específicos e mensuráveis interessantes para a saúde humana. Importante destacar que as alegações de saúde jamais serão terapêuticas ou curativas, pois não são medicamentos (ANVISA, 2021). Em ambos, as alegações são opcionais e podem ser rotuladas na embalagem final do produto (BRASIL, 1999a e 1999b).

De modo que novos produtos sejam elaborados com a proposta de trazer benefícios à saúde, esses compostos podem ser isolados e inseridos em alimentos para torná-los mais ricos nutricionalmente, uma tendência em crescimento. Como alguns exemplos, temos o sorvete adicionado de fibras de linhaça, doce de leite adicionado de inulina até linguiça adicionado de fibras de casca de abacaxi e palma forrageira. Ainda, é notável o aumento de novos produtos elaborados com a inclusão de compostos bioativos visando tais alegações (SILVA; ORLANDELLI, 2019).

Nesse panorama, o aproveitamento de resíduos vegetais transformados em farinhas tem sido extensamente estudado para identificar o perfil dos compostos antioxidantes, porém necessita-se de estudos propostos a produção de sagu de mandioca com potencial antioxidante. Por tal fato, mostra-se interessante e com possibilidade de ser economicamente viável.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Elaborar e caracterizar formulações por diferentes métodos de preparo de sagu de mandioca incorporado de farinhas de resíduos vegetais de beterraba vermelha e manga Tommy Atkins.

3.2 Específicos

- Caracterizar a matéria-prima fécula de mandioca comercial pelos parâmetros de umidade e cinzas seguindo a legislação vigente;
- Elaborar e caracterizar as farinhas de resíduos vegetais (casca de beterraba e casca de manga) quanto aos parâmetros físico-químicos, tecnológicos e de rendimento;
- Elaborar duas formulações experimentais de sagus incorporados de resíduos vegetais (IRV) e uma (1) formulação controle;
- Determinar parâmetros físico-químicos, potencial antioxidante e compostos fenólicos nos sagus IRV elaborados;
- Verificar o efeito de métodos de preparo nos potencial antioxidante e compostos fenólicos do sagu IRV selecionado;
- Indicar o método de preparo mais apropriado para manutenção das propriedades tecnológicas e antioxidante;

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi dividido em três etapas principais: elaboração dos sagus IRV; caracterização do sagu IRV selecionado; análise dos efeitos de diferentes formas de preparo nos sagus IRV. O resumo geral do desenho experimental está ilustrado na Figura 1.

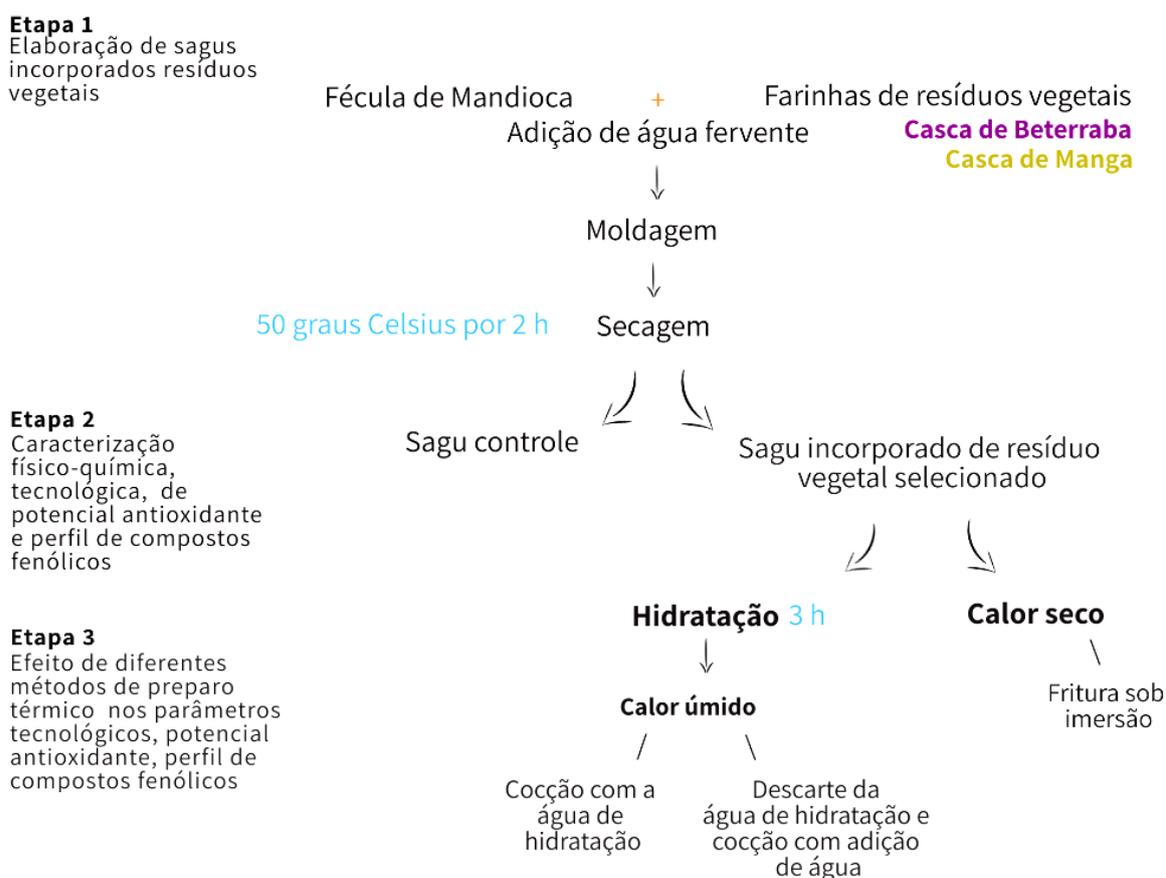


Figura 5: Desenho experimental da elaboração, caracterização e efeito do modo de preparo de sagu incorporado de resíduos de vegetais (IRV).

4.1 Obtenção e caracterização das matérias-primas

As matérias-primas foram adquiridas em comércio local da cidade do Rio de Janeiro. A fécula de mandioca tipo 1 foi utilizada para a elaboração das formulações de sagu controle e sagu IRV.

Os resíduos vegetais, cascas de beterraba (*Beta vulgaris* L.) e cascas de manga Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), foram coletados em unidades

hortifrutigranjeiras na cidade do Rio de Janeiro. Após a coleta, os resíduos foram mantidos em sacos plásticos transparentes de fechamento hermético dentro de bolsas térmicas e transportados aos laboratórios de Tecnologia de Alimentos (UERJ) e Alimentos Funcionais (UNIRIO) para elaboração das Farinhas de Resíduos Vegetais (FRV), em lotes.

4.1.1. Caracterização da fécula de mandioca

Para a caracterização adequada da fécula de mandioca do tipo 1, todas as análises foram realizadas em triplicata. Foram determinados os parâmetros tecnológicos de colorimetria e granulometria, e o perfil físico-químico de umidade e cinzas percentual foram categorizados quanto ao tipo referido na legislação vigente (BRASIL, 2005).

4.1.2 Elaboração das farinhas de resíduos vegetais

Os resíduos vegetais foram previamente triados para retirada de partes impróprias para consumo. Seguiram para a sanitização por imersão em solução aquosa de hipoclorito de sódio a 10% por 15 minutos e imediatamente drenados, enxaguados em água corrente, secos utilizando papel absorvente descartável. As cascas de beterraba foram trituradas em processador de alimentos (Oester®, modelo OMPR550-127, 127 V, 300 W) por 2 ciclos de 20 segundos. Já as cascas de manga foram cortadas manualmente em pedaços irregulares de aproximadamente 5 cm x 5 cm. Para a elaboração das farinhas, os resíduos foram dispostos em bandejas metálicas antiaderentes e desidratados em desidratadora de alimentos (Colzer®, ST-04T, 110 V, 500 W) na temperatura de 70 °C por 2,5 horas para beterraba e 4 horas para as mangas. Como etapa final, os resíduos desidratados foram triturados em processador de alimentos (Oester®, modelo OMPR550-127, 127 V, 300 W) por 2 ciclos de 20 segundos.

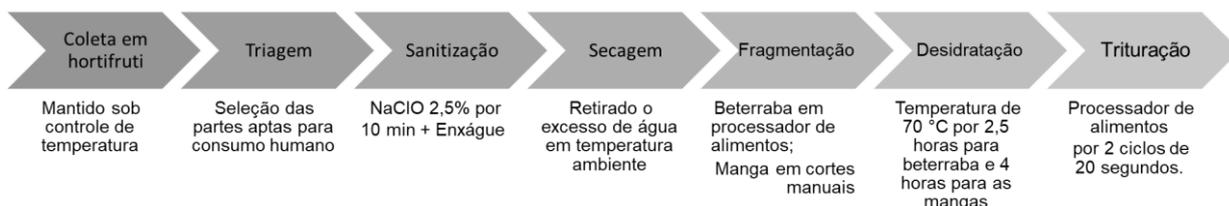


Figura 6. Processo de elaboração das farinhas de resíduos vegetais.

As farinhas foram armazenadas hermeticamente em tubos Falcon e protegidos da luz por revestimento externo metálico, sob temperatura de congelamento até uso e posteriores análises (adaptado de FERREIRA *et al.*, 2015).

4.1.3 Caracterização das farinhas de resíduos vegetais

Para a caracterização das farinhas as análises foram realizadas em triplicata. Parâmetros tecnológicos de colorimetria, granulometria, perfil físico-químico e o rendimento foram determinados.

