



**PPGCTA**  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência e Tecnologia de Alimentos



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE**  
**ALIMENTOS**

**SAMANTA DE PAULA DE ALMEIDA DUARTE**

**EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES**  
**TECNOLÓGICAS DO AMIDO DE TAIOBA (*Xanthosoma***  
***sagittifolium*)**

**BELÉM – PA, BRASIL**

**2023**

**SAMANTA DE PAULA DE ALMEIDA DUARTE**

**EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES  
TECNOLÓGICAS DO AMIDO DE TAIOBA (*Xanthosoma  
sagittifolium*)**

**EXTRACTION, CHARACTERIZATION AND  
TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF TAIOBA  
STARCH (*Xanthosoma sagittifolium*)**

Dissertation presented to the Graduate Program of Food Science and Technology (PPGCTA) of the Federal University of Pará (UFPA) in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master in Food Science and Technology.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) da Universidade Federal do Pará (UFPA) como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. ORQUÍDEA VASCONCELOS DOS SANTOS

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Márlia Barbosa Pires

BELÉM – PA, BRASIL

2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**  
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

D812e Duarte, Samanta de Paula de Almeida.  
Extração, caracterização e propriedades tecnológicas do amido de taioba (Xanthosoma sagittifolium) / Samanta de Paula de Almeida Duarte. — 2023.  
78 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Orquídea Vasconcelos dos Santos  
Coorientação: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Márlia Barbosa Pires Dissertação  
(Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos, Belém, 2023.

1. Panc. 2. taioba. 3. amido . 4. Amazônia. I. Título.

---

CDD 664

**Data da defesa: 27/11/2024**

**COMISSÃO EXAMINADORA**



---

**Dra. Orquídea Vasconcelos dos Santos**  
Universidade Federal do Pará – PPGCTA/ITEC  
Orientadora – Presidente da comissão



---

**Dra. Márlia Barbosa Pires**  
Uniesamaz – Centro universitário da Amazônia  
Membro externo



---

**Dra. Edna Regina Amante**  
Universidade Federal do Pará – PPGCTA/ITEC  
Membro titular



---

**Dra. Bárbara Elisabeth Teixeira-Costa**  
Universidade Federal Fluminense – PPBI/ICT/UFF  
Membro externo

Ao meu pai, minha mãe e meu irmão.

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus, sem a força d'Ele não teria conseguido. À Nossa Senhora e Santa Rita de Cássia, pelo amparo nos momentos difíceis.

Aos meus pais, Valdemir Duarte e Eliane Duarte, por acreditarem em mim, pelo apoio e por sempre me motivarem nos meus estudos. Obrigada por todo ensinamento, este fez com que eu me tornasse quem eu sou, vocês são meus espelhos para vida.

Ao meu irmão, Guilherme Duarte, por toda dedicação, conselhos, e por sempre ter a calma de me ouvir e amparar nos momentos que eu mais preciso, você é meu exemplo de superação. Obrigada à minha família pelo total apoio, carinho e, sobretudo, amor.

Ao meu marido, Gabriel Lucena, por ser meu ombro nos momentos que achei que não iria conseguir, por escutar meus choros, e sempre estar ao meu lado. Obrigada pelo companheirismo, e por acreditar em mim quando nem eu mesmo acreditava.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Orquídea Vasconcelos pelo aprendizado repassado, por acreditar e lutar veemente pelos seus. Obrigada por confiar em mim, pela dedicação, e pelos ensinamentos que levarei para vida.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Márlia Pires, pela co-orientação, pelo apoio e atenção durante o meu trabalho.

À minha querida amiga, Mayara Lima, obrigada por tantos anos de amizade, por ter sido minha amiga/parceira de graduação e de mestrado, sem a tua amizade e lealdade seria difícil enfrentar todas as dificuldades que a vida de pesquisadora proporciona. Obrigada por tanto.

Aos meus queridos amigos de laboratório, Rosely Carvalho, Luana Silveira, Juliana Guimarães, Gustavo Alcântara, Helen Palheta, Beatriz Souza, Thielly Martins, Jade Carvalho, Yasmin Lemos e Rafaela Valente pela amizade, por deixar tudo mais leve e por toda união. Vocês são pessoas que levarei para sempre em meu coração.

Obrigada a todos que participaram de mais essa etapa da minha vida, pois direta, ou indiretamente me fizeram crescer, tanto pessoalmente quanto profissionalmente.

*“A educação é a arma mais poderosa que  
você pode usar para mudar o mundo.”*

*(Nelson Mandela)*

## RESUMO

As plantas alimentícias não convencionais (PANC), são plantas que estão pouco inseridas na alimentação da população mundial. Dentre estas, a taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) em seus constituintes folhas e tubérculo podem ser consumidos, como produtos e subprodutos fonte de amido. Esta pesquisa tem como objetivo evidenciar as características nutricionais, funcionais e as possibilidades de aplicações tecnológicas em escala industrial de amidos amazônicos como o extraído da taioba. Nos resultados foram obtidos 4,34 g/100g de proteínas, 0,71 g/100g de lipídios, 88,13 g/100g de carboidratos. Foi encontrado 28,73% de amilose e 71% de amilopectina, sendo considerado um amido com alto teor de amilose. Na determinação de minerais, o amido de taioba apresentou valores significativos para fósforo. Conforme a análise colorimétrica, o amido possui em média 87,67 de índice de brancura, sendo indicado para preparação de produtos de cor branca ou neutras, pois não haverá alteração na cor do produto final. De acordo com a microscopia eletrônica de varredura, o amido de taioba apresentou grânulos com formas circulares, superfícies lisas e dimensões em torno de 4,23µm a 9,93µm, o tamanho e forma dos grânulos atuam diretamente em propriedades como a gelatinização e solubilidade. Na análise termogravimétrica foi observado um pico com perda de massa a 300°C (*Tonset*) e com pico máximo em 329,9 °C (*Tendset*) podendo estar relacionado a perdas de ligações glicosídicas. Quanto a espectroscopia de infravermelho o amido apresentou compostos químicos orgânicos como álcoois, celulose, além de grupos hidroxilas constituintes de glicose, celulose e hemicelulose, relacionados a formação de amidos. Segundo a difração de raios x o amido de taioba, apresentou intensidades de reflexão a 16, 17, 18 e 23° em ângulos 2θ e cristalinidade (63,52%) sendo característico de uma estrutura de amido tipo A. Quanto as propriedades de temperatura de pasta (81,9), viscosidade máxima (2062,66), viscosidade final (2480,66), e propriedades tecnológicas, o amido expressou aspectos que indicam a sua funcionalidade para utilização em produtos como espessantes, de panificação, molhos, entre outros. O amido de taioba apresentou características consideráveis para ser aplicado em novos produtos, esses resultados demonstram a importância da inserção de novas matérias-primas para os segmentos industriais, agregando valor a fontes amazônicas.

**Palavras-chave:** PANC; taioba; amido; Amazônia.

## ABSTRACT

Non-conventional food plants (PANC) are plants that are rarely included in the diet of the world population. Among these, taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) in its leaf and tuber constituents can be consumed as products and by-products that are a source of starch. This research aims to highlight the nutritional and functional characteristics and the possibilities of technological applications on an industrial scale of Amazonian starches such as that extracted from taioba. The results were obtained 4.34 g/100g of proteins, 0.71 g/100g of lipids, 88.13 g/100g of carbohydrates. 28.73% of amylose and 71% of amylopectin were found, being considered a starch with a high amylose content. In the determination of minerals, taioba starch presented significant values for the macrominerals phosphorus. According to the colorimetric analysis, the starch has an average of 87.67 whiteness index, being recommended for preparing white or neutral products, as there will be no change in the color of the final product. According to scanning electron microscopy, taioba starch presented granules with circular shapes, smooth surfaces and dimensions of around 4.23 $\mu$ m to 9.93 $\mu$ m. The size and shape of the granules act directly on properties such as gelatinization and solubility. In the thermogravimetric analysis, a peak with mass loss was observed at 300°C (Tonset) and with a maximum peak at 329.9 °C (Tendset), which may be related to loss of glycosidic bonds. As for infrared spectroscopy, starch showed organic chemical compounds such as alcohols, cellulose, in addition to hydroxyl groups constituents of glucose, cellulose and hemicellulose, related to the formation of starches. According to x-ray diffraction, taioba starch presented reflection intensities at 16, 17, 18 and 23° at 2 $\theta$  angles and crystallinity (63.52%) being characteristic of a type A starch structure. Regarding the temperature properties of paste (81.9), maximum viscosity (2062.66), final viscosity (2480.66), and technological properties, the starch expressed aspects that indicate its functionality for use in products such as thickeners, bakery products, sauces, among others . Taioba starch presented considerable characteristics to be applied in new products. These results demonstrate the importance of inserting new raw materials for industrial segments, adding value to amazonian sources.

**Keywords:** PANC; taioba; starch; Amazon.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Folhas e tubérculo da taioba .....	17
<b>Figura 2</b> - Processo da fotossíntese e armazenamento de amido .....	19
<b>Figura 3</b> - Estrutura da amilose e amilopectina .....	20
<b>Figura 4</b> - Grânulo de amido.....	20
<b>Figura 5</b> - Utilização de amido no Brasil.....	30
<b>Figura 6</b> - Aplicação de amido na indústria.....	31
<b>Figura 7</b> - Tubérculo da taioba e fluxograma da extração de amido .....	33
<b>Figura 8</b> - Representação do amido de taioba.....	39
<b>Figura 9</b> - Microscopia eletrônica de varredura do amido de taioba .....	47
<b>Figura 10</b> - Termogravimetria do amido de taioba.....	48
<b>Figura 11</b> - Espectroscopia de infravermelho do amido de taioba .....	49
<b>Figura 12</b> – Difração de raios x do amido de taioba .....	51
<b>Figura 13</b> - Solubilidade do amido de taioba.....	55
<b>Figura 14</b> - Intumescimento do amido de taioba .....	56
<b>Figura 15</b> - Estudo de gelificação do amido de taioba.....	57
<b>Figura 16</b> - Sinérese do amido de taioba .....	58

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b> - Exemplos de amidos não convencionais.....	22
<b>Tabela 2</b> - Composição centesimal do amido de taioba .....	40
<b>Tabela 3</b> - Composição mineral do amido de taioba .....	42
<b>Tabela 4</b> - Composição colorimétrica do amido de taioba.....	44
<b>Tabela 5</b> - Propriedades de pasta e viscosidade do amido .....	52
<b>Tabela 6</b> - Capacidade de absorção de água (CAA) e óleo (CAO).....	54

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	15
	2.1. Objetivo geral .....	15
	2.2. Objetivos específicos .....	15
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
	3.1 Taioba ( <i>Xanthosoma sagittifolium</i> ).....	16
	3.1.1 Planta alimentícia não convencional (PANC) .....	16
	3.1.2 Características botânicas.....	16
	3.1.3 Características nutricionais .....	18
	3.2 Amido.....	18
	3.2.1 Amidos não convencionais .....	21
	3.2.2 Forma de extração de amido.....	24
	3.2.3 Propriedades tecnológicas funcionais do amido .....	24
	3.2.4 Propriedades térmicas do amido .....	27
	3.2.4.1 Calorimetria exploratória diferencial (DSC).....	27
	3.2.4.2 Termogravimetria (TG) e Análise térmica diferencial (DTA).....	28
	3.2.5 Potencial tecnológico de aplicação do amido .....	28
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	32
	4.1 Matéria-prima .....	32
	4.2 Extração do amido .....	31
	4.3 Caracterização físico-química .....	33
	4.4 Determinação de minerais .....	34
	4.5 Colorimetria.....	32
	4.6 TG-DTA .....	32
	4.7 Difração de raios x (DRX).....	32
	4.8 Propriedade de pasta e viscosidade do amido .....	36
	4.9 Microscopia eletrônica de varredura.....	36
	4.10 Espectroscopia infravermelha.....	36
	4.11 Aspectos tecnológicos .....	37
	4.11 Análise estatística .....	38
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	38
	5.1 Rendimento e caracterização físico-química .....	38
	5.2 Composição mineral .....	41
	5.2 Colorimetria.....	44
	5.2 Microscopia eletrônica de varredura.....	46

5.2 TG-DTA .....	48
5.2 Espectroscopia infravermelha.....	49
5.2 Difração de raios x (DRX).....	51
5.2 Propriedades de pasta e viscosidade do amido .....	52
5.2 Propriedades tecnológicas.....	41
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>58</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICES E ANEXOS.....</b>	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO

---

As plantas alimentícias não convencionais (PANC), são vegetais silvestres comestíveis ricas em nutrientes, pouco consumidas pela população, sendo consideradas majoritariamente como “mato” e “ervas daninha” (Botrel *et al.*, 2020; Cunha, 2021). Neste contexto, surge a *Xanthosoma sagittifolium*, popularmente conhecida como taioba, tannia ou cocoyam, uma monocotiledônea pertencente à família Aracacea, considerada hortaliça folhosa e robusta, podendo atingir a altura de 1 a 2 m, com folhas largas e longas, e raízes tuberosas, cultivada principalmente em regiões tropicais do centro sul-americano, em alguns países da América e África, nativa da Ásia e do Pacífico (Costa *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2022).