4.2 Elaboração dos sagus incorporados de resíduos vegetais

Para a elaboração de cada sagu IRV foi utilizada a metodologia adaptada de Sivakumar e colaboradores (2017). Inicialmente foram misturados com auxílio de uma colher a fécula de mandioca (48%) e a FRV (17%) até completa homogeneização. Em seguida, foi adicionada a água fervida (35%) e os componentes foram novamente homogeneizados com auxílio de uma colher por 3 minutos ou até resultar em uma massa moldável. O molde em esferas foi manual. Para atingir a umidade máxima de 15%, preconizada por lei (BRASIL, 2005), foi realizada a secagem em desidratadora de alimentos (Colzer®, ST-04T, 110 V, 500 W) por 2 horas a 50 °C.

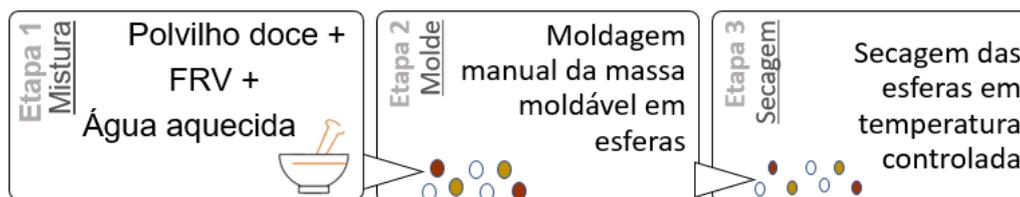


Figura 7. Processo de elaboração dos sagus.

Os sagus elaborados foram armazenados em tubos Falcon, sob temperatura de congelamento, até uso e posteriores análises.

A amostra controle foi preparada sem a adição dos resíduos, com os ingredientes fécula de mandioca (65%) e água fervida (35%).

4.3 Caracterização dos sagus incorporados de resíduos vegetais

As análises foram realizadas em triplicatas. As amostras foram caracterizadas e comparadas ao sagu controle com relação aos parâmetros tecnológicos de colorimetria, Índice de Reidratação; fenólicos totais por compostos redutores por Folin-Ciocalteu; e potencial antioxidante por captura do radical 1,1 difenil-2-picrilhidrazil (DPPH•), capacidade de absorção de radicais de oxigênio (ORAC), capacidade antioxidante pelo método de redução do ferro (FRAP) e captura de radical livre ABTS•+.

4.4 Efeito dos diferentes métodos de preparo nos parâmetros tecnológicos, potencial antioxidante e compostos fenólicos totais

Amostras de 10 g de sagu foram submetidas a 3 métodos de preparo, sendo um por calor seco (fritura sob imersão) e dois por calor úmido (cocção em água, sem ou com descarte da água de hidratação). Os métodos de preparo foram realizados em panelas metálicas (16 cm diâmetro) com chama direta.

Para o calor úmido, foram utilizadas duas formas de preparo: 1) os sagus foram previamente hidratados em água destilada na proporção de 1:10 durante 1h, mantidos em temperatura ambiente; 2) os sagus secos foram diretamente cozidos. Após, foram testados dois líquidos de cozimento: utilizando a água prévia de hidratação; e descartando a água de hidratação e incluindo nova água, em mesmas proporções. O interesse nesta etapa foi avaliar se o cozimento na água de hidratação poderia influenciar positivamente o potencial antioxidante do produto cozido.

Os sagus IRV foram analisados quanto a parâmetros tecnológicos de colorimetria, perfil físico-químico de umidade, fenólicos totais por compostos redutores por Folin-Ciocalteu; e potencial antioxidante por captura do radical 1,1 difenil-2-picrilhidrazil (DPPH•), capacidade de absorção de radicais de oxigênio (ORAC), capacidade antioxidante de redução do ferro (FRAP) e captura de radical

livre ABTS•+. Suas águas de cozimento foram analisadas para os mesmos parâmetros, exceto para colorimetria.

5. ANÁLISES DE CARACTERIZAÇÃO

5.1 Rendimento

O rendimento foi determinado por método gravimétrico por diferença de peso percentual entre a quantidade de farinha obtida (peso seco) e a quantidade de resíduo vegetal utilizado (peso úmido) (FERREIRA *et al.*, 2015).

5.2 Colorimetria

As coordenadas que compõem a coloração da amostra foram determinadas no colorímetro previamente calibrado com placa de cor branca indicando 100% de reflectância e placa de cor preta indicando 0% de reflectância. As amostras serão analisadas de acordo com a luminosidade (L*), e as coordenadas cromáticas (a* e b*) na escala de cores CIELAB em colorímetro (DELTA VISTA®, modelo 450 G, Software i7) como indicado na fórmula abaixo (OMOLOLA *et al.*, 2017).

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Onde: ΔL^* , Δa^* e Δb^* serão as diferenças das coordenadas encontradas entre o parâmetro de cor das amostras e o padrão branco.

5.3 Granulometria

A granulometria foi determinada utilizando um conjunto de peneiras vibratórias com espaçamentos variados em ordem crescente de abertura das malhas (850, 600, 250 e 150 μm). As amostras (100 g) foram colocadas na peneira de maior abertura e submetidas à agitação constante por 10 minutos em agitador eletromagnético (BERTEL®, 220 V, 360W). Após, foram pesadas as frações retidas em cada peneira e calculado o percentual de material retido em cada peneira (%R) e o módulo de finura (MF), como nas fórmulas abaixo (ZANOTTO; BELLAVER, 1996).

$$\%R = \frac{(PR_i \times 100)}{P}$$

$$MF = \frac{\%R_i}{100}$$

Onde: %R é o percentual de amostra retido na abertura de malha i , PR_i é a massa de material retido na peneira i e P é a massa total da amostra; MF é o módulo de finura, $\%R_i$ é o percentual de amostra retido na peneira i (peneira de série normal).

5.4 Índice de reidratação

As amostras de sagu cru foram mantidas sob imersão em água destilada na proporção 1:10, mantidos em hidratação durante 1 hora sob temperatura ambiente (ALVES; SANTANA, 2020). O Índice de Reidratação foi determinada de acordo com a relação entre o peso da amostra após hidratação em água destilada e o peso do sagu cru.

5.5 Composição centesimal

A composição centesimal foi determinada pelo teor de umidade determinado pela dessecação de voláteis totais a 105 °C, cinzas determinado por aquecimento em mufla a 550 °C, fibras alimentares totais pelo método enzimático-gravimétrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Os parâmetros de lipídeos, proteínas e carboidratos totais foram retirados de trabalhos anteriores encontrados na literatura científica.

5.6 Compostos fenólicos totais por Folin-Ciocalteu

A quantificação de compostos fenólicos redutores totais por Folin-Ciocalteu seguiu a metodologia adaptada de Abreu e colaboradores (2019). As farinhas e os sagus foram diluídos em soluções distintas de etanol 50% na proporção 1:1 e água ultrapura na proporção 3:1, homogeneizados e analisados em leitor de microplacas de 96 poços.

O procedimento foi adicionar 150 mL de reagente Ciocalteu a 10% e 30 mL de amostra em 3 diferentes diluições, mantendo sob repouso por 5 min e em seguida adicionados 120 mL de carbonato de sódio a 4%. O tempo de reação foi de 120 minutos sob temperatura ambiente e proteção de luz.

Tal ensaio colorimétrico baseia-se na captura de radicais Folin-Ciocalteu em presença de moléculas com poder neutralizador e com isso, há a mudança da coloração transparente para a azul intensa.



Imagem 4. Curva-padrão de reagente Folin-Ciocalteu em ordem crescente de redução (da esquerda para a direita) Foto: Thepakkorn e Ploysri, 2014.

A leitura das análises foi realizada a 750 nm por espectrofotômetro (SpectraMax i3x Multi-Mode Microplate Reader, Califórnia, Estados Unidos) com curva-padrão de ácido gálico e os resultados foram expressos em mcg de Equivalentes de Ácido Gálico (EAG) por 100 g da amostra (base seca). Todos os experimentos foram realizados em triplicata.

5.7 Potencial antioxidante dos sagus elaborados

5.7.1 Captura do radical 2,2 difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•)

A capacidade antioxidante foi avaliada a partir da captura de radicais 2,2 difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•) contidos na solução padrão em metanol na proporção 2.4 mg DPPH em 100 mL de metanol e mantidos ao abrigo de luz.

As farinhas e os sagus foram diluídos em soluções distintas de etanol 50% na proporção 1:1 e água ultrapura na proporção 3:1, homogeneizados e analisados em leitor de microplacas de 96 poços.

Tal ensaio colorimétrico se baseia na redução do DPPH• em presença de moléculas com poder antioxidante. Com isso, há a mudança da coloração roxa intensa para amarelo, identificada em espectrofotômetro (SpectraMax i3x Multi-Mode Microplate Reader, Califórnia, Estados Unidos), no comprimento de 515 nm após o tempo de reação de 30 minutos sob abrigo de luz.

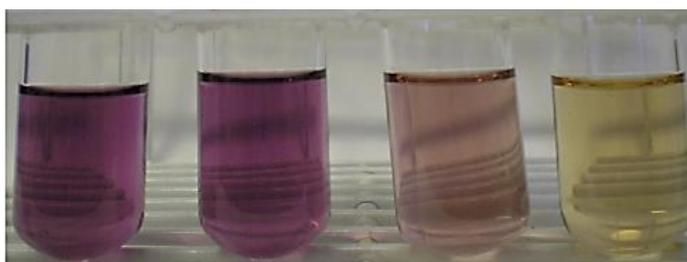


Imagem 5. Curva-padrão de reagente DPPH em ordem crescente de redução (da esquerda para a direita) Foto: Maria do Socorro M. Rufino.

Os experimentos foram realizados em triplicata e os resultados apresentados em percentual de redução de DPPH• (I%) (BRAND-WILLIAMS *et al.*, 1995).

$$I\% = \frac{Abs\ controle - Abs\ amostra}{Abs\ controle} \times 100$$

Onde: I% é o percentual de inibição de sequestro do radical 1,1 difenil-2-picrilhidrazil (DPPH•), Abs controle é a absorbância da amostra controle em 515 nm, Abs amostra é a absorbância da amostra em estudo em 515 nm.

5.7.2 Capacidade de absorção de radicais de oxigênio (ORAC)

A capacidade de sequestrar radicais peroxil gerados pelo dicloreto de 2,2'-azobis (2-amidinopropano) - APPH das amostras foi determinada através da diferença entre a área da amostra subtraída pela área do branco, medida pelo decaimento da fluorescência, presente pela fluoresceína, com a adição da substância antioxidante ao longo do tempo. As farinhas e os sagus foram diluídos em soluções distintas de etanol 50% na proporção 1:1 e água ultrapura na proporção 3:1, homogeneizados e analisados em leitor de microplacas de 96 poços.

Foram considerados a excitação a 485 nm e a emissão a 520 nm. A leitura foi feita com fluorímetro em comprimento de onda específico (SpectraMax i3x Multi-Mode Microplate Reader, Califórnia, Estados Unidos). A curva-padrão foi obtida usando-se Trolox de concentrações conhecidas e o potencial antioxidante da amostra será calculada, resultando em Equivalentes de Trolox ($\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$ base seca) (PRIOT *et al.*, 2003). Os experimentos foram realizados em duplicata.

5.7.3 Capacidade antioxidante de redução de ferro (FRAP)

A atividade antioxidante de redução do complexo Ferro (III)-2,3,5-cloreto trifeniltetrazolium (Fe^{+3} TPTZ) em meio ácido dos sagus analisados é percebida pela mudança de coloração azulada, tornando-se mais intensa com a redução do complexo férrico. As farinhas e os sagus foram diluídos em soluções distintas de etanol 50% na proporção 1:1 e água ultrapura na proporção 3:1, homogeneizados e analisados em leitor de microplacas de 96 poços.

O método consiste em extrair compostos da amostra por combinação de reagentes químicos, em seguida expor alíquotas do extrato obtido (solução tampão de acetato 0,3 M (pH 3.6) + solução de TPTZ (2,4,6-tri(2- piridil)-s-triazina) 10 mM e solução de cloreto de ferro 20 mM) a solução contendo o complexo Fe^{+3} TPTZ e após 30 minutos sob abrigo de luz e incubado a 37°C com a leitura da absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda 595 nm (SpectraMax i3x Multi-Mode Microplate Reader, Califórnia, Estados Unidos). A curva padrão foi produzida com uma solução de sulfato ferroso e seus resultados foram expressos em μ M de sulfato ferroso/g base seca da amostra (THAIPONG *et al.*, 2006).



Imagem 6. Curva-padrão de reagente FRAP em ordem crescente de redução (da esquerda para a direita) Foto: Anna Carolina Alves

Os experimentos foram realizados em triplicata.

5.7.4 Captura de radical livre ABTS•+

A metodologia utilizada para esse estudo será baseada no trabalho de Rufino e colaboradores (2007). A capacidade antioxidante será avaliada a partir da captura de radicais ABTS•+ (2,2AZINOBIS(3-ethylbenzothiazoline6sulfonicacid) contidos na solução padrão em água e mantidos ao abrigo de luz.

As farinhas e os sagus foram diluídos em soluções distintas de etanol 50% na proporção 1:1 e água ultrapura na proporção 3:1, homogeneizados e analisados em leitor de microplacas de 96 poços. No ABTS•+ em presença de moléculas com poder antioxidante há a mudança da coloração verde intensa para transparente, identificada em espectrofotômetro (SpectraMax i3x Multi-Mode Microplate Reader, Califórnia, Estados Unidos), no comprimento de 734 nm após o tempo de reação de 6 minutos sob abrigo de luz.

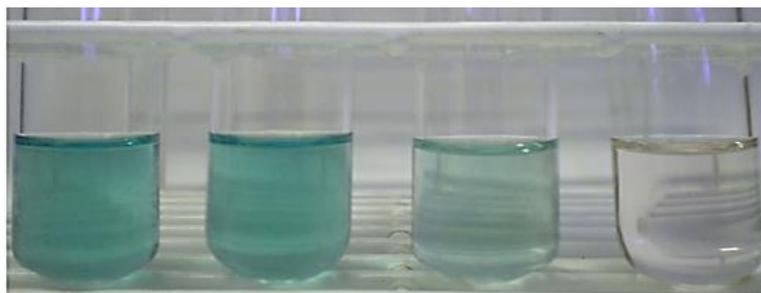


Imagem 7. Curva-padrão de reagente ABTS em ordem crescente de redução (da esquerda para a direita) Foto: Maria do Socorro M. Rufino.

Os experimentos serão realizados em triplicata e os resultados apresentados em mcM de Trolox/100 g de amostra.

5.8 Análises estatísticas

A análise estatística foi realizada para comparação dos dados obtidos neste trabalho utilizando software R. Foram considerados para os resultados obtidos o nível de significância estatística de 5% ($p < 0,05$) para os testes de comparação de médias entre os grupos utilizando a ANOVA, com pós-teste de *Tukey*.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Farinhas de resíduos vegetais

Após a obtenção das farinhas de resíduos vegetais (Imagem 8), observou-se tanto na farinha beterraba quanto na de manga um rendimento de 12%. Os dados encontrados foram inferiores aos valores encontrados por Rybka e colaboradores (2018) para farinha de casca de manga e por Basseto e colaboradores (2013) para farinha de casca de beterraba. A diferença encontrada pode ter sido influenciada por diferentes fatores, entre eles o método de descascamento, uma vez que o descascamento manual com faca pôde proporcionar um excesso de polpa nesses resíduos (FIOROTO *et al.*, 2015). Sugere-se que o descascamento seja feito com equipamentos adequados, como descascadores manuais específicos para esses vegetais ou, quando possível, descascadores elétricos.



Imagem 8. Farinhas de resíduos vegetais de casca de beterraba vermelha (esquerda) e manga Tommy Atkins (direita).

Na Tabela 1 é apresentada a composição centesimal das farinhas das cascas de beterraba e manga em comparação ao polvilho doce comercial. Foi possível constatar que a quantidade de carboidratos e valor energético (estimado) das farinhas produzidas foram em torno de 40% e 35% inferiores aos valores de polvilho doce, respectivamente.

Tabela 1. Composição centesimal das farinhas de resíduos vegetais.

Parâmetros	Farinha de casca de beterraba	Farinha de casca de manga Tommy Atkins	Polvilho doce comercial
Umidade (%)	6,48 ± 0,01	5,90 ± 0,03	2,64 ± 0,05
Cinzas (%)	6,42 ± 0,13	2,39 ± 0,02	0,12 ± 0,01
Fibras Totais (g)	30,70 ⁺	38,80 ⁺	0 ^{**}
Proteínas (g)*	8,66	0,82	0 ^{**}
Lipídeos (g)*	0,19	2,05	0 ^{**}
Carboidratos (g)*	47,56	50,50	85 ^{**}
Valor energético estimado (kcal)	227	222	340 ^{**}

-: valores não informados.

* Os valores de proteínas, lipídeos e carboidratos foram extraídos de trabalhos encontrados na literatura científica atual. ** Os valores nutricionais do polvilho doce foram retirados da tabela nutricional. + Análise realizada em laboratório externo (Hidrolabor). Fontes: farinha de beterraba por Basseto e colaboradores (2013), farinha de casca de manga Tommy Atkins por Rybka e colaboradores (2018) e polvilho doce comercial por site oficial da marca Kodillar (2022).

Em relação ao conteúdo de fibras alimentares, as farinhas de resíduos elaboradas conseguem ofertar uma variedade nutricional capaz de enriquecer os produtos à base de polvilho doce. Considerando a quantidade de fibras encontrada, ambas as farinhas podem ser consideradas alimentos com alegação de propriedade funcional, uma vez que fornecem quantidades de fibras superiores a 2,5 g por

porção de 50 g (BRASIL, 2003; 1999a e 1999b). Por outro lado, não é usual o consumo dessas farinhas de vegetais, mas sim o uso como ingrediente culinário, sendo essa a proposta de trabalho.

Tabela 2. Perfil colorimétrico das farinhas de resíduos vegetais e polvilho doce.

Parâmetros	Farinha de casca de beterraba	Farinha de casca de manga Tommy Atkins	Polvilho doce comercial**
Cor			
L*	24,17 ± 0,28	57,16 ± 0,26	98,69 ± 0,08
a*	21,60 ± 0,15	8,81 ± 0,24	-0,19 ± 0,12
b*	7,26 ± 0,11	34,00 ± 0,24	2,70 ± 0,11
Delta E	0,43 ± 0,19	0,40 ± 0,26	0,19 ± 0,11

L*: coordenada de luminosidade; a*: coordenada eixo vermelho-verde; b* coordenada eixo amarelo-azul; Delta E: diferença de cor entre as amostras. Espaço de cor CIELAB com iluminante D65/10°. Demonstração de cor por Universität Innsbruck (Áustria) <https://hclwizard.org/>.

De acordo com o perfil colorimétrico analisado (Tabela 2), a farinha de beterraba apresentou coloração predominantemente avermelhado-escuro, corroborando com o encontrado por Kaur e colaboradores (2021). Já a farinha de manga apresentou coloração predominantemente amarelo-amarronzado, porém mais escura do que encontrado por Rybka e colaboradores (2018). Por outro lado, o polvilho doce apresentou elevada luminosidade e com valores de a^* e b^* próximos de zero, resultando em coloração predominantemente branca característica desse produto e relacionado à qualidade do processo de purificação do polvilho doce (CARMO; PENA, 2021).