Esta espécie tem boa adaptação a altas temperaturas e solos com muita umidade, além de produzir elevada quantidade de folhas por área, é considerada uma cultura típica de subsistência devido ao baixo custo de plantio e resistência à pragas, facilitando a obtenção em várias regiões brasileiras. Do ponto de vista nutricional, a taioba possui nutrientes em suas folhas e tubérculos, como vitaminas A e C; minerais como cálcio, ferro, fósforo, potássio, cobre, zinco, manganês. Seu tubérculo também possui fibras e conteúdo amiláceo, sendo importantes para melhorias na saúde, como diminuição de glicemia, colesterol e modulação intestinal. Além de aproveitamento total do seu consumo (folha e tubérculo) (Jordan *et al.*, 2021; Lana, 2021; Santos *et al.*, 2022).

Quanto ao seu tubérculo, a taioba apresenta carboidrato tornando-se uma alternativa de fonte deste macronutriente para agregar valor à alimentação. Com relação ao seu teor de amido, a taioba pode contribuir para diversos segmentos na indústria de alimentos, utilizado como espessante, gelificante, agente de volume, entre outros (Farias *et al.*, 2020; Ramos *et al.*, 2020; Souza, 2018). Os amidos não convencionais são pouco explorados, pela comunidade e pela indústria, pelo fato de existirem poucas pesquisas sobre esses produtos, desse modo, os amidos tradicionais como o de mandioca, milho, batata e trigo, são mais utilizados por serem familiares para a sociedade (Maia *et al.*, 2021; Pires *et al.*, 2021; Silveira; Francisco, 2020).

Recentes pesquisas têm mostrado as potencialidades e possibilidades de aplicações das partes e constituintes da taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) de várias formas e em diferentes cultivos como nas pesquisas de Costa *et al.* (2020), Benevides *et al.* (2022) e Jordan *et al.* (2021), que analisaram e quantificaram os compostos bioativos das folhas de taioba. No trabalho de Junqueira *et al.* (2021) foi utilizado o pré-tratamento com etanol para verificar o seu efeito na secagem a vácuo e assim avaliar compostos nutricionais nas folhas de taioba. Em

trabalhos com subprodutos como a extração e isolamento de amidos resistentes na taioba realizado na Colômbia em Espinosa-Solis *et al.* (2021) seu objetivo foi fazer comparações entre amido resistente de taioba e milho por autoclavagem. Em Farias *et al.* (2020) o propósito da pesquisa era determinar as propriedades estruturais, físico-químicas, hidrólise enzimática e fermentação de amido de taioba em comparação ao de mandioca para produção de bioetanol. Nesse contexto, esta pesquisa visa incrementar o conhecimento de novas fontes de amidos como o extraído dos tubérculos da taioba, obtido por extração aquosa, avaliando aspectos nutricionais e tecnológicos, buscando a expansão de conhecimento sobre este produto para comunidade científica e em geral, contribuindo para a inserção de novas plantas para agregação de valor alimentar e potencial industrial.

O conhecimento de novas fontes de amido derivados de PANC apresenta-se como uma vertente para a aplicação desses subprodutos na indústria alimentícia. Assim, esta pesquisa tem como objetivo extrair, caracterizar e determinar as propriedades tecnológicas do amido do tubérculo da taioba (*Xanthosoma sagittifolium*).

## 2 OBJETIVOS

---

### 2.1. Objetivo geral

O objetivo desta Dissertação foi Extrair, caracterizar e determinar as propriedades tecnológicas do amido do tubérculo da taioba (*Xanthosoma sagittifolium*).

### 2.2. Objetivos específicos

- Extrair e determinar rendimentos do amido do tubérculo da taioba;
- Avaliar as características físico-químicas do amido do tubérculo da taioba;
- Avaliar as propriedades tecnológicas e funcionais do amido de taioba;
- Avaliar o comportamento termogravimétrico diferencial e calorimétrico do amido;
- Avaliar as propriedades de gelatinização e de pasta do amido;
- Determinar a estrutura morfológica dos grânulos do amido;
- Determinar o perfil químico por espectroscopia de infravermelho com transformada de fourier (FTIR) do amido do tubérculo da taioba.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

---

#### 3.1 Taioba (*Xanthosoma sagittifolium*)

##### 3.1.1 Planta alimentícia não convencional (PANC)

O Brasil é um país rico em biodiversidade e alimentos de alto valor nutritivo, dentre essa diversidade está inserida a Taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), uma “planta alimentícia não convencional” (PANC). Este termo foi criado em 2007 pelo biólogo e professor Valdely Ferreira Kinupp (Kinupp, 2007), se refere a todas as plantas que possuem partes comestíveis, sendo elas espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas, são típicas de determinadas regiões, com crescimento espontâneo, geralmente são cultivadas por agricultura familiar, na maioria das vezes para consumo próprio, sem fins lucrativos (Garcia *et al.*, 2019; Kinupp; Lorenzi, 2014; Pereira *et al.*; 2020).

É chamada de “não convencional” por não haver estudos técnicos científicos mais aprofundados que poderiam justificar a inclusão no consumo diário da população. Entretanto, com a falta de informação da sociedade estas plantas acabam sendo confundidas com ervas daninhas, ou tidas como “mato” por serem encontradas com facilidade na natureza. Estas plantas são alimentos não convencionais que quando consumidas, favorecem autonomia familiar e garantem segurança alimentar e nutricional (Bezerra; Brito, 2020; Cunha, 2021).

Essas plantas são uma opção de alimentação saudável e combate à fome, devido ao baixo custo para o seu cultivo e o fácil acesso. São alternativas para consumo capaz de substituir outros alimentos convencionais e de maior custo. A principal importância das PANC, é devido ao seu valor nutritivo, por serem hortaliças, auxiliam em funções como aumento de saciedade, fonte de fibras, vitaminas e minerais, estudos recentes também apontam para a quantidade de antioxidantes presentes nessas plantas, que atuam na prevenção de câncer, doenças cardíacas, osteoporose e doenças degenerativas (Cunha, 2021; Minello *et al.*, 2021; Petropoulos *et al.*, 2018).

##### 3.1.2 Características botânicas da taioba

A família Araceae, possui 125 gêneros e em torno de 3500 espécies distribuídas pelas Américas, África Tropical Continental e do Sul, Eurásia temperada, Arquipélago Malaio e

Madagascar (Coelho *et al.*, 2018). No Brasil, possui 36 gêneros e em torno de 450 espécies dentre elas os mais comuns são *Anthurium* (antúrios), *Philodendron* (filodendros), *Scindapsus* (“jiboia”) e *Dieffenbachia* (“comigo-ninguém-pode”). Algumas espécies se encontram em risco de extinção como exemplo *Heteropsis flexuosa* (Kunth) G. S. Bunting (cipó-típica), classificada como vulnerável (JBRJ, 2019). Esta família compreende plantas ornamentais, e também são cultivadas para fins alimentícios e medicinais. Dentre elas está inserida a monocotiledônea taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) distribuída principalmente em regiões tropicais do centro sul-americano, em alguns países da América, África e Ásia (Araújo *et al.*, 2019; Costa *et al.*, 2020; Hakim *et al.*, 2022).

A taioba é considerada uma hortaliça folhosa, perene e robusta, podendo atingir a altura de 1 a 2 m, com folhas largas e longas, carnosas, cerosas e com nervuras marcantes, seu tubérculo fica imerso no solo. No Brasil as folhas de taioba são consumidas refogadas, assim como a couve, já o seu rizoma, apesar de ser amiláceo, sua ingestão é insignificante comparada com a folha (Albiero, 2019; Junqueira *et al.*, 2021). Na Figura 1 podem ser observados a folha de taioba (Figura 1A), o tubérculo da planta (Figura 1B) e o tubérculo decascado (Figura 1C).



**Figura 1A** – Folha de taioba



**Figura 1B** – Tubérculo de taioba



**Figura 1C** – Tubérculo sem casca

No Brasil, a *Xanthosoma sagittifolium* é conhecida como taioba, mas em outros países é denominada como tannia, cocoyam, malanga, bore, entre outros (Espinosa-Solis *et al.*, 2021). Esta espécie tem boa adaptação a altas temperaturas e solos com muita umidade, é considerada uma cultura típica de subsistência devido ao baixo custo de plantio e resistência à pragas, facilitando a obtenção em várias regiões brasileiras, principalmente nos estados da Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Benevides *et al.*, 2022; Farias *et al.*, 2020)

### 3.1.3 Características nutricionais da taioba

Com a busca crescente por alimentos com fontes nutricionais atrativas, a taioba surge como uma opção para agregar valor à dieta humana, além de total aproveitamento da planta (folha e tubérculo). As folhas da taioba são ricas nutricionalmente, dentre os nutrientes estão vitaminas como A e C, e minerais como ferro, potássio, magnésio, zinco, manganês, cálcio, dentre outros. Possuem fibras alimentares, carotenoides, compostos fenólicos e clorofila. São importantes para o sistema imunológico, além de enriquecerem do ponto de vista nutricional e funcional, a alimentação da população (Araújo *et al.*, 2019; Gonlhalves *et al.*, 2020; Markusse *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2022). Quanto ao tubérculo, pode conter carboidrato, vitamina A e C, ferro, potássio, cálcio, entre outras. Está incluída entre as tuberosas comestíveis mais ricas em proteínas, e são consumidos em forma de purês, cozidos ou assados (Costa *et al.*, 2020; Jordan 2021).

As fibras alimentares encontradas nas folhas e no tubérculo da taioba são importantes para diversas funções do sistema intestinal, auxiliam na fermentação, e modulação da microbiota intestinal, contribuindo na prevenção de doenças cardiovaluscares, câncer de cólon, entre outras, além de possuir efeito hipoglicemiante e hipocolesterolêmico (Espinosa *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2022).

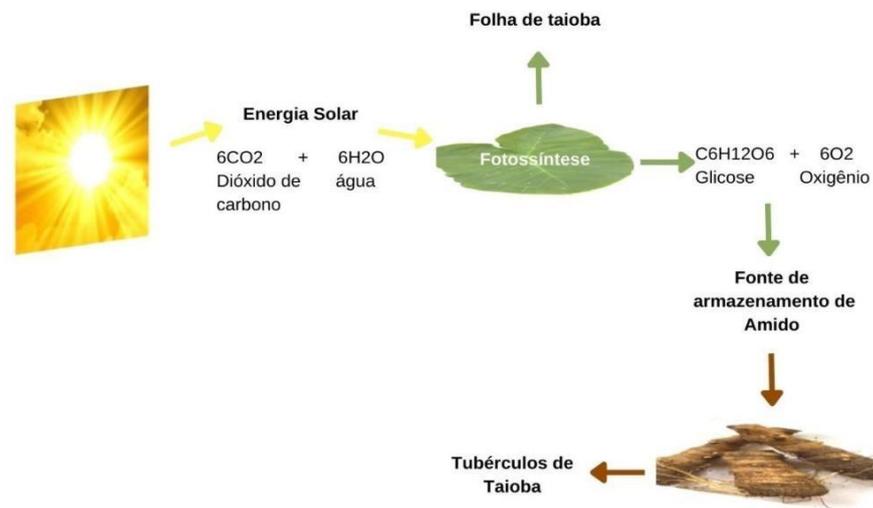
Além de fatores nutricionais, a taioba é uma PANC que pode conter fatores antinutricionais, estes fatores consistem em substâncias presentes nos alimentos que alteram a biodisponibilidade dos nutrientes, ocasionando a redução na sua absorção quando consumidos, interferem na digestão, e na metabolização adequada de seus benefícios, podendo gerar efeitos danosos à saúde quando ingeridos em altas quantidades (Silva *et al.*, 2021). Oxalato, inibidores de tripsina, inibidores de amilase, alcaloides, cianogênicos, fitato e fenólicos, são compostos que podem estar presentes na taioba. Embora não sejam necessariamente tóxicos, podem reduzir a capacidade do organismo em absorver compostos nutricionais da dieta. Considerando a presença desses compostos, processos adequados devem ser adotados tais como o cozimento e outros que contribuam para sua redução (Keyata *et al.*, 2021; Ramos *et al.*, 2020; Santiago *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2022).