O poder de pigmentação apresentado pelas farinhas mostra-se outra vantagem para a inclusão em alimentos à base de polvilho doce, uma vez que a neutralidade do polvilho permite atribuir cor ao produto alimentício mesmo que o percentual de inclusão seja razoável, como percebido na elaboração desse trabalho.

Tabela 3. Perfil granulométrico das farinhas de resíduos vegetais e polvilho doce

Peneiras (MESH / μm)	Farinha de casca de beterraba		Farinha de casca de manga Tommy Atkins		Polvilho doce comercial**	
	Peso retido (g)	Retido acumulado	Peso retido (g)	Retido acumulado	Peso retido (g)	Retido acumulado
20 / 850	9,43	9,88%	0,17	0,17%	0,68	0,68%
28 / 600	16,64	27,32%	3,29	3,48%	1,14	1,82%
60 / 250	17,47	45,63%	11,13	14,66%	2,56	4,38%
100 / 150	9,68	55,77%	8,46	23,17%	2,1	6,48%
Bandeja	42,21	100,00%	76,44	100%	93,52	100,00%
Módulo de Finura*	0,1854		0,0850		0,0002	

*O Módulo de Finura foi calculado utilizando a única malha de série normal do experimento, no caso a peneira de 100 MESH / 150 μm .

De acordo com o perfil granulométrico encontrado (Tabela 3), tanto as farinhas elaboradas quanto o polvilho doce apresentaram módulo de finura baixo, demonstrando que os agregados granulométricos são de alta finura, o que promove um aumento de rendimento de pó e diminuem a sua palatabilidade no produto final, quando comparado a partículas maiores (ESMINGER, 1985 *apud* BELLAVER e NONES, 2000).

Na área de alimentos, a granulometria pode indicar a influência do tamanho das partículas na digestibilidade dos nutrientes e capacidade de dispersão e agregação em receitas. Deste modo, pode-se considerar que quanto menor o tamanho das partículas maior o contato dessas com os sucos digestivos, favorecendo a digestão e a absorção dos nutrientes (BELLAVER e NONES, 2000).

No caso das farinhas de beterraba e manga, pôde-se perceber, através de estudos preliminares da equipe de pesquisa, que ambas obtiveram sabores adocicados e que remetiam ao vegetal de origem, sendo interessante manter as partículas o mais finas possíveis por conta do alto teor de fibras, fator que poderia afetar na aceitação do produto por atribuir maior dureza e arenosidade, como visto por Montenegro e colaboradores (2008) com a elaboração de biscoito de polvilho azedo com adição de farelo de trigo, uma fonte de fibras insolúveis.

Tabela 4. Fenólicos totais e de potencial antioxidante das farinhas de resíduos vegetais.

Análises	Farinha de Beterraba		Farinha de Manga	
	Extrato etanol 50%	Extrato aquoso	Extrato etanol 50%	Extrato aquoso
<u>Fenólicos totais</u> (mg EAG/100g)	246,99 ± 0,03	301,64 ± 0,20	837,16 ± 0,004	104,92 ± 0,01
<u>DPPH</u> (% redução)	84,40 ± 0,22	81,90 ± 0,22	86,90 ± 0,01	86,20 ± 0,01
<u>ABTS</u> (mcM Trolox/100 g)	9.081,50 ± 0,03	7.692,31 ± 0,004	11.418,46 ± 0,01	7.481,90 ± 0,02
<u>FRAP</u> (mcM Sulfato ferroso/ g)	96,98 ± 0,03	29,72 ± 0,04	150,07 ± 0,10	50,02 ± 0,04
<u>ORAC</u> (mcM Trolox/100 g)	462,50 ± 89	3.032,78 ± 55	1.332,08 ± 147	1.791,39 ± 119

EAG: equivalente de ácido gálico.

Obs.: o polvilho doce utilizado não apresentou capacidades redutoras ou antioxidantes nesses métodos.

Ambas as farinhas apresentaram poder de redução em todas as análises. Importante destacar que essa preservação pode ser relacionada com o processo de secagem, uma vez que tais compostos são termossensíveis (AULIA, 2020; GONÇALVES *et al.*, 2015; LOBO, 2018; ISEDA, 1957).

A utilização de diferentes extratores foi importante para analisar a natureza química dos compostos mais antioxidantes em cada método. De fato, ter esse espectro de análise é fundamental para identificar se o perfil dos compostos antioxidantes presentes nessas matrizes é de natureza lipofílica (extraída melhor em etanol 50%) ou hidrofílica (extraída melhor em água ultrapura). Vale ressaltar que a extração sólido-líquido convencional, usando solvente orgânico e/ou aquoso, é o principal método para extrair compostos redutores. Essa extração depende principalmente da natureza da matriz e das propriedades químicas dos compostos redutores presentes, incluindo estrutura molecular, polaridade e concentração. O preparo da amostra, a polaridade do solvente utilizado, a técnica empregada e a temperatura são fatores que podem influenciar na extração e nos teores desses compostos (LIMA *et al.*, 2020).

Considerando os diferentes métodos de avaliação do potencial antioxidante, é possível perceber que a farinha de beterraba apresenta importantes teores de fenólicos totais pelo método Folin-Ciocalteu em ambos os extratos. Por outro lado, considerando os diferentes métodos antioxidantes observou-se diferenças nos resultados obtidos. Apesar de todos os métodos avaliados apresentarem resultados

importantes, o método FRAP em extrato aquoso foi o que apresentou menor atividade redutora (29,72 mcM de Sulfato Ferroso/ 100 g de farinha), indicando que na forma de farinha de casca de beterraba não seria adequada para neutralizar diretamente processos oxidativos dessa natureza, portanto, relacionados à íons de Fe^{3+} (RUFINO *et al.*, 2006).

Sob outra perspectiva, o método ORAC foi cerca de 6,5x mais expressivo no extrato água do que no extrato etanólico, indicando que preparações com base aquosa teriam um potencial antioxidante maior a oferecer, quando comparado ao solvente orgânico usado. De fato, percebe-se que a natureza hidrofílica das betalaínas, como apresentado anteriormente, pôde influenciar diretamente nesses resultados promissores.

Entre as farinhas elaboradas, a farinha de manga apresentou o teor de fenólicos totais superiores à farinha de beterraba, mantendo essa tendência para os métodos antioxidantes indiretos, sendo esses o DPPH, ABTS e FRAP para ambos os extratos. Analisando especificamente a farinha de casca de manga desenvolvida, percebe-se que a extração por solvente etanólico foi superior em todos os métodos indiretos, o que condiz com a natureza hidrofóbica da mangiferina, o principal componente antioxidante na casca da manga.

6.2 Sagus experimentais de resíduos vegetais



Imagem 9. Sagu padrão (esquerda), beterraba (centro) e manga Tommy Atkins (direita).
Foto: Anna Carolina Alves.

Na análise do rendimento dos sagus produzidos, observou-se que ambos os tipos de sagu apresentaram 68% de rendimento, sendo a etapa de secagem essencial para atendimento do parâmetro de umidade exigido pela legislação brasileira (BRASIL, 2005). A inclusão das farinhas de cascas trouxe dois benefícios

diretos: 1) proporcionou a redução da quantidade total de polvilho de mandioca no produto de 64,0% (versão padrão) para 48,3% (versão experimental); e 2) não promoveu o aumento do uso de água na etapa de molde.

De acordo com os parâmetros físicos, os sagus foram mantidos em diâmetros médios de 4 ± 1 mm por padrão comercial brasileiro (SILVA-E-SILVA *et al.*, 2021). Relacionados a cor, os sagus variaram de acordo com a cor natural presente nas farinhas e o efeito térmico em cada formulação após a secagem obrigatória.

A cor é um atributo sensorial importantíssimo relacionado a expectativa que o consumidor tem sobre o produto, no caso, alimento. Em certos casos, a cor pode influenciar o sabor esperado e desejado (COBUCCI, 2010 *apud* SANTANA *et al.*, 2018). Comparando a colorimetria das farinhas com seus respectivos sagus, houve mudança em todos os parâmetros colorimétricos, sendo o mais expressivo a luminosidade (L^*), tornando-se mais claros, principalmente pela influência do polvilho doce como ingrediente principal. Ainda assim, é inquestionável a atribuição de cor que as farinhas proporcionam aos sagus, afirmando o efeito pigmentante natural.

Tabela 5. Perfil colorimétrico dos sagus secos.

Amostras	Cor	L^*	a^*	b^*	Delta E
Sagu padrão		$96,88 \pm 0,08$	$-0,66 \pm 0,12$	$7,09 \pm 0,11$	-
Sagu de beterraba vermelha		$46,11 \pm 0,31$	$34,04 \pm 0,95$	$10,76 \pm 1,60$	$3,25 \pm 0,03$
Sagu de manga Tommy Atkins		$71,85 \pm 0,03$	$2,68 \pm 0,14$	$21,14 \pm 0,28$	$7,45 \pm 0,20$

L^* : coordenada de luminosidade; a^* : coordenada eixo vermelho-verde; b^* coordenada eixo amarelo-azul; Delta E: diferença de cor entre as amostras; -: não avaliado.

Espaço de cor CIELAB com iluminante D65/10°. Demonstração de cor por Universität Innsbruck (Áustria) <https://hclwizard.org/>.

Uma etapa comum nas preparações com sagus de mandioca é a hidratação prévia em líquidos para diminuir o tempo de cozimento (SILVA-E-SILVA *et al.*, 2021; ALVES e SANTANA, 2020). Para tanto, os sagus experimentais foram colocados em ensaios de hidratação e ambas as formulações não obtiveram resultados positivos, uma vez que com 10 minutos de hidratação os sagus de beterraba liberaram cor para a água e perderam sua estrutura, já os sagus de manga levaram 40 minutos (Imagem 10). Por não trazer benefícios reais para a utilização desses sagus experimentais, optou-se por seguir com os preparos diretamente com os sagus secos.



Imagem 10. Experimento de reidratação do Sagu beterraba (esquerda) com 10 minutos de hidratação e manga Tommy Atkins (direita) com 40 minutos de hidratação.
Foto: Anna Carolina Alves.

Tabela 6. Compostos fenólicos totais dos sagus de mandioca experimentais.

Amostras	Fenólicos totais (mg EAG/100g)	
	Extrato etanol 50%	Extrato aquoso
Sagu de beterraba <u>seco</u>	42,22 ± 0,003	47,75 ± 0,001
Sagu de manga <u>seco</u>	101,96 ± 0,004	59,59 ± 0,002
Sagu de beterraba <u>cozido</u>	544,34 ± 0,020	1.783,26 ± 0,020
<u>Água de cozimento</u> beterraba	-	711,52 ± 0,010
Sagu de manga <u>cozido</u>	2.271,42 ± 0,010	657,64 ± 0,004
<u>Água de cozimento</u> manga	-	598,28 ± 0,002
Sagu de beterraba <u>frito</u>	60,54 ± 0,002	72,78 ± 0,002
Sagu de manga <u>frito</u>	165,68 ± 0,002	102,89 ± 0,001

-: não avaliado.

Obs.: os sagus controle não tiveram capacidade redutora nesse método.

Os sagus foram cozidos sem apresentar problemas tecnológicos, equiparando-se aos sagus padrão. Por outro lado, percebeu-se a migração de pigmentos e compostos antioxidantes para o líquido de cocção.

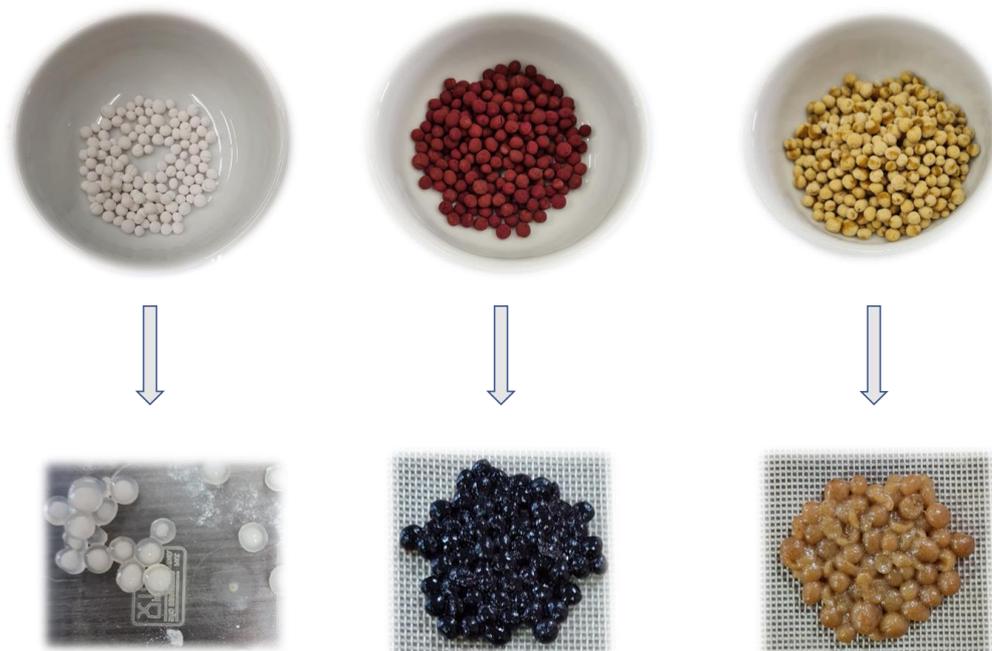


Imagem 11. Sagus secos (acima) e cozidos (abaixo), respectivamente sagu padrão (esquerda), sagu de beterraba vermelha (centro) sagu de manga Tommy Atkins (direita).
Foto: Anna Carolina Alves.

Como o amido presente no sagu de mandioca tem a propriedade de retrogradação pós-cocção, manter os sagus cozidos em um líquido proporciona inchamento das pérolas por absorção sob resfriamento (ALVES e SANTANA, 2020; CHEMANE, 2017 *apud* BHAO e BERGMAN, 2004). Sendo assim, o conteúdo de fenólicos totais e potencial antioxidante presente na água de cocção podem ser reabsorvidos pelo sagu e integrar a preparação final.

Para o preparo dos sagus fritos, os sagus foram previamente cozidos (Imagem 12). Dessa maneira, esperava-se encontrar valores inferiores em todas as análises de compostos fenólicos totais e potencial antioxidante. Em contrapartida, observou-se que os resultados de ORAC foram semelhantes ou superiores ao encontrado nos sagus cozidos, para ambas as formulações. Considerando as demais análises de antioxidantes e fenólicos totais, o extrato aquoso de sagu frito beterraba apresentou aumento quando o poder redutor nas análises de DPPH e

ABTS (ambos reduzidos por doação de elétrons). O mesmo resultado foi encontrado para o sagu frito de manga, mas no extrato etanólico.

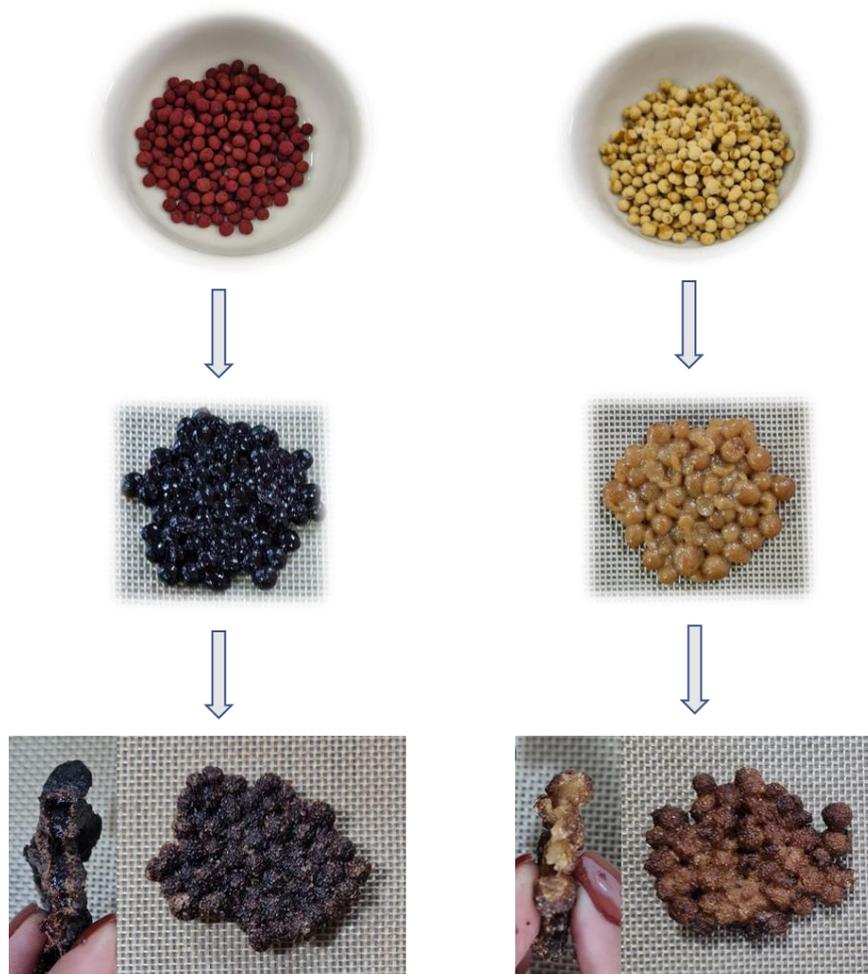


Imagem 12. Sagus secos (acima), cozidos (meio) e fritos (abaixo), respectivamente sagu de beterraba vermelha (esquerda) e sagu de manga Tommy Atkins (direita).
Foto: Anna Carolina Alves.

Os fenólicos são os principais componentes vegetais com capacidade antioxidante, contendo um ou mais anéis aromáticos ligados a hidroxila. No método de fenólicos totais por Folin-Ciocalteu, os fenólicos presentes na amostra são energeticamente oxidados, possibilitando a quantificação, porém não determinam com especificidade. Em geral, seu poder antioxidante pode surgir por doação de átomo de hidrogênio, quelando metais de transição, interrompendo a propagação da oxidação lipídica (SUCUPIRA *et al.*, 2012; SINGLETON *et al.*, 1999).

A fritura sob imersão é um método de preparo atrativo sensorialmente, quando feito de forma adequada. Nesse processo, ocorre a transferência de calor através do contato e penetração do óleo quente, com uma liberação intensa de água livre do alimento em poucos minutos, proporcionando mudanças de textura (crocância), sabor e cor, tornando o produto mais atraentes para o consumidor. (CELLA *et al.*, 2002). De certo modo, alimentos fritos não devem ser incentivados para o consumo regular, pois significa um aumento no consumo de gorduras (VEIROS e PROENÇA, 2003). As altas temperaturas também tiveram um efeito importante no potencial antioxidante dos sagus, de um modo geral, tendo valores mais altos na versão sagu de manga.