## 3.2 Amido

Segundo a Resolução RDC nº 711, de 01 de julho de 2022, são obtidos através da extração de partes comestíveis de cereais, tubérculos, raízes ou rizomas. Quando extraídos os amidos de tubérculos podem ser chamados de fécula, é recomendado que o nome da espécie

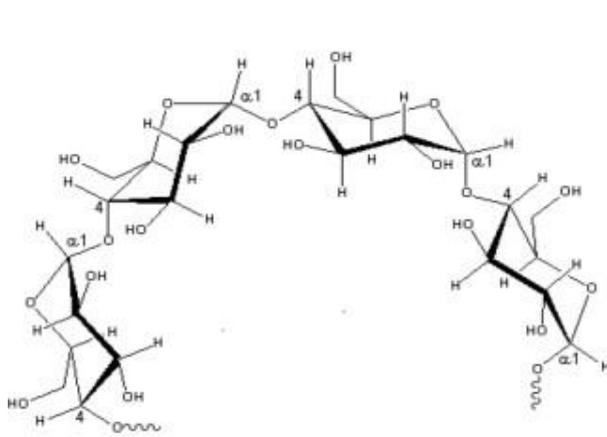
vegetal acompanhe o nome do produto para sua designação (Brasil, 2022).

O amido é um homopolissacarídeo, é o principal meio de armazenamento de energia das plantas, sendo encontrado em grânulos intracelulares no cloroplasto como amido de assimilação; e amido de reserva em leucoplastos ou amiloplastos, são depositados em folhas, sementes, frutos e tubérculos, conforme os exemplos de alimentos: arroz, milho e trigo (cereais); batata e mandioca (tubérculos e raízes), além de feijão, lentilha, ervilha, grão de bico (leguminosas), entre outros. A síntese do amido ocorre durante a fotossíntese com o acúmulo de glicose (Diyana *et al.*, 2021; Tao *et al.*, 2018). O processo da fotossíntese e armazenamento do amido está representado na Figura 2.

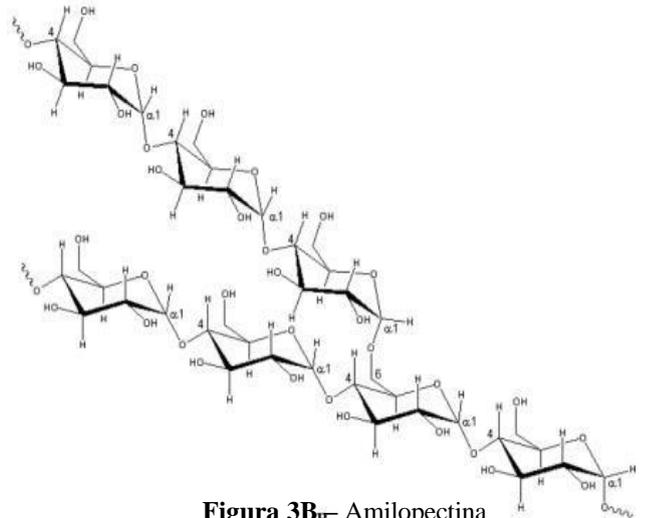


**Figura 2** – Processo da fotossíntese e armazenamento de amido

A estrutura do amido é formada por dois polissacarídeos, a amilose e a amilopectina, sendo que a organização e a proporção destas moléculas estão relacionadas com os aspectos funcionais do mesmo. Ambas variam de acordo com sua origem botânica (Fuentes *et al.*, 2019; Majzoobi; Farahnaky, 2021). A amilose é um polímero linear, contém cerca de 200 a 10.000 moléculas de glicose conectadas em  $\alpha$ -(1→4) por ligações glicosídicas. A Amilopectina é a estrutura ramificada possui aproximadamente 5% das unidades de glicose, sendo unidas por ligações  $\alpha$ -(1→6), assim se tornando amplamente ramificada (Su *et al.*, 2020; Zhu *et al.*, 2020). A Figura 3 demonstra a estrutura do amido, a Figura 3A representa a amilose, a Figura 3B a amilopectina.



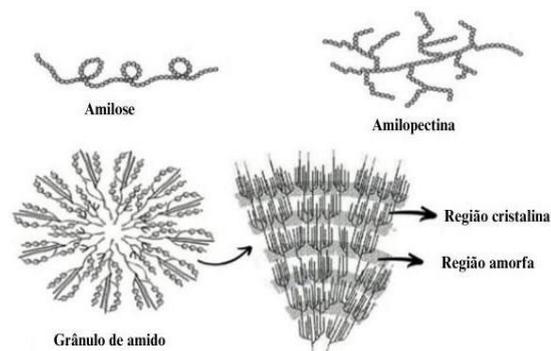
**Figura 3A** – Amilose



**Figura 3B** – Amilopectina

**Fonte:** Lajolo e Menezes (2006).

O amido ocorre na natureza em formato de grânulos, isto é, em partículas semicristalinas (Bemiller, 2019). Em função da organização da amilose e da amilopectina, os grânulos de amido apresentam zonas cristalinas e não cristalinas (amorfas). A região cristalina contém ramificações em dupla hélices de amilopectina agrupadas e conectadas por ligações de hidrogênio. A região não cristalina é menos alinhada, porque é formada por cadeias de amilose e amilopectina (Damodaran; Parkin, 2019; Donmez *et al.*, 2021). Na Figura 4 está representado o grânulo de amido.



**Figura 4** – Grânulo de amido

**Fonte:** Borba *et al.* (2021)

A natureza do amido é determinada através da proporção de amilose e de amilopectina, o tamanho dos grânulos e a presença de outros constituintes associados a cadeias poliméricas. As formas do amido (redondo, oval e poliédrico), o tamanho do fragmento (2-100 $\mu$ m), e a

distribuição do tamanho do fragmento (unimodal, bimodal e trimodal) são definidos através de sua característica botânica (Borba *et al.*, 2021; FIB, 2015; Schmiele *et al.*, 2019).

A classificação de amidos também pode ser feita por meio de sua cristalinidade, determinada através do crescimento de anéis no grânulo, sendo organizadas em regiões cristalinas e amorfas alternadas, desse modo são caracterizadas como cristalinas ou semi-cristalinas constituindo três polimorfos (A, B e C). O tipo A é uma unidade monocíclica muito condensada e cristalina de amilopectina, sendo encontrada em grande parte dos cereais como milho, arroz, aveia, entre outros; o tipo B é constituído por unidades básicas de cadeias acondicionadas em um arranjo hexagonal, compõem amidos como tubérculos, amido retrogradado, entre outros; o tipo C é um polimorfo intermediário entre o A e B, geralmente é encontrado em algumas raízes e sementes como a ervilha e a fava (Diniz, 2021; FIB, 2015; Milfont, 2021; Wang, 2020).

### 3.2.1 Amidos não convencionais

O Brasil possui uma vasta biodiversidade em sua flora com propriedades alimentares, muitos desses compostos vegetais não são explorados economicamente, por não estarem inlusos no mercado, desse modo ocorre ausência de informação ligada às propriedades físico-químicas, nutricionais, funcionais, e aproveitamento tecnológico das plantas (Jesus *et al.*, 2020; Maia *et al.*, 2021).

Nessa perspectiva surgem amidos não convencionais de plantas que possuem valores nutritivos, mas são pouco conhecidos pela indústria, dentre eles araruta (*Maranta arundinaceae* L.), ariá (*Goepertia allouia*), bambu (*Dendrocalamus asper*), cará (*Dioscorea bulbifera*), coco babaçu (*Orbignya speciosa*), banana (*Musa spp.*), inhame (*Dioscorea spp.*), pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), uvaia (*Eugenia pyriformis*) (Carvalho *et al.*, 2021; Felisberto *et al.*, 2019; Guedes *et al.*, 2021; Moura *et al.*, 2021; Pires *et al.*, 2021; Sá *et al.*, 2021; Silveira; Francisco, 2020). Estas plantas amiláceas inexploradas representam importante papel de combate contra a fome, visto que são alimentos de fácil obtenção (Casas *et al.*, 2019). Na Tabela 1 observa-se a composição centesimal de alguns amidos não convencionais, seus valores estão expressos em percentagem.

Tabela 1 – Exemplos de amidos não convencionais

Fonte	Umidade	Lipídios	Cinza	Proteína	Amilose	Rendimento de Amido	Referências
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	12,42 ± 0,29	1,04 ± 0,06	0,12 ± 0,04	0,46 ± 0,04	3,46 ± 0,11	34,64 ± 4,73	Pires <i>et al.</i> (2021)
	12,57 ± 0,35	0,70 ± 0,10	0,15 ± 0,01	0,41 ± 0,04	3,43 ± 0,03	-	Pires <i>et al.</i> (2021)
<i>Dendrocalamus asper</i>	6,88 ± 0,65	0,46 ± 0,08	0,90 ± 0,01	2,12 ± 0,02	24,21 ± 0,82	-	Felisberto <i>et al.</i> (2019)
	3,73 ± 0,09	0,19 ± 0,12	0,72 ± 0,02	1,04 ± 0,03	3,94 ± 0,07	-	Felisberto <i>et al.</i> (2021)
<i>Dioscorea bulbifera</i>	70,45 ± 1,49	0,29 ± 0,08	1,09 ± 0,06	2,12 ± 0,68	-	-	Silva <i>et al.</i> (2020)
	12,06 ± 0,01	0,85 ± 0,13	2,14 ± 0,03	13,83 ± 0,29	75,70 ± 2,92	-	Carneiro <i>et al.</i> (2020)
<i>Dioscorea</i> Spp	65,78 ± 1,05	0,24 ± 0,04	0,95 ± 0,03	2,04 ± 0,40	-	-	Silva <i>et al.</i> (2020)
	8,8 ± 0,45	0,08 ± 0,0	3,60 ± 0,0	7,16 ± 0,0	56,41 ± 0,14	-	Sá <i>et al.</i> (2018)
<i>Eugenia pyriformis</i>	76,0 ± 1,000	0,35 ± 0,006	0,31 ± 0,015	2,66 ± 0,006	-	-	Rodrigues <i>et al.</i> (2021)
	91,75 ± 0,13	2,95 ± 0,17	3,63 ± 0,14	17,85 ± 0,23	-	-	Farias <i>et al.</i> (2020)
<i>Goeppertia allouia</i>	7,02 ± 0,38	0,028 ± 0,01	0,3 ± 0,02	0,026 ± 0,4	-	13,145 ± 0,065	Carvalho <i>et al.</i> (2021)
	8,45 ± 0,04	0,39 ± 0,01	0,15 ± 0,02	2,4 ± 0,1	38,6 ± 1,6	-	Barros <i>et al.</i> (2021)
<i>Mangifera indica l.</i>	9,86 ± 0,08	4,63 ± 0,01	0,03 ± 0,01	3,63 ± 0,18	46,77 ± 0,07	-	Souza <i>et al.</i> (2021)
	4,94 ± 0,05	1,65 ± 0,13	0,44 ± 0,13	3,57 ± 0,22	-	95,7 ± 0,15	Fontes (2018)
<i>Orbignya speciosa</i>	6,35 ± 0,14	0,72 ± 0,03	0,31 ± 0,01	1,02 ± 0,06	36,51 ± 1,02	-	Moura <i>et al.</i> (2021)
	15,1 ± 1,6	1,8 ± 0,4	1,1 ± 0,1	1,4 ± 0,1	36,6 ± 0,5	-	Maniglia <i>et al.</i> (2019)

No estudo de Pires *et al.* (2021) foi utilizado dois métodos de extração de amido de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), aquoso e alcalino, a extração aquosa do mesocarpo, resultou em seu teor de amilose ( $3.46 \pm 0.11$ ) foi baixo em comparação com o teor de amilopectina ( $96.54 \pm 0.57$ ), sendo assim classificado como amido ceroso, apresentando grande interesse industrial. O estudo reforça a utilização de amido de pupunha em produtos de panificação. Na extração alcalina, Pires *et al.* (2021) apontam o rendimento maior do amido quando comparado ao método aquoso, quanto à indústria os autores indicam a aplicabilidade em produtos farmacêuticos e químicos.