O cozimento em água é um método mais brando, quando comparado à fritura sob imersão. Por outro lado, podem ser consumidos com mais frequência pelo fato do cozimento em água não afetar o quantitativo nutricional e proporcionar mudanças favoráveis de textura, no caso dos sagus torna-os o dobro de tamanho e gelatinosos (VEIROS e PROENÇA, 2003; ALVES e SANTANA, 2020). Relacionados ao sagus, o cozimento proporcionou a transferência de compostos antioxidantes e redutores, apresentando valores superiores aos sagus secos e cozidos, com exceção do extrato aquoso para ABTS+.

Esses resultados sugerem que o aquecimento proporcionado no preparo é capaz de elevar o poder antioxidante de alimentos à base de amido de mandioca e farinhas de cascas de beterraba e manga.

Tabela 7. Potencial antioxidante dos sagus de mandioca experimentais.

Amostras	DPPH (% redução)		ABTS (mcM Trolox/100 g)		FRAP (mcM Sulfato ferroso/g)		ORAC (mcM Trolox/100 g)	
	Extrato etanol 50%	Extrato aquoso	Extrato etanol 50%	Extrato aquoso	Extrato etanol 50%	Extrato aquoso	Extrato etanol 50%	Extrato aquoso
Sagu de beterraba seco	17,10 ± 0,09	12,50 ± 0,08	468,26 ± 0,02	241,31 ± 0,01	447,11 ± 0,01	63,55 ± 0,01	953,34 ± 76	86,50 ± 28
Sagu de manga Seco	37,60 ± 0,003	11,20 ± 0,004	1.673,64 ± 0,03	692,84 ± 0,01	38,44 ± 0,02	361,35 ± 0,004	456,21 ± 122	463,36 ± 110
Sagu de beterraba cozido	49,20 ± 0,15	33,50 ± 0,15	1.148,33 ± 0,01	41,75 ± 0,01	97,72 ± 0,01	863,58 ± 0,004	2.071,55 ± 271	1.413,33 ± 54
Água de cozimento Beterraba	-	51,30 ± 0,08	-	5.354,75 ± 0,02	-	155,30 ± 0,01	-	1.172,51 ±
Sagu de manga Cozido	86,50 ± 0,01	13,30 ± 0,01	1.113,76 ± 0,04	273,44 ± 0,01	501,09 ± 0,02	1.020,41 ± 0,005	1.782,09 ± 77	907,98 ± 304
Água de cozimento Manga	-	69,60 ± 0,001	-	2.170,24 ± 0,01	-	2.616,87 ± 0,01	-	627,25 ±
Sagu de beterraba Frito	46,10 ± 0,05	45,40 ± 0,07	427,18 ± 0,03	483,87 ± 0,01	87,18 ± 0,01	134,81 ± 0,003	2.183,08 ± 43	1.731,48 ± 65
Sagu de manga Frito	31,30 ± 0,01	24,50 ± 0,01	1.205,29 ± 0,01	1.106,72 ± 0,01	25,88 ± 0,004	369,11 ± 0,003	1.965,71 ± 56	1.617,59 ± 64

-: não avaliado.

Obs.: os sagus controle não tiveram capacidade antioxidante nesses métodos.

7. CONCLUSÃO

- A fécula utilizada no estudo esteve de acordo com a legislação vigente de identidade e qualidade, permitindo a elaboração dos sagus;
- As cascas de beterraba vermelha e manga Tommy Atkins coletadas mostraram-se válidas para a elaboração de farinhas vegetais, adequando-se bem aos parâmetros físico-químicos e tecnológicos, porém o rendimento mostrou-se abaixo do encontrado na literatura;
- Os sagus de mandioca incorporados com as farinhas de vegetais foram elaborados com o mesmo procedimento dos sagus controle, mostrando-se uma inclusão de fácil execução, além de ser uma vantagem nutricional ao reduzir o valor energético e atribuir qualidade nutricional com a substituição parcial do polvilho doce;
- De acordo com os parâmetros físico-químicos, as farinhas de vegetais mostraram-se excelentes fontes de fibras e carboidratos totais, poder pigmentante e interessantes fornecedoras de fenólicos totais e capacidade antioxidante pelos diferentes mecanismos de neutralização;
- Os sagus incorporados de farinhas vegetais, tanto cozidas quanto fritas, apresentaram capacidade antioxidante pelos diferentes mecanismos de neutralização;
- De acordo com a manutenção das propriedades de pré-preparo e preparo, visando integridade de propriedades características dos sagus e a melhor qualidade nutricional, a cocção úmida com aproveitamento da água de cozimento mostrou-se a melhor das escolhas. Desse modo, é possível proporcionar sagus com qualidade nutricional superior a versão controle, mantendo o formato esférico, apresentando potencial antioxidante superior ao sagu seco e todas as versões do sagu controle.

O sagu de mandioca é naturalmente neutro em coloração, sabor e aroma, nutricionalmente isento de micronutrientes e fibras, é de fácil preparo e versátil.

Dessa forma, elaborar sagus com a implementação de farinhas de resíduos de beterraba e manga mostrou-se potencialmente favorável. Por outro lado, não foi possível realizar uma análise sensorial e testes específicos para produtos amiláceos, o que traria mais conhecimentos acerca das aplicações de farinhas em produtos

desse tipo, as interferências estruturais que o aumento de fibras pode realizar nos processos de gelatinização e estabilidade do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J. et al. Antioxidant capacity, phenolic compound content and sensory properties of cookies produced from organic grape peel (*Vitis labrusca*) flour. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 54, n. 4, p. 1215–1224, 2019.
- ALVES, A. C. G. S. S.; SANTANA, I. **Pérolas à mesa: sobremesas de sagu de mandioca**. Ed. INU/UERJ. Rio de Janeiro, 2020.
- ALVES-PEREIRA, A. et al. Patterns of nuclear and chloroplast genetic diversity and structure of manioc along major Brazilian Amazonian rivers. **Annals of Botany**, v. 121, n. 4, p. 625–639, 14 mar. 2018.
- AMARAL, L. DO; JAIGOBIND, A. G. A.; JAISINGH, S. **Dossiê Técnico: processamento da mandioca** (Instituto de Tecnologia do Paraná, Ed.) Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT, 2007. Acesso em: 29 set. 2019.
- ANDRADE, L. G. DA S.; ALMEIDA, T. DA S. F. DE; SANTOS, E. F. DOS; NOVELLO, D. Barra de cereais com adição de farinha de resíduos de rabanete: caracterização físico-química e sensorial entre crianças. **Multitemas**, v. 26, n. 63, p. 39-50, 30 dez. 2021.
- APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 478–484, set. 2007.
- ARTSCHWAGER, E. Anatomy of the vegetative organs of the sugar beet. **Journal of Agricultural Research**. v. 33, n. 2, pp.143-176. Washington, EUA, 1926.
- AULIA, F.; SUNARHARUM, W. B. Beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *rubra* L.) flour proportion and oven temperature affect the physicochemical characteristics of beetroot cookies. **IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.** 2020.
- BABAGIL, A. et al. Antioxidant and Antiradical Activity of Beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva* Alef.) Grown Using Different Fertilizers. **Journal of Chemistry**, v. 2018, p. 1–10, 2018.
- BASSETO, R.Z.; SAMULAK, R.; MISUGI, C.; BARANA, A.; ROSSO, N. Produção de biscoitos com resíduo do processamento de beterraba (*Beta vulgaris* L.). **Revista Verde**. Mossoró, Brasil, v. 8, n. 1, p. 139-145, jan./mar. 2013.
- BAKIK, S.; PAUL, K. K. Potential reuse of kitchen food waste. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 5, n. 1, p. 196–204, fev. 2017.
- BELLAVER, C.; NONES, K. (2000). Importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. **Embrapa**. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_t8l15r4z.pdf>
- BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70–76, jul. 1996.
- BORGES, M. V.; SOUSA, E.B.; SILVEIRA, M.F.A.; SOUZA, A.R.M; ALVES, V.M.; NUNES, L.B.M.; BARROS, S.K.A. Propriedades físico-químicas e tecnológicas da farinha do resíduo de açaí e sua utilização. **Research, Society and Development**, v. 10, n.5, maio/2021.
- BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M.E. & BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology**, 28, 25–30. 1995.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999a. **Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do**

anexo desta portaria. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-no-18-de-30-de-abril-de-1999.pdf/view> >

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999b. **Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem.**

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução do Diretório Colegiado nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos.** Disponível em: < https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/res0012_02_01_2001.html >

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução do Diretório Colegiado nº 359, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional.** Disponível em: < https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/anexo/anexo_res0359_23_12_2003.pdf >

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 23, de 14 de dezembro de 2005. **Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade dos produtos amiláceos derivados da raiz de mandioca, conforme anexo desta Instrução Normativa.** Disponível em: < <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1141329604#:~:text=%2D40%2C%20resolve%3A-,Art.,conforme%20anexo%20desta%20Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa.&text=Objetivo%3A%20o%20presente%20Regulamento%20tem,derivados%20da%20Raiz%20de%20Mandioca.>>

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável.** Brasília: MS; 2006.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 12.306, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm >

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Marco de referência de educação alimentar e nutricional para as políticas públicas.** Brasília, DF: MDS; Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, 2012.

Brasil. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira.** 2ª edição. Brasília: MS; 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia nº 55/2021. **Guia para avaliação de alegação de propriedade funcional e de saúde para substâncias bioativas presentes em alimentos e suplementos alimentares.** versão 1., 25 nov. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portal da Anvisa: **Alegacoes de propriedade funcional aprovadas.** Disponível em: < https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/alegacoes-de-propriedade-funcional-aprovadas_anvisa.pdf>. Acesso em: 12. jan. 2022.

BRASIL. **Alimentos regionais brasileiros.** Brasília, DF: MS, 2015.

CANUTO. K. M. Propriedades Químicas e Farmacológicas de Mangiferina: Um Composto Bioativo de Manga (*Mangifera indica* L.). Técnico Petrolina: EMBRAPA-Semi árido, 2009.

CARMO, J. R.; PENA, R. S. Caracterização físico-química de farinhas de tapioca produzidas e comercializadas em diferentes localidades no estado do Pará. **Brazilian Journal of Development.** Curitiba, v.7, n.8, p. 83874-83883, ago. 2021.

CELLA, R.C.F.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.22, n. 2, p.111-116, maio/ago. 2002.

CHANDANASREE, D.; GUL, K.; RIAR, C. S. Effect of hydrocolloids and dry heat modification on physicochemical, thermal, pasting and morphological characteristics of cassava (*Manihot esculenta*) starch. **Food Hydrocolloids**, v. 52, p. 175–182, jan. 2016. CHEN. **METHOD FOR MAKING STARCH PEARL BALL - Unites States: Patent Application Publication.**, out. 2016.

CHISENGA, S. M. et al. Progress in research and applications of cassava flour and starch: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 6, p. 2799–2813, jun. 2019.

COMPANHIA LORENZ. **Sagu pérola da feccularia encanto de Companhia Lorenz**. Blumenau, SC. 192? Disponível em: <<http://poisantigamenteeraassim.blogspot.com/2016/12/em-poucas-palavras-pois-aqui-o.html>>

CORDEIRO, E. P.; FONSECA, L. R. A.; RIBEIRO, R. C., SATHLER, M. M. Evolução dos livros de culinária brasileiros e sua relação com o cozinhar na contemporaneidade. **Demetra**. 2020.

DEL BEM, M. S.; POLES, L. F.; SILVEIRA SARMENTO, S. B. Propriedades funcionais de amido de leguminosas em associação à hidrocoloides. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 29, n. 1, 26 ago. 2011.

EMBRAPA. **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

EMBRAPA. **Manga. Produção: aspectos técnicos**. ed. Embrapa Mandioca Fruticultura. BA: Embrapa Comunicação para Transferência Tecnológica, 2000.

FALADE, K. O.; AKINGBALA, J. O. Utilization of Cassava for Food. **Food Reviews International**, v. 27, n. 1, p. 51–83, 13 dez. 2010.

FAOSTAT. **FAOSTAT: Crops and livestock products**. Disponível em: <

<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>. Acesso em: 12 jan. 2022.

FELIPE, E.M.F.; COSTA, J. M. C.; MAIA G.A.; HERNANDEZ, F. F. H. Avaliação da qualidade de parâmetros minerais de pós-alimentícios obtidos de casca de manga e maracujá. **Alimentos e Nutrição Araraquara** v. 17, n. 1, p. 79–83. 2008.

FERREIRA, M. S. L. et al. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 2, p. 822–830, fev. 2015.

FREITAS, C. D. J.; VALENTE, D. R.; CRUZ, S. P. Caracterização física, química e sensorial de biscoitos confeccionados com farinha de semente de abóbora (fsa) e farinha de semente de baru (fsb) para celíacos. **Demetra**, v. 9, n. 4, 5 dez. 2014.

FREITAS, L.S.; DUTRA, C.S.Y.; MEDEIROS, M.B.O.; RODRIGES, A R.P.; LIMA, D.C.N. Obtenção e caracterização físico-química de farinha do caroço de abacate para adição em bolos. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, n. 45, p. 35-43, abril 2021.

FIOROTO, C. K. S.; BENITEZ, M. C. S.; TURCHETTO, Q.; CALDERELLI, V. A.; Determinação do índice de parte comestível (IPC) em hortaliças e tubérculos na promoção da sustentabilidade. In: **Anais Eletrônico IX EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar**. nov.2015.

FU, Y.-C.; DAI, L.; YANG, B. B. Microwave finish drying of (tapioca) starch pearls. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 40, n. 2, p. 119–132, fev. 2005.

GIL-CHÁVEZ, G. J. et al. Technologies for Extraction and Production of Bioactive Compounds to be Used as Nutraceuticals and Food Ingredients: An Overview: Production of nutraceutical compounds: A review.... **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 12, n. 1, p. 5–23, jan. 2013.

GIORDANI JUNIOR, R.; CAVALI, J.; PORTO, M.O.; FERREIRA, E.; STACHIW, R. Resíduos agroindustriais e alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia** v. 3, n. 1, p. 93–104. 2015.

GOMES, H. M.; VIEIRA, T.; FUNDO, J. F.; ALMEIDA, D. P. F. Polyphenoloxidase activity and browning in fresh-cut 'Rocha' pear as affected by pH, phenolic substrates, and antibrowning additives. **Postharvest Biology and Technology**, 91:32-38. 2014.

GONÇALVES, L. C. P.; MARCATO, A. C.; RODRIGUES, A. C. B.; PAGANO, A. P. E.; FREITAS, B. C.; MACHADO, C. O.; NAKASHIMA, K. K.; ESTEVES, L. C.; LOPES, N. B.; BASTOS, E. L. Betalaínas: das Cores das Beterrabas à Fluorescência das Flores. **Rev. Virtual Quim.**, v.7, n.1, 2015.

GONG, X.; ZHANG, L.; JIANG, R.; YE, M.; YIN, X.; WAN, J. Anti-inflammatory effects of mangiferin on sepsis-induced lung injury in mice via up-regulation of heme oxygenase-1. **Journal Nutrition Biochemical**, 2012.

GUTIÉRREZ, A. M. C. **Desidratação de polpa de manga em leite de espuma com e sem intermitência térmica**. São José do Rio Preto, 2015. 125 p. Dissertação de mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos, Instituto de 74 Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2015.

HERSHEY, C. et al. **A review of cassava in Asia with country case studies on Thailand and Vietnam**: proceedings of the validation forum on the global cassava development strategy. ROMA: Food And Agriculture Organization, 2000. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/y1177e/Y1177E02.htm>>. Acesso em: 29 set. 2019.

IMBERT, E. Food waste valorization options: opportunities from the bioeconomy. **Open Agriculture**, v. 2, n. 1, 1 fev. 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 1ª digital ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

ISEDA, S. On Mangiferin, the Coloring Matter of Mango (*Mangifera indica* Linn.) identification of Sugar Component and the Structure of Mangiferin). **Bulletin of the chemical society of Japan**, v. 30, n. 6, p. 629- 633, 1957.

ITO, T.; ARAI, Y.; HISAZIMA, S. Utilization of Sago Starch. v. 23, n. 3, 1979.

JUNIOR, A.S.S.; MENEZES, A.T.S.; NASCIMENTO, B.M.S. Elaboração e características físico-químicas de biscoito enriquecido com fécula de mandioca (*manihot esculenta crantz*) e farinha de bagaço de uva (*vitis sp.*). **Brazilian Journal of Health Review**. Curitiba, v.4, n.2, p. 6817-6833, mar./abr.2021

KAPADIA, G.; RAO, G. S. Anticancer effects of red beet pigments in: Bhagyalaxmi Neelwarne Red Beet Biotechnology: Food and Pharmaceutical Applications. p.125-154. Ed.: Springer, 2012.

KARIM, A. A. et al. Starch from the Sago (*Metroxylon sagu*) Palm Tree Properties, Prospects, and Challenges as a New Industrial Source for Food and Other Uses. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 7, n. 3, p. 215–228, jul. 2008.

KARTSOVA, L. A.; SOLOV'eva, S. A. Application of Chromatographic and Electrophoretic Techniques to Metabolomic Studies. **Journal of Analytical Chemistry**, v. 74, n. 4, p. 307–315, 1 abr. 2019.

- KAUR, S., KAUR, N., AGGARWAL, P., & GROVER, K. Bioactive compounds, antioxidant activity, and color retention of beetroot (*Beta vulgaris* L.) powder: Effect of steam blanching with refrigeration and storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.45, n. 3, 2021.
- KHATTAK, K. F.; RAHMAN, T. U. Phytochemical profiles, nutrient compositions, extraction yields and antioxidant activities of seven underground vegetable's peels. **World Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 3, n. 10, p. 2146-2151. 2015.
- KHATTAK, K. F.; RAHMAN, T. U. Analysis of vegetable's peels as a natural source of vitamins and minerals. **International Food Research Journal**, v. 24, n. 1, p. 292-297, fev. 2017.
- KLUGE, R. A.; PRECZENHAK, A. P. Betalainas em beterraba minimamente processada: perdas e formas de preservação. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 17, n. 2, p. 175-192, 2016.
- KRUPA-KOZAK, U. et al. Broccoli leaf powder as an attractive by-product ingredient: effect on batter behaviour, technological properties and sensory quality of gluten-free mini sponge cake. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 54, n. 4, p. 1121–1129, abr. 2019.
- KUJALA, T.; LOPONEN, J.; PIHLAJA, K. Betalains and Phenolic in Red Beetroot (*Beta vulgaris*) Peel Extracts: Extraction and Characterisation. **Verlag der Zeitschrift für Naturforschung C**. v. 56, p.343-348. 2001.
- LEITE, N. D. et al. Farinha de arroz e berinjela em massa alimentícia: propriedades químicas e físicas. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 25, n. 1, p. 65–75, 26 abr. 2018.
- LIMA, L.G.B.; MONTENEGRO, J.; ABREU, J.P.D.; SANTOS, M.C.B.; NASCIMENTO, T.P.D.; SANTOS, M.D.S.; FERREIRA, A.G.; CAMERON, L.C.; FERREIRA, M.S.L.; TEODORO, A.J. Metabolite Profiling by UPLC-MS^E, NMR, and Antioxidant Properties of Amazonian Fruits: Mamey Apple (*Mammea americana*), Camapu (*Physalis angulata*), and Uxi (*Endopleura uchi*). **Molecules**, v. 25, n. 2, jan. 2020.
- LOBO, F.A.T.F. **Desidratação de polpa de manga da variedade Tommy Atkins por foam mat drying, visando à retenção de compostos bioativos e à formulação de alimentos com apelo de funcionais**. 2018. Tese (Doutorado em Ciências Aplicadas a Produtos para Saúde) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense - UFF, Rio de Janeiro, 2018.
- LORENZEN, F. G. **Pearl sago substitute and method of makeing the same from corn starch**. Estados Unidos da América, 23 abr. 1912.
- LUÍS DA CÂMARA CASCUDO. História da Alimentação no Brasil. In: **História da Alimentação no Brasil**. 2^a ed. São Paulo: Global, 2011. p. 90–105.
- MALDONADO-CELIS, M.; Yahia, E. M.; Bedoya, R.; Landázuri, P. Loango, N. Aguillón, J.; Restrepo, B.; Ospina, J. C. G. **Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: Nutritional and Phytochemical Compounds**. *Frontiers in Plant Science*, [s. l.], 2019.
- MAMADI, E.; MAZLOUM-RAVASAN, S.; YU, J. S.; HÁ, J.W.; HAMISHEHKAR, H.; KIM, K.H. Therapeutic application of betalains: a review. **Plants**, v. 9, n. 9. 2020.
- MICHIEL FLACH. **Sago palm, Metroxylon sago Rottb**. Roma, Itália: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, 1997.
- MIRABELLA, N.; CASTELLANI, V.; SALA, S. Current opinion of food manufacturing waste. **Current ptions for the valorization of food manufacturing waste: a review**, v. 65, p. 28–41, 2014.
- MONTENEGRO, F. M.; GOMES-RUFFI, C. R.; VICETE, C. A.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; STEEL, C. J. Biscoitos de polvilho azedo enriquecidos com fibras solúveis e insolúveis. **Food Sci. Technol.** n. 28, p.184-191, dez.2008.