De acordo com Felisberto *et al.* (2019) seus resultados apresentaram um amido com estabilidade a altas temperaturas, e apresentou poder de gelatinização, desse modo os autores salientam a utilização do amido de bambu (*Dendrocalamus asper*) para substituir outras matérias-primas como o milho e arroz. Felisberto *et al.* (2021), apontaram em sua pesquisa a importância do bambu ser aplicado em áreas de alimentos funcionais, indústrias farmacêuticas, além de produção de biocombustíveis.

Segundo Silva *et al.* (2020), o cará (*Dioscorea bulbifera*) é fonte de minerais, proteínas e carboidratos, possui quantidades significativas de umidade, fibra e lipídios. Quanto à propriedade em tecnologia de alimentos, o amido pode ser facilmente utilizado para elaboração de produtos de panificação, assim estimulando a produção desse tubérculo na Amazônia (Carneiro *et al.*, 2020). O estudo de Silva *et al.* (2020) quanto à composição centesimal de tubérculo do Inhame (*Dioscorea* spp.) apresentou valores satisfatórios de umidade e proteínas. Quanto ao teor de amido apontado por Sá *et al.* (2018), pode ser utilizado por diversos setores industriais, como exemplo o de biofilmes.

O estudo realizado por Guedes *et al.* (2021) apontou que o amido de uvaia (*Eugenia pyriformis*) é pouco explorada, os autores relataram a importância da inserção da matéria-prima no setor industrial, devido a formação de géis fortes, além de serem ricos em compostos fenólicos. Os estudos de Farias *et al.* (2020) e Rodrigues *et al.* (2020), apresentaram a composição nutricional da uvaia, com compostos fitoquímicos, atividade antioxidante, antimicrobiano, anti-inflamatório, podendo ser utilizado para produtos farmacêuticos, cosméticos e alimentícios, incentivando o desenvolvimento do setor industrial com fabricações inovadoras.

Os resultados propostos por Carvalho *et al.* (2021) e Barros *et al.* (2021), no ariá (*Goeppertia allouia*) apontaram a sua utilização na indústria de alimentícia e farmacêutica, além da importância de novas fontes de matérias-primas amazônicas. Comparado aos valores

dos outros túberculos (cará e inhame), o ariá apresentou o valor mais abaixo de lipídios e proteínas, porém continua sendo uma alternativa em potencial para benefícios da comunidade.

Os resultados obtidos por Moura *et al.* (2021) e Maniglia *et al.* (2019), apontaram que a inserção de babaçu (*Orbignya speciosa*), possui benefícios para saúde, é considerado um alimento funcional, e segundo Rodrigues (2021) o amido da matéria-prima pode ser utilizado pela indústria de embalagens para produção de filmes biodegradáveis.

A partir de uma fonte de amido convencional é obtida a tapioca, apesar de ser um amido pouco utilizado pela indústria. Seu termo vem do tupi, tapi (pão) e oca (casa), é produzida a partir da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), a farinha ou a goma de tapioca apresenta elevado teor de amido e baixo teor de proteína, lipídios e minerais, tornando-a um alimento altamente calórico (Nascimento *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2018). Em um estudo realizado por Silva *et al.* (2013) foram comparados os amidos de mandioca de Santa Izabel e Santarém, o resultado foi respectivamente 93,03 e 84,30% revelando o seu elevado teor de amido. De acordo com Hsieh *et al.* (2019) o amido da mandioca possui alto potencial de gelatinização, atende à necessidade industrial como espessante, melhora a propriedade de pasta, textura e aumenta sua resistência.

A maioria dos amidos em torno do mundo é extraída de fontes tradicionais e populares como milho, mandioca, trigo, batata, arroz e são utilizados pela indústria (Hüttner *et al.*, 2020; Wijaya *et al.*, 2019). Um exemplo dessas fontes é a mandioca, que de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), até abril de 2022, o Brasil já produziu em torno de 18 milhões de toneladas de sua raiz, a fécula da mandioca como é chamado o amido, é utilizada para diversos segmentos em indústria alimentícias, têxtil, entre outras (Costa *et al.*, 2022; Omoregie, 2020). Em contrapartida, com o avanço da tecnologia os amidos não convencionais estão ganhando espaço e são promissores para gerar novas fontes de matérias-primas com propriedades tecnológicas das mais diversas áreas (Barros *et al.*, 2021).

### 3.2.2 Formas de extração de amido

O objetivo da extração de amido é a formação de produto com resultado de pureza alta e com um bom rendimento. A espécie de amido e sua origem vegetal são importantes para entender o seu processo de extração. Durante sua remoção é imprescindível a conservação ao máximo da estrutura do amido, evitar danos mecânicos, bem como a obtenção de um amido com menores quantidades de proteínas, lipídios, cinzas e fibras (Farias, 2022; Okyere *et al.*, 2022).

Existem diferentes métodos para a extração de amido puro, qual o material sofre processos de moagem em solução ácida, alcalina e/ou aquosa, separação de fibras, suspensão de sobrenadante, centrifugação, purificação e secagem em temperatura em torno de 40°C. Esses procedimentos possibilitam um bom resultado de rendimento do amido (Castro *et al.*, 2020; Takeiti *et al.*, 2020). O método de moagem é feito por via seca e por via úmida, porém o processo por via úmida é o mais indicado para se obter um amido com maior pureza. Em relação ao procedimento de centrifugação, este é um indicador importante, pois é utilizado para separação do amido da água no processo de extração (Cesar *et al.*, 2021; Kayode *et al.*, 2021).

O método de extração químico pode ser tanto ácido quando alcalino, é considerado um mecanismo de purificação, não demanda altas temperaturas, em geral esse método é utilizado para tornar o isolamento do amido mais fácil com relação a outros compostos que podem influenciar na composição química e nas propriedades do amido (Fan; Picchioni, 2020; Farias, 2022; Orozco, 2021).

Na extração por método alcalino, geralmente é utilizado a solução de NaOH, quando o objetivo é obter maior rendimento. O uso do composto alcalino não remove compostos fenólicos, desse modo, essa particularidade é importante principalmente para elaboração de filmes bioativos, e amidos de baixo teor de proteínas e gorduras (Costa, 2019; Maniglia *et al.*, 2017). Quanto ao método aquoso é o procedimento mais utilizado e ecologicamente correto, porém não possui capacidade de promover grandes mudanças na matriz vegetal analisada, podendo manter seu alto valor de proteínas e lipídios (Li *et al.*, 2021; Pola *et al.*; 2021).

### 3.2.3 Propriedades tecnológicas funcionais do amido

#### 3.2.3.1 Gelatinização e retrogradação

Os grânulos de amido, devido às suas fortes ligações de hidrogênio, são densos e praticamente insolúveis em água fria. Quando entram em contato com água em temperatura ambiente, eles hidratam, mas de maneira reversível. Porém os grânulos de amido incham de forma irreversível quando aquecidos em água, perdendo sua organização estrutural (birrefringência), este processo é chamado de gelatinização, propriedade essencial do amido (Gomes, 2020; Maniglia *et al.*, 2020; Sjöö; Nilsson, 2018).

Na presença de água, com o aumento de temperatura, uma quantidade de energia é concedida para que ligações de hidrogênio polímero-polímero entre as cadeias de amilose e/ou amilopectina sejam rompidas. Inicialmente, o processo ocorre em regiões amorfas por

possuírem ligações de hidrogênio mais frágeis do que as regiões cristalinas. A partir disso, novas ligações de hidrogênio são constituídas entre polímero-água, ocorrendo o intumescimento do grânulo, a absorção de água e a solubilidade de frações de menor massa molecular existentes no amido. Ocorre o inchamento do grânulo de amido até gerar a perda de birrefringência determinando o processo final de gelatinização. Em decorrência desse processo ocorre a lixiviação da amilose para o meio, os grânulos do amido dilatam ao máximo, formando assim uma pasta de amido viscosa (Barros, 2020; Borba *et al.*, 2021; Clerici; Schmiele, 2019; JIANG, 2020).

Qual o gel de amido é armazenado e resfriado, as moléculas, principalmente de amilose que foram lixiviadas do grânulo e as frações lineares da amilopectina, vão se tornando menos solúveis em água e reassociam de maneira parcial na forma semicristalina, transformando-se em um precipitado ou gel pelo procedimento chamado de retrogradação. Esse procedimento é acompanhado pela expulsão de água que está ligada as moléculas de amilose e amilopectina, evento denominado sinérese. Quanto maior o resfriamento, maior é a perda de água e menor a solubilidade, formando um gel com maior firmeza (Ágama-Acevedo *et al.*, 2019; Mesquita, 2016).

A velocidade de retrogradação depende de vários fatores como temperatura, concentração de amido, moléculas de amilose e amilopectina, entre outras. No estudo de retrogradação é mais utilizada o armazenamento isotérmico nas temperaturas de 4, 25, ou 30 °C. Em temperatura menor que 4 °C geralmente, a cristalização ocorre mais rápido. No armazenamento mais longo formam cristais com maior grau de perfeição. Devido à sua cadeia linear, as moléculas de amilose retrogradam mais rapidamente (em torno de minutos ou horas), quando comparadas com as moléculas de amilopectina, podem levar dias ou semanas para completar todo o procedimento (Almeida *et al.*, 2020; Bernardo *et al.*, 2018; Gomes, 2020; Gomide, 2021; Takeiti *et al.*, 2020).

### 3.2.4 Propriedades térmicas do amido

#### 3.2.4.1 Calorimetria exploratória diferencial (DSC)

A calorimetria exploratória diferencial se refere a uma técnica que verifica a variação de entalpia ( $\Delta H$ ) quando a energia é absorvida ou liberada entre uma amostra e uma substância de referência, em função de uma variação de temperatura a qual as duas são submetidas simultaneamente. No procedimento de DSC a amostra é submetida a uma programação de temperatura ou tempo, desse modo é obtida a curva da amostra durante a análise. As variações

são representadas em picos que permitem a conferência da temperatura de início, de pico e fim do processo térmico. Esse processo de calor pode envolver reações exotérmicas ou endotérmicas na amostra, geralmente desidratações, transições de fase, reduções, entre outros, geram efeitos endotérmicos, em contrapartida, cristalizações, oxidações, dentre outros, produzem efeitos exotérmicos (Barros, 2020; Martins, 2020).

A DSC é um procedimento térmico aplicado ao amido, seu objetivo é obter resultados de dados quantitativos do fluxo de calor associados a processos de gelatinização, no qual ( $\Delta H$ ) representa a entalpia do procedimento. A gelatinização do amido é um procedimento endotérmico, sua temperatura e a entalpia relacionada às endotermas variam entre amidos de diferentes matérias-primas. A temperatura de pico ( $T_p$ ) concede o parâmetro de qualidade cristalina (comprimento da dupla hélice), para que ocorra a gelatinização é necessária a energia da entalpia de gelatinização ( $\Delta H$ ), fornecendo assim a medida geral de cristalinidade e indicando a perda da estrutura molecular dentro do grânulo de amido. A propriedade térmica do amido podem determinar sua funcionalidade e aplicação industrial (Barros, 2021; Vieira, 2020).

#### 3.2.4.2 Termogravimetria (TG) e Análise térmica diferencial (DTA)

A termogravimetria (TG) é um procedimento no qual a variação da massa da amostra é medida em função da temperatura. A termobalança é o equipamento utilizado. A programação da temperatura pode ser feita por três modos: isotérmica, quase-isotérmica e dinâmica. Em análises de amidos as temperaturas aplicadas são 25-650°C, com atmosfera controlada com gás inerte (nitrogênio) ou oxidativo (ar sintético ou oxigênio), e programado em modo dinâmico. Na análise de TG é elaborada uma curva (curva TG) da massa da amostra em função da temperatura, essa curva fornece dados com relação à estabilidade térmica, composição inicial e final da amostra ou de elementos intermediários (Ionashiro *et al.*, 2014; Martins *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2018).

Juntamente com a TG é aplicada a análise térmica diferencial (DTA), que consiste na determinação da diferença de temperatura da amostra com relação à referência, ao mesmo tempo que são aquecidas em um forno. As curvas de DTA produzem picos que podem ser endotérmicos ou exotérmicos. A utilização da técnica de TG em amidos verifica a sua decomposição térmica. Amidos nativos normalmente apresentam uma curva TG característica. A primeira perda de massa é devido à desidratação do elemento, seu valor percentual é referido pela umidade, logo após ocorre um tempo sem alteração de massa, no qual é um período de estabilidade, a próxima fase é a degradação e oxidação da matéria orgânica até se transformar

em cinzas (Bet *et al.*, 2018; Martins *et al.*, 2020; Vieira, 2020).

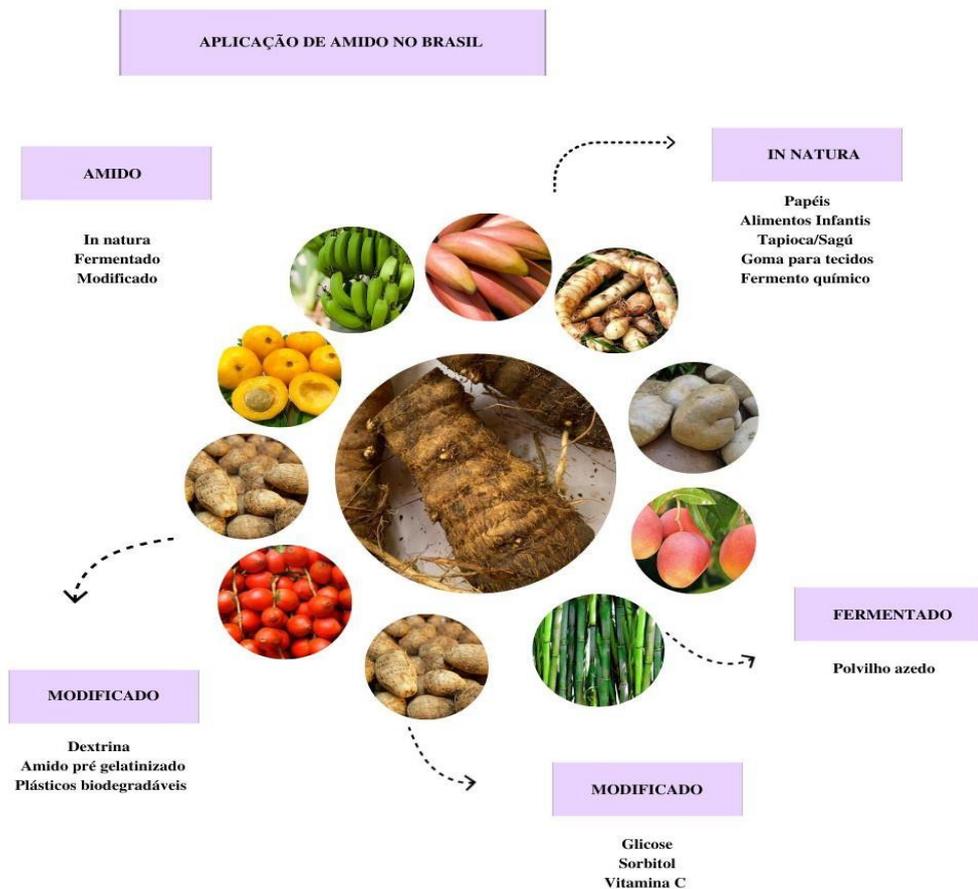
### 3.2.5 Potencial tecnológico de aplicação de amido

A preocupação com o meio ambiente devido ao descarte de materiais não renováveis de embalagens de alimentos, gerou crescimento na busca de filmes não derivados do petróleo, conhecidos como filmes biodegradáveis (Silva *et al.*, 2022). Com isso o amido tem recebido atenção para criação de filmes ecológicos devido seu baixo custo, abundância e alta aplicabilidade, como a pesquisa de Souza *et al.* (2021), foram elaborados biofilmes a partir do amido extraído de batata inglesa (*Solanum tuberosum*). Em Silva e Nogueira (2020) foram criados biofilmes poliméricos utilizando amido de batata e milho.

Com o crescimento pela procura de alimentos saudáveis e sensorialmente atrativos ocorreu expansão no interesse do amido pela indústria, não somente por suas características físico-químicas, mas também pelo seu apelo nutricional. Devido a sua fração denominada amido resistente, que desempenha papel importante por se assemelhar a fibras alimentares podendo influenciar beneficemente em processos tecnológicos na indústria de alimentos (Borba *et al.*, 2021; Schmiele *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2020).

O amido resistente é uma fração de amido não digerida pelo intestino delgado, o qual chega ao cólon e serve de substrato para a microbiota, trazendo efeitos semelhantes às fibras alimentares (Ferronato *et al.*, 2020; Cândido *et al.*, 2021; Radünz *et al.*, 2018). Os benefícios do amido resistente incluem a melhoria na digestão, propriedades anti-inflamatórias e anticancerígenas, controle do índice glicêmico, dentre outros (Alves *et al.*, 2021; Liu *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2021). Devido às suas propriedades funcionais o amido resistente é utilizado pela indústria para fortificação de fibras alimentares, ação com substituto da gordura, produção de filmes biodegradáveis, melhorias na textura e sensoriais, entre outros (Gomes, 2020; Öztürk; Mutlu, 2019).

Borba *et al.* (2021) e Castro *et al.* (2020), descrevem os tipos de amido como sendo amidos nativos (*in natura*), que são inalterados, sendo utilizados por exemplo na indústria de papel; amidos modificados, sendo os amidos nativos modificados por produtos químicos, processos físicos ou enzimáticos, sendo utilizados no setor industrial para fazer adoçantes, dextrina, entre outros; e os amidos fermentados utilizados para produção de polvilho azedo. A indústria extrai amido de diversas fontes e processa em vários setores. A utilização de amidos no Brasil está esquematizada na Figura 5.



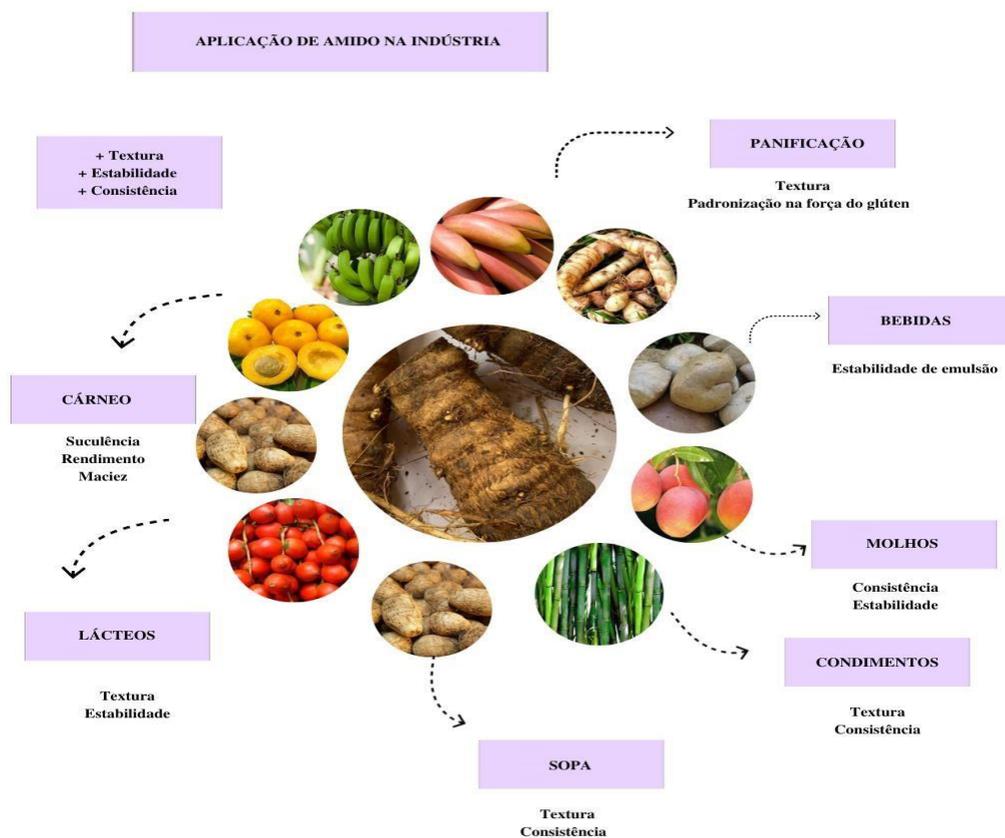
**Figura 5** – Utilização de amido no Brasil

**Fonte:** adaptado de Carvalho *et al.* (2021); FIB, (2015), Pires *et al.* (2021), Felisberto *et al.* (2021), Rodrigues *et al.* (2021)

A principal referência de extração de amido no Brasil é a mandioca, e segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), da USP, em 2022, a produção de fécula de mandioca no Brasil foi de 636,21 mil toneladas, os setores em destaque com consumo de fécula foram massas, biscoitos e produtos de panificação, tapioca semi-pronta, frigoríficos, papel e papelão, indústrias químicas, entre outros.

O amido apresenta importante papel para a indústria devido às suas características naturais,

podendo ser aplicado para melhorar a textura ou como espessante, estabilizante, geleificante e para retenção de água (Omoregie Egharevba, 2020). Além da indústria alimentícia, o amido pode ser utilizado na fabricação de papelão, produtos farmacêuticos, retardantes para secagem de concreto, entre outros (Okyere *et al.*, 2022). O amido também está sendo utilizado para a produção de filmes comestíveis ou biodegradáveis, se tornando um procedimento relevante na redução de impacto ao meio ambiente decorrente do uso de embalagens não degradáveis (Nogueira *et al.*, 2018). Na Figura 6 está representada a aplicação de amido na indústria.



**Figura 6** – Aplicação de amido na indústria

**Fonte:** adaptado de Carneiro *et al.* (2020), Carvalho *et al.* (2021), Felisberto *et al.* (2019), Maniglia *et al.* (2019), Pires *et al.* (2021), Rodrigues *et al.* (2021); Tresina *et al.* (2020)

É estimado que a produção do amido puro, alcance em torno de 156,5 milhões de toneladas até 2025 devido principalmente a diversidade de produtos gerados pela indústria. A predominância no consumo é de fontes convencionais, porém a inserção de amidos não convencionais irá proporcionar melhorias nos custos para indústria, e possibilitar novas fontes de matéria-prima com benefícios diferenciados (Dereje, 2021; Makroo *et al.*, 2021).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

---

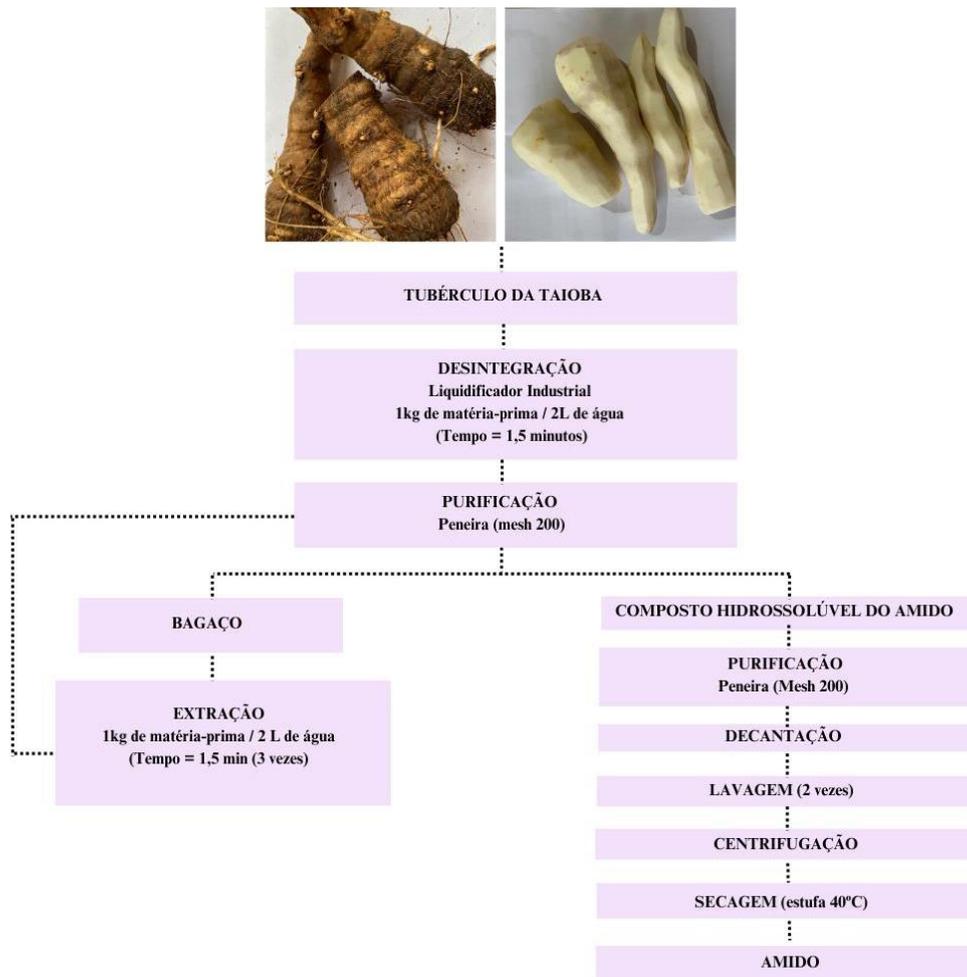
### 4.1 Matéria-prima

Esta pesquisa é cadastrada com atividade de acesso no sistema nacional de gestão do patrimônio genético e do conhecimento tradicional associado (SISGEN) em atendimento ao previsto na lei nº 13.123/2015. Com cadastro nº A295ABF/finalidade de acesso: pesquisa.

Foram adquiridos 5Kg de tubérculos de taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) em uma feira livre localizada na região metropolitana de Belém, Estado do Pará (Latitude: -1.45502, Longitude: -48.5024, 1° 27' 18" Sul, 48° 30' 9" Oeste). Estes foram transportados em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade ao Laboratório de Ciências dos Alimentos, da Faculdade de Nutrição, da Universidade Federal do Pará (UFPA). Após a recepção, foram selecionados quanto à integridade, higienizados com hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos, posteriormente, foram lavados em água corrente, descascados e cortados em pedaços, com auxílio de uma faca de aço inoxidável. Imediatamente, realizada a extração do amido. O material é não domesticado, desse modo só foi utilizado uma safra.

### 4.2 Extração do amido de taioba

O amido nativo foi extraído por extração aquosa, segundo Felisberto *et al.* (2020). Após sucessivas solubilizações e purificação, o material foi colocado para decantação em local refrigerado, após mais duas lavagens, o material foi centrifugado a 3860 Xg por 20 min com centrífuga (Celm e modelo LS-3 Plus), o sobrenadante foi descartado. O amido extraído foi então seco em estufa com circulação de ar, a 45 °C (marca Thoth e modelo 520) por 12h peneirado em peneira de mesh 200 e embalado a vácuo (Cetro, modelo DZ-280). Na Figura 7 está representado o tubérculo da taioba e o seu fluxograma para extração e obtenção de amido.



**Figura 7** - Tubérculo da taioba, fluxograma para extração de amido de taioba

Fonte: Felisberto *et al.* (2020)

### 4.3 Caracterização físico-química

As seguintes análises físico-químicas foram realizadas, em triplicata, No amido do tubérculo da taioba. Os resultados obtidos foram expressos em % base seca.

- Atividade de água (aw): por medida direta em analisador de atividade de água (Labmaster, marca Novasina<sup>®</sup>, modelo Aw neo).
- Umidade: determinada por secagem em estufa de circulação de ar forçada a 105 °C até peso constante, método n° 920.151 da AOAC (2016).
- Resíduo mineral fixo: pelo método gravimétrico de incineração em forno mufla (Lucadema, modelo LUCA-2000F/DI, São Paulo, Brasil) a 550 °C, método 923.03

AOAC, 2016).

- Proteína total: pelo método de Kjeldahl nº 950.48 da AOAC (2016), utilizando o fator de conversão nitrogênio-proteína de 6,25.
- Lipídios totais: realizada por extração pelo método de Bligh & Dyer (1959), utilizando metano, clorofórmio e água destilada.
- Teor de amidos: seguiu a metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2004).
- Amilose aparente: de acordo com a metodologia Martínéz e Cuevas (1989) com adaptações, e calculado a partir de curvas padrão de amilose (A-0512) (Sigma Chemical Co., St. Louis, EUA).
- Carboidratos totais: foi calculado por diferença, segundo resolução nº 429 (BRASIL, 2020).
- Valor energético total (VET) (kcal/100g): obtidos pelos fatores 4, 4, e 9 (coeficientes de Atwater) respectivamente para proteínas, carboidratos e lipídios (Brasil, 2020).
- Análise do potencial hidrogeniônico (pH) conforme o método de nº 981.12 da (AOAC, 2016) em pHmetro de bancada (Nova Orgânica - modelo PA200), previamente calibrado com soluções de tampão pH 4 e 7.
- Acidez total titulável: foi realizado na amostra pelo método titulométrico, expresso em % do componente do ácido principal (AOAC, 2010).

#### **4.4 Determinação de minerais**

A determinação de minerais foi por espectroscopia de emissão ótica com plasma induzido acoplado, onde foram avaliados os seguintes macro e microminerais Na, K, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn. O processo de digestão da amostra foi realizado no Laboratório de Geoquímica e Saúde (LGS) da Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas (SAAMB/IEC). Para controle do método, pesou-se, aproximadamente, 0,1 grama das amostras certificadas do *National Institute of Standards and Technology* (NIST), sob numeração SRM 1515, SRM 1547 e SRM 1573, folha de maçã, folha de pêra e folha de tomate, respectivamente. Para amostras de tecido vegetal, foram pesadas entre 0,20 a 0,25 gramas de amostra em tubos de PTFE e em seguida foram adicionados 3 mL de ácido nítrico concentrado (HNO<sub>3</sub>) e 1 mL de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 30% v/v. Logo após, as amostras foram submetidas ao processo de digestão, através do sistema de radiação por microondas, no digestor de amostra da CEM, modelo MARSXpress. A mistura resultante (após resfriamento) foi transferida quantitativamente para frascos de polipropileno e aferidos para o volume final de 50 mL. Para

a quantificação dos metais foi utilizada a técnica de Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP OES), modelo Vista- MPX CCD simultâneo (Varian, Mulgrave, Austrália), configuração axial e equipado com um sistema de amostragem automático (SPS - 5). O controle das condições operacionais do ICP OES foi realizado com o software ICPEXpert Vista.

#### 4.5 Colorimetria

A análise de cor do amido de taioba foi determinada utilizando-se o colorímetro (Konika Minolta CE, modelo CR-20, Japão), conforme metodologia descrita pela AOAC (2010). Para croma ( $C^*$ ) e para o ângulo de tonalidade ( $H^*$ ), seguiu-se Mcguire (1992), usando as coordenadas de luminosidade  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . O qual  $L^*$  representa luminosidade,  $a^*$  estabelece a transição da cor verde ( $-a^*$ ) para o vermelho ( $+a^*$ ) e  $b^*$  indica a transição da cor azul ( $-b^*$ ) para cor amarela ( $+b^*$ ). As medidas foram realizadas em triplicatas e obteve-se os valores médios de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Para índice de brancura seguiu-se Pathare, Opara e Al-Said (2013). Esses dados foram obtidos nas determinações colorimétricas, através das Equações 1, 2 e 3:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

$$H = \tan^{-1} b^*/a^* \quad (2)$$

$$IB = [((100 - L^{*2}) + (a^*)^2 + (b^*)^2)0,5] \quad (3)$$

#### 4.6 TG-DTA

Foram realizadas em termobalança (Shimadzu, modelo DTG-60, Japão), nas seguintes condições: fluxo de ar e nitrogênio de 60 mL min<sup>-1</sup>; rampa de aquecimento de 10 °C/minuto, na faixa de temperatura de 20 a 600 °C; cadinho de alumina e massa de 5 mg ± 0,5. Os dados da amostra foram gerados no origin 2019b 64 bits, gráfico plotado em 300 dpi's.

#### 4.7 Difração de raios x (DRX)

O padrão de difração de raios X (DRX) foi determinado usando um aparelho de raios X de bancada. difratômetro (Ultima IV, Rigaku Corporation, Tóquio, Japão) em modo de

varredura contínua com radiação monocromática Cu-K $\alpha$  gerada a 40 kv e 20 mA. Os dados coletados na região angular de 2° a 50° (2 $\theta$ ) a 0,05° por segundo (2 $\theta$ ). O grau de cristalinidade relativa (CrD) do amido de taioba foi analisado com um difratômetro de raios X (Ultima IV, Rigaku Corporation, Tóquio, Japão) na região angular 2° a 50° (2 $\theta$ ) a 0,05° por segundo (2 $\theta$ ) em modo de varredura contínua com radiação Cu-K $\alpha$  gerada a 40 kV e 20 mA. O grau de cristalinidade do amido foi calculado conforme descrito por Bendaoud *et al.* (2017). Os picos cristalinos estão apresentados na região angulares e o grau de cristalinidade foi calculado pela razão entre a área de difração cristalina e a área de difração total (as deconvoluções dos picos foram executadas com software Fytik® de acesso aberto). Os resultados foram expressos em porcentagem de cristalinidade.

#### **4.8 Propriedades de pasta e viscosidade do amido**

As propriedades de pasta foram analisadas usando um Rapid Visco-Analyzer (RVA-4500, da marca PERTEN, série RVA 4500, com o método standard-2, de acordo com AACC (2010). Com auxílio do programa Termoclines para Windows será usado para processar os resultados. Todas as determinações serão realizadas em duplicado e os parâmetros avaliados foram: temperatura de colagem, pico viscosidade, degradação e viscosidade final.

#### **4.9 Microscopia eletrônica de varredura**

A morfologia do amido foi obtida no Laboratório Institucional de Microscopia Eletrônica de Varredura do Museu Paraense Emílio Goeldi, utilizando-se um microscópio eletrônico TESCAN, modelo Mira 3, com canhão de elétrons tipo FEG (*field emission gun*). As amostras foram metalizadas com Au por 2'30", com película de espessura média de 10 a 15 nm. As imagens foram geradas por detecção de elétrons secundários, utilizando-se aceleração de voltagem entre 5 e 10 kV e distâncias de trabalho em torno de 10 a 15 mm. O diâmetro médio dos grânulos de amido foi obtido por medida direta de 30 grânulos de amido, em micrografias SEM (1000, 2000 e 5000X) usando Software ImageJ, segundo Abramoff, Magalhães e Ram (2004).

#### **4.10 Espectroscopia de infravermelho**

As análises de Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) foi

realizada no amido em espectrômetro Perkin Elmer, modelo Frontier 98737 (Waltham, MA, EUA) a 25 °C na faixa de número de onda 4000-400 cm<sup>-1</sup>. Os espectros serão registrados calculando a média de 20 varreduras com resolução de 4 cm<sup>-1</sup> no modo de transmissão. As imagens serão plotadas no programa Origin 8.0.

#### 4.11 Aspectos tecnológicos

As principais propriedades funcionais tecnológicas do amido de taioba foram avaliadas segundo as análises descritas a seguir:

*Capacidade de absorção de água (CAA%)*: foi determinada pelos métodos descritos por Beuchat (1977). Serão adicionados 1,0 g de amido homogeneizadas em 20 mL de água destilada por 1 minuto e deixada em repouso por 30 minutos à temperatura ambiente. Em seguida serão centrifugadas (Celm e modelo LS-3 Plus) a 2.000 rpm por 15 minutos em temperatura ambiente. Após o tempo decorrido, o sobrenadante será descartado, tubo pesado e a CAA obtida pela Equação 4

$$CAA = (\text{resíduo centrifugado (g)} / (\text{Peso da amostra seca (g)}) * 100$$

(4)

*Capacidade de absorção de óleo (CAO%)*: foi determinada pelos métodos descritos por Beuchat (1977). Serão adicionados 1g de amido e 25 mL de óleo de milho em tubo tipo falcon, que será centrifugado a 3000 RPM por 15 minutos em centrífuga (Celm e modelo LS-3 Plus). Após o tempo decorrido, o sobrenadante será descartado, tubo pesado e a CAO obtida pela Equação 5.

$$CAO = (\text{resíduo centrifugado (g)} / (\text{Peso da amostra seca (g)}) * 100$$

(5)

*Estudo de gelificação*: foi analisado de acordo com o método descrito por Lawal & Adebawale (2005), no qual suspensões de amido em diferentes concentrações foram aquecidas e resfriadas para se obter a concentração mínima de gelificação

*Sinérese*: Mensurada em porcentagem (%) da massa de água liberada sobre o peso inicial do

amido, após centrifugação (Celm e modelo LS-3 Plus) das amostras a 1.500 g por 15 minutos (SINGH *et al.*, 2004).

*Solubilidade do amido e hidratação do amido:* O poder de intumescimento e solubilidade do amido em função da temperatura foi segundo metodologia de De La Torre-Gutiérrez *et al.*, 2008.

#### **4.12 Análise estatística**

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os dados expressos como Média  $\pm$  Desvio padrão. Os resultados das determinações foram submetidos à análise de variância e teste complementar de comparação de médias (Tukey), utilizando o Software Statistica® versão 8.0.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

---

### 5.1 Rendimento e caracterização físico-química

A matéria-prima vegetal, o método utilizado para extração e a composição do solo são condições que influenciam diretamente no rendimento do amido extraído. Esse resultado é importante para a indústria, pois está associado com o custo final do produto (Pola *et al.*, 2021). O valor de rendimento extraído foi em média de 14,98%, valor considerado baixo quando comparada com uma fonte convencional como a mandioca (*Manihot esculenta*), do estudo de Branco *et al.* (2020) foi obtido em média 33% de rendimento. Cesar *et al.* (2021) aponta que o método de extração, e suas características edafolímáticas podem influenciar no rendimento da matéria-prima.

Em comparação com outras matérias-primas não convencionais, Martins *et al.* (2020) obtiveram rendimento de 7,89% em amido mangarito (*Xanthosoma riedelianum*). Nos estudos de Domingos *et al.* (2020) em duas variedades de batata doce (*Ipomoea batatas*) a Brazlândia Roxa e a Beauregard, seus rendimentos foram 11,57 e 12,63%, respectivamente, valores próximos ao do amido de taioba da presente pesquisa. Na Figura 8 está representado o amido de taioba.



**Figura 8** – Representação do amido de taioba

O conhecimento da composição de alimentos é importante para controle e qualidade dos mesmos, além de avaliar a ingestão de nutrientes, garantindo assim a segurança alimentar e nutricional da população (Santos *et al.*, 2021). A composição centesimal do amido de taioba está expresso na Tabela 2.

**Tabela 2** – Composição centesimal do amido de taioba

<b>Composição (g/100g)</b>	<b>Resultados</b>	<b>Ramos et al. (2020) taioba</b>	<b>Olatidoye et al. (2019) taioba</b>	<b>Tresina et al. (2020) taioba</b>
<b>A<sub>w</sub></b>	0,37±0,01	nd	nd	nd
<b>pH</b>	5,46±0,05	nd	nd	nd
<b>ATT (g ácido cítrico/100g)</b>	0,34±0,03	nd	nd	nd
<b>Umidade (%)</b>	6,8±0,12	77,1 ± 2,82	7,52±0,03	72,16 ± 0,76
<b>Cinzas (%)</b>	0,5±0,01	1,1 ± 0,09	2,01±0,01	4,68 ± 0,08
<b>Proteínas (%)</b>	4,34±0,3	4,4 ± 0,42	0,63±0,02	9,68 ± 0,05
<b>Lipídios (%)</b>	0,71±0,02	0,2 ± 0,06	0,13±0,01	6,32 ± 0,12
<b>Carboidratos (%)</b>	88,13	16,6 ± 3,48	89,67±0,50	nd
<b>VET (Kcal/100g)</b>	376,27	nd	nd	nd
<b>Teor de amidos totais* (%)</b>	74,36±0,9	nd	nd	nd
<b>Amilose (%)</b>	28,7±0,5	nd	nd	nd
<b>Amilopectina (%)</b>	71±0,3	nd	nd	nd

Valores médios de três replicatas ± desvio padrão; VET: valor energético total; pH: potencial hidrogeniônico; a<sub>w</sub>: atividade de água; ATT: acidez total titulável. Teor de amidos totais\* valor referente ao amido purificado; Nd – Não determinado

Para o valor de pH de amido de taioba o resultado obtido foi 5,42, comparando com outras amiláceas não convencionais nos estudos de Silva *et al.* (2019) para duas espécies de cará (*Dioscorea alata* L) e (*D. altissima* Lam), foram encontrados em média 5,5, resultado próximo ao de amido de taioba da presente pesquisa. Nos estudos de Domingos *et al.* (2020) para amidos de duas variações de batata doce (*Ipomoea batatas*) a Brazlândia Roxa e a Beaugard, obtiveram valores de pH em média de 5,60 e 5,83, valores próximos ao amido não convencional de taioba. De acordo com Camargo e Srebernich (2021) tubérculos com valores de pH próximo ou superior a 6 possuem bom estado de maturação e conservação, desse modo o amido de taioba da presente pesquisa apresentou valor semelhante.

A umidade está relacionada a estabilidade e qualidade da matéria-prima, desta forma é interessante o baixo teor de umidade nos alimentos para a durabilidade do produto, assim aumentando seu tempo de prateleira e sendo mais vantajoso para processos industriais por elevar o rendimento e a estabilidade dos produtos (Câmara *et al.*, 2019). Conforme a Tabela 2 a atividade de água e a umidade do amido de taioba foram de 0,37 e 6,8%, respectivamente. Quando comparada com outra matéria-prima não convencional, a pesquisa de Lima *et al.* (2019) para amido de araruta (*Maranta arundinacea* L.), foram obtidos valores para atividade de água e umidade de 0,32 e 9,49%, respectivamente. Segundo a Resolução RDC nº 711, de 01 de julho de 2022 o limite máximo de umidade é de 15% para amidos de cereais, 21% para amido de batata e 18% para amido de mandioca, mesmo não sendo uma fonte convencional, a

taioba está dentro dos padrões estabelecidos para outros amidos com apenas um terço do valor máximo estabelecido este amido gera maior rendimento para a indústria (Brasil, 2022). E este percentual reduzido de umidade, pode influenciar nas propriedades tecnológicas com maior capacidade de absorção de água e óleo (CAA e CAO) além de influir nas características de viscosidade em algumas taxas.

Com relação aos macronutrientes do amido de taioba, na Tabela 2, o valor encontrado para proteína 4,34% está próximo às pesquisas de Ramos *et al.* (2020) com média de 4,4%. Quanto ao teor lipídico, a média foi de 0,71%, superior ao encontrado por Ramos *et al.* (2020) e Olatidoye *et al.* (2019) com a mesma fonte de amido, com média de 0,2 e 0,13%, respectivamente. Em comparação a outro amido não convencional, como o de cará (*Dioscorea bulbifera*) do estudo de Carneiro *et al.* (2020) o resultado foi próximo com média de 0,85%.

Em referência aos carboidratos do amido de taioba obteve 88,13% próximo aos apresentados por Olatidoye *et al.* (2019) com amidos de taioba com médias de 89,67%. Em amidos, é comum serem encontrados valores altos de carboidratos, além de diferentes concentrações de lipídios, proteínas, cinzas, isto depende do método de extração e de sua pureza final, conforme analisado o amido de taioba apresentou valores mais baixos em proteínas e lipídios, por conseguinte valor mais alto para carboidratos, assim pode-se concluir eficácia no método de extração (Silva *et al.*, 2019).

Com relação ao valor energético total (VET) na Tabela 2, o amido de taioba obteve 376,27 kcal. Comparando a outros amiláceos como em Silva *et al.* (2019) para duas espécies de cará (*Dioscorea alata* L.) e (*D. altissima* Lam.) foram obtidos valores em média de 346,77 e 363,10 kcal/100g, respectivamente. Nos estudos de Camargo e Srebernich (2021) com batata doce (*Ipomoea batatas*) de variação Beauregard, foi alcançado o valor médio de 362,88 kcal/100g, valor próximo ao amido de taioba do presente estudo. Em uma dieta de 2000kcal/dia, o consumo de 100g de amido de taioba equivale a aproximadamente 19% da ingestão diária de calorias, esse amido não convencional pode ser incluído na alimentação através de produtos, como os de panificação, assim sendo uma opção vigente para utilização na indústria de alimentos.

Para o teor de amidos totais analisados foi obtido em média 74% para amido de taioba, conforme a Tabela 2. Comparado a outra amilácea como ao de cará do estudo de Silva *et al.* (2019) em duas espécies (*Dioscorea alata* L.) e (*D. altissima* Lam.) os autores atingiram valores de 84 e 80%, respectivamente, valores próximos ao de amido de taioba.

Segundo Andrade Júnior *et al.* (2012) para amido da batata doce cultivar (*Brazlândia Roxa*) foi alcançado em média 18% de teor de amido, valor inferior ao do amido de taioba da presente

pesquisa. Para outro amido não convencional como inhame variedade “São Tomé”, no estudo de Rodrigues *et al.* (2020) foi encontrado 70% de amido total, parecido ao de amido de taioba da presente pesquisa. De acordo com Braun *et al.* (2010) o amido equivale de 60 a 80% da matéria seca e açúcares, glicose, sacarose e frutose são os principais carboidratos existentes nos tubérculos. Quando atingida a maturação fisiológica, os tubérculos evidenciam grânulos de amido com quantidades variadas desses açúcares, isto depende de suas características ambientais, cultivo, plantio, entre outros (Andrade Júnior *et al.*, 2012; Coelho *et al.*, 2021).

O conhecimento de amilose e amilopectina é fundamental para conhecer as propriedades tecnológicas do amido, bem como sua classificação (Mamat *et al.*, 2021). Nesta pesquisa as frações de amilose foram em média de 28% e de amilopectina de 71%. A partir do teor de amilose no grânulo de amido é possível realizar sua classificação em ceroso (1-2%), muito baixo teor de amilose (2-12%), baixo teor (12-20%), teor intermediário de amilose (20-25%) e alto teor de amilose (25-33%) (Coffman e Juliano, 1987). Para esta pesquisa o amido de taioba podem ser classificados como alto teor de amilose.

Em comparação com o estudo de Calle *et al.* (2019) para mesma matéria-prima, os autores atingiram cerca de 27% de amilose, resultado próximo ao de amido de taioba do presente estudo. No amido de taioba da Nigéria de Hakim *et al.* (2021) foi encontrado em média 15% de amilose e 80% de amilopectina, sendo considerado amido com baixo teor de amilose, resultado inferior aos 28% de amilose da Tabela 2. No estudo de Silva *et al.* (2019) com outra fonte de amido não convencional como duas espécies de cará (*Dioscorea alata* L) e (*D. altissima* Lam), foram encontrados em média 19% e 17% de amilose resultado inferior ao de amido de taioba.

Na pesquisa de Barros *et al.* (2020) em amido não convencional de ariá (*Goeppertia allouia*) o teor de amilose foi em torno de 39%, resultado superior ao de amido de taioba da Tabela 2, conforme os autores essas variações podem ser devido suas características edafoclimáticas, tipo de cultivo, entre outros. Segundo Costa *et al.* (2022) e Nogueira *et al.* (2018) o amido com alto teor de amilose caracteriza-se como sendo importante para produção de revestimentos e filmes biodegradáveis mais flexíveis e com resistência mecânica, desse modo o amido de taioba apresenta-se como uma nova alternativa para enriquecer a indústria de embalagens.

## 5.2 Composição mineral

Na Tabela 3 está expresso os resultados de minerais do amido de taioba.

**Tabela 3** – Composição mineral do amido de taioba

MINERAIS	VALORES	
	MACROMINERAIS (mg/100g)	FAO (2002) mg/dia
Sódio (Na)	1,69±0,00	2400
Potássio (K)	1,65±0,00	3500
Fósforo (P)	0,85±0,04	1000
Cálcio (Ca)	1,16±0,00	1000
Magnésio (Mg)	0,18±0,00	400
MICROMINERAIS (mg/100g)		mg/dia
Ferro (Fe)	0,05±0,00	18
Cobre (Cu)	0,002±0,00	2
Manganês (Mn)	0,006±0,00	2
Zinco (Zn)	0,003±0,00	15

Valores médios de três replicatas ± desvio padrão

Conforme observado na Tabela 3 o amido de taioba obteve os maiores valores para os macrominerais, sodio, potassio, calcio e fósforo, este ultimo, em torno de 0,85mg/100g, este valor representa um percentual médio de 0,1% das recomendações diárias definidas pela FAO (2002). Segundo Karim *et al.* (2007), o fósforo é um elemento importante em algumas propriedades funcionais do amido, como a gelatinização e retrogradação. Uma alternativa para a indústria de alimentos, quando o objetivo é diminuir processos de retrogradação e sinérese, é a utilização de amidos fosfatados.

A fosfatação é um procedimento que promove alterações físicas e reológicas no amido nativo, ocasionando a diminuição da temperatura de gelatinização, menor tendência a retrogradação, aumento do poder de intumescimento, aumento da claridade de pasta e viscosidade do gel. Amidos fosfatados são estáveis ao longo processo de congelamento e descongelamento, com minimização do processo de sinérese. Neste sentido a fosfatação do amido é uma possibilidade de aplicação na indústria de alimentos. Nesta pesquisa o amido já possui na sua constituição natural a presença de altos teores de fosfatos, favorecendo sua aplicação principalmente na elaboração de produtos congelados (Borba *et al.*, 2021; Cereda; Vilpoux, 2003; Daniel *et al.*, 2006).

Para o organismo humano, o fósforo é um macromineral fundamental devido as funções que desempenha, dentre elas estão formação de ossos e dentes, atuação nas contrações musculares, é um dos principais elementos para armazenamento e transporte de energia, produzindo ATP (adenosina trifosfato), além de participar da constituição da membrana celular (Mahan *et al.*, 2012; Nascimento *et al.*, 2021).

O considerável teor de fósforo do amido de taioba pode torná-lo adequado para aplicações em diversos tipos de massas alimentícias, xaropes de glicose e produtos viscosos, bem como na formulação de diversos alimentos, pois favorece as características funcionais do amido (Wolde *et al.*, 2022).

De acordo com a Tabela 3, os outros macro e microminerais não mostraram teores significativos em comparação com os dados de consumo recomendados pela FAO (2002). Alguns autores como Silva *et al.* (2022) e Melo *et al.* (2020) ressaltam a importância do magnésio, como um nutriente que apresenta diversas funções no organismo, atua como antioxidante, na manutenção nervosa e muscular, no sistema imunológico, na integridade óssea, estabilidade da membrana neuromuscular e cardiovascular. Em relação aos microminerais do amido de taioba, os traços de cobre e zinco respectivamente. Comparando com outras amiláceas no estudo de Silva *et al.* (2019) para duas espécies de cará (*Dioscorea alata* L.) e (*D. altissima* Lam.) não foi encontrado presença de cobre nas duas espécies, e para zinco somente a espécie *D. altissima* Lam. obteve 0,11g/kg, valor muito superior ao do amido de taioba. Segundo Robertson *et al.* (2018) as diferenças em concentrações de minerais nos amidos estão associados com a variedade genética em cada espécie, condições de armazenamento, solos muito ácidos dentre outros. O zinco, manganês e cobre são cruciais na alimentação por apresentarem diversos benefícios, dentre eles estão reparação tecidual, auxílio na imunidade, defesa contra radicais livres, entre outros (Fardin *et al.*, 2023; Grieger *et al.*, 2019; Silva *et al.* 2022).

### 5.3 Colorimetria

Os valores colorimétricos do amido de taioba estão expressos na Tabela 4.

**Tabela 4** – Colorimetria do amido de taioba

<b>Parâmetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Olatidoye et al. (2019) taioba</b>	<b>Hakim et al. (2021) taioba</b>
<b>L*</b>	88,2±0,84	100,06±0,44	89,53
<b>a*</b>	-1,2± <0,01	-5,83±0,05	4,96
<b>b*</b>	2,6± <0,01	10,97±0,05	-2,55
<b>Croma</b>	2,86	12,42	nd
<b>Hue</b>	-65,22	-62,00	nd

<b>Índice de Brancura</b>	87,67±0,85	nd	88,1
---------------------------	------------	----	------

Valores médios de três replicatas ± desvio padrão. Nd- não determinado

Conforme dados expressos na Tabela 4 para amido de taioba o parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ) apresentou média de 88,2, se assemelhou do estudo de Hakim *et al.* (2021), com outra variedade de amido de taioba, de origem da Indonésia, com média de 89,53, ambos trazem tendência ao branco. Em outros amiláceos como bambu (*Dendrocalamus asper*) nos estudos de Felisberto *et al.* (2019) o valor médio encontrado foi de 89,41 estando próximo ao de amido de taioba apresentado nesta pesquisa. Em amido convencional como o de mandioca (*Manihot esculenta*), Rodrigues *et al.* (2020) obteve em média 89,26, para luminosidade, resultado próximo ao de amido não convencional de taioba.

As coordenadas de  $a^*$  e  $b^*$  foram obtidas para o amido de taioba. O parâmetro  $a^*$  com resultado negativo é referente a cor verde, comparado ao de Olatidoye *et al.* (2019). Quando comparado ao amido de taioba apresentado nas pesquisas de Olatidoye *et al.* (2019) os dados foram similares. Já o resultado positivo para  $b^*$  é característico da cor amarela, dado semelhante foi apresentado nos estudos de Olatidoye *et al.* (2019). O amido de taioba pode ser caracterizado como sendo branco com nuances amareladas, semelhante a cor do tubérculo de taioba (Figura 8), originando um amido com cor característica branca.

Quanto ao parâmetro croma, esta relacionado a saturação das cores perceptíveis aos olhos humanos, relacionado a cores neutras, menos brilhantes a percepção humana (Pathare, Opara; Al-Said 2013). Quando comparado as pesquisas de Olatidoye *et al.* (2019) com amido de Taioba extraído com base alcalina onde as médias foram de 12,42 (Tabela 4). Os resultados foram inferiores aos apresentados nesta pesquisa com média de 2,86 mostrando menor saturação, menor brilho, perceptível a acuidade visual humana.

O ângulo Hue ( $h^\circ$ ) é um atributo qualitativo de cor definido tradicionalmente como tonalidades de tons avermelhada, amarelado, esverdeada, azulado, relacionado graficamente a valores de ângulos de ( $0^\circ$  relacionados a cor vermelha,  $90^\circ$  a cor amarelo,  $180^\circ$  cor verde, e o ângulo de  $270^\circ$  a cor azul (Shewfelt *et al.*; 1988; Mcguire, 1992). Por meio dessas ângulações foi possível comparar amostras, calculado como  $\tan^{-1} b^*/a^*$ . Os resultados mostraram que o amido de Taioba desta pesquisa inferior com média de -65,22 se comparado as pesquisas de Olatidoye *et al.* (2019) com média angular de -62,0. Os dados negativos nos ângulos mostram que não há outro cor na amostra além do branco (Olatidoye *et al.*, 2019).

Quando comparado as pesquisas de Vieira *et al.* (2020) com diferentes tipos de amidos

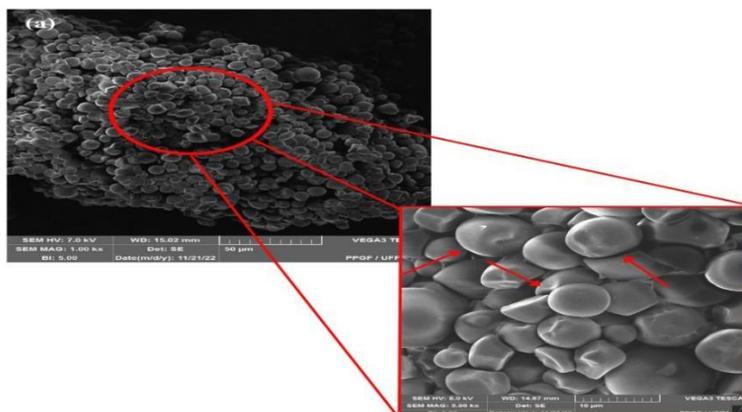
de sorgo o maior ângulo hue foi de 77,90, seguidos de 59,86 e 58,84 os últimos valores relacionam a tendência desse amido ao rosa claro com baixa intensidade de ton relacionado ao valor do croma. Dados próximos ao encontrado para o amido de taioba.

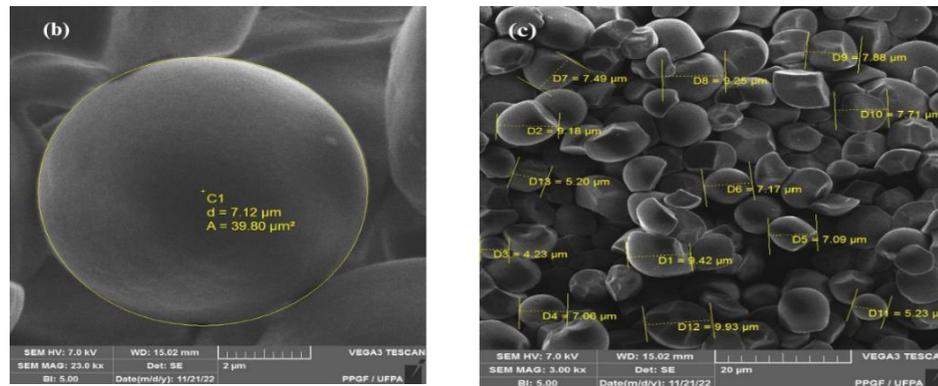
A brancura é um dos principais fatores relacionados as características de qualidade do amidos, seu valor expresso em índice de brancura mostra a capacidade de reflexão do material dada a incidência da luz sobre sua superfície. O resultado apresentado pelo índice de brancura do amido de Taioba mostrou média de 87,67%. Quando comparado ao índice brancura obtido nas pesquisas de Hakim *et al.* (2021) com amido de Taioba da Indonésia, o resultado (88,1%) foi semelhante ao obtido nesta pesquisa. Já nos estudos de Azima, Nazir, Efendi (2020) Com diferentes amidos extraídos de tubérculos, os índices apresentados pelos amidos de batata doce vermelha (93,82%), batata doce branca (95,25%) e mandioca (96,10%) mostram-se superiores aos obtidos nesta pesquisa.

Segundo Santos *et al.* (2021) a aparência de um produto alimentício é um dos atributos mais observado pelo consumidor, o que envolve diretamente em sua escolha, interferindo também na percepção de sabor, doçura e agradabilidade. Para Lima *et al.* (2019) a cor é um dos fatores predominantes na escolha do produto, desse modo o amido de taioba pode ser indicado para aplicações em produtos de panificação, massas, molhos entre outros produtos de cor branca ou neutras, uma vez que não irá alterar a cor do produto final.

#### 5.4 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Através da morfologia eletrônica de varredura (MEV), é possível obter informações acerca da superfície dos grânulos, incluindo tamanho e a forma dos mesmos. A morfologia e distribuição de amido foram observados e estão representadas na Figura 9.





**Figura 9** – Microscopia eletrônica de varredura do amido de taioba

Os grânulos de amido apresentaram-se ovóides e com formas circulares indicados pelas setas (Figura 9A), suas dimensões variando de 4,23μm a 9,93μm (Figura 9B), e superfícies lisas (Figura 9C). Em Ramos *et al.* (2021) o amido de taioba apresentou