- NGUYEN, V.; LE, M. Influence of Various Drying Conditions on Phytochemical Compounds and Antioxidant Activity of Carrot Peel. **Beverages**, v. 4, n. 4, p. 80, 1 nov. 2018.
- NOGUEIRA, T. B DE B.; SILVA T. P. M. DA; LUIZ, D. DE A.; ANDRADE, C. J. DE; ANDRADE, L. M. DE; FERREIRA, M. S. L.; FAI, A. E. C. Fruits and vegetable-processing waste: a case study in two markets at Rio de Janeiro, RJ, Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**. n.27, p. 18530–18540. mar., 2020.
- OMOLOLA, A. O. *et al.* Optimization of Color and Thermal Properties of Sweet Cassava (*Manihot esculenta* Crantz var. UVLNR 0005) Flour Using Response Surface Methodology. **Asian Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 3, p. 57–65, 1 mar. 2017.
- PAIVA, J. B.; MAGALHÃES, L. M.; SANTOS, S. M. C.; SANTOS, L. A. S.; TRAD, L. A. B. A confluência entre o “adequado” e o “saudável”: análise da instituição da noção de alimentação adequada e saudável nas políticas públicas do Brasil. **Cad. Saúde Pública**. v. 35, n. 8, 02 set. 2019.
- PIASETZKI, C. T. R.; BOFF, E. T. O.; Educação alimentar e nutricional e a formação de hábitos alimentares na infância. **Rev. Contexto e Educação**. n.106. set./dez.2018
- PIMPA, B. *et al.* Effect of electron beam irradiation on physico- chemical properties of sago starch. p. 10, 2007.
- PHAN, K.; Raes, K., Speybroeck, V. V., Roosen, M., De Clerck, K. De Meester, S. Non-food applications of natural dyes extracted from agro-food residues: a critical review. **Journal of Cleaner Production**, v. 301, 2021.
- PRIOR, R.L., HOANG, H., GU, L. *et al.* Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC FL)) of plasma and other biological and food samples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 51, 3273–3279. 2003.
- RAMOS, R. L. O. *et al.* Órgãos específicos singulares. **Levantamento sistemático da produção agrícola pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**, v. 30, n. 1, p. 108, jan. 2017.
- RAMIRO, D. O.; MOREIRA, L. S.; RIBEIRO, R. C. O espetáculo da culinária: análise de informações veiculadas em diferentes mídias e seus possíveis impactos no preparo e consumo de alimentos. **RBG -Revista Brasileira de Gastronomia, Florianópolis**, v. 2, n. 2, p. 95-108, jul./dez.2019.
- RAO, V. S.; CARVALHO, A. C.; TREVISAN, M. T. S.; ANDRADE, G. M.; NOBRE JÚNIOR, H. V.; MORAES, M. O.; MAGALHÃES, H. I.; IURY, H.; MORAIS, T. C.; SANTOS, F. A. Mangiferin ameliorates 6-hydroxydopamine induced cytotoxicity and oxidative stress in ketamine model of schizophrenia. **Pharmac. Reports**, 64, p. 848-856, 2012.
- RAVINDRAN, R.; JAISWAL, A. K. Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products. **Trend in Biotechnology**, v. 34, n. 1, p. 58–69, 2016.
- RYBKA, A. C. P.; LIMA, A.S.; NASSUR, R.C.M.R. Caracterização da farinha da casca de diferentes cultivares de manga. **Enciclopédia biosfera**. Goiânia, v.15 n.27; 13p. 2018.
- RUFINO, M. DO S. M. *et al.* Comunicado Técnico 125 - metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas por método de redução do ferro (FRAP). **Caderno Técnico**, v. 1, n. 125, p. 4, 2006.
- SANTANA, P.; ARAÚJO, E.; SALEH, J.; MELO, A. Análise sensorial – teste de preferência: a influência das cores na escolha de um alimento. In: **ANAIS – 21ª SEMOC**, 2018, Salvador.
- SARI, S. W.; DJAMIL, R.; FAIZATUN. Formulation of Blush Preparations by Using Natural Coloring from Red Beetroot Extract (*Beta vulgaris* L.). **Indones. J. Chem.**, v. 21, n. 4, p. 860-870. 2021.
- SANTANA, G. S.; OLIVEIRA FILHO, J. G. DE; EGEA, M. B. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. **Journal of neotropical agriculture**, v. 4, n. 2, p. 88–95, 28 jun. 2017.

- SANTOS, R. M. B. de; OLIVEIRA, R. S. Logística reversa no segmento de alimentos perecíveis sob a óptica da política nacional de resíduos sólidos. **Gestão e Desenvolvimento em Revista**. v. 4, n. 2, 2018.
- SILVA, R. M. G.; FIGUEIREDO, P. A. WHITE, YELLOW AND PINKISH VARIETIES OF *Manihot Esculenta* CRANTZ. **Biosci. J.**, v. 30, n. 2, p. 9, 2014.
- SILVA, A. C. B.; SILVA, M. C. C. B.; Debate sobre culturas alimentares: conversas em torno da cultura alimentar brasileira. **RELACult**. v. 04, n. 03, set-dez., 2018.
- SILVA-E-SILVA, A. C.A.G da; TRINDADE, M.E.F; TEODORO, A. J.; SANTANA, I. What is best way to soak and cook cassava (*Manihot esculenta* Crantz) sago? In: **Anais do 14 slaca - simpósio latino americano de ciência de alimentos**, 2021, Campinas. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2021. Disponível em: <<https://proceedings.science/slaca-2021/papers/what-is-best-way-to-soak-and-cook-cassava--manihot-esculenta-crantz--sago->>>.
- SINGH, B.; HATHAN, B. S. Chemical composition, functional properties and processing of Beetroot — a review. v. 5, n. 1, p. 6, 2014.
- SIVAKUMAR, R.; ELAYAPERUMAL, A.; SARAVANAN, R. Drying and energy aspects of tapioca sago processing-an experimental field study. **Journal of Mechanical Science and Technology**, v. 31, n. 6, p. 3035–3042, jun. 2017.
- SOCACI, S. A. et al. Antioxidant Compounds Recovered from Food Wastes. In: HUEDA, M. C. (Ed.). **Functional Food - Improve Health through Adequate Food**. [s.l.] InTech, 2017.
- THAIPONG, K., BOONPRAKOB, U., CROSBY, K., CISNEROS-ZEVALLOS, L.; HAWKINS BYRNE, D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, 19, 669–675. 2006.
- TAKEUCHI, K. P.; SABADINI, E.; CUNHA, R. L. DA. Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 78–85, mar. 2005.
- UNICAMP. **TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. Campinas, São Paulo: BookEditora, 2011.
- VEIROS, M. B.; PROENÇA, R. P. C. Avaliação qualitativa das preparações do cardápio em uma unidade de alimentação e nutrição - método AQPC. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, 2003.
- VERRUCK, S.; PRUDENCIO, E. S.; SILVEIRA, S. M. Compostos bioativos com capacidade antioxidante e antimicrobiana em frutas. **Revista CSBEA**, v. 4, n. 1. 2018.
- VIJAYAKUMARI, A. et al. Preparation and Characterization of a Low-calorie Cassava Pearl (Sago) from Physically Modified Cassava Starch. **Trends in Carbohydrate Research**, v. 6, n. 3, p. 33–40, 2014.
- WOO, H.-D. et al. Physicochemical and Gelatinization Properties of Starches Separated from Various Rice Cultivars: Starches from various rice cultivars.... **Journal of Food Science**, v. 80, n. 10, p. E2208–E2216, out. 2015.
- ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. Comunicado Técnico nº 215: MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DA GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES PARA USO EM RAÇÕES DE SUÍNOS E AVES. **Comunicado Técnico**, n. 215, p. 5, 1996.
- ZHU, F. Composition, structure, physicochemical properties, and modifications of cassava starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 122, p. 456–480, maio 2015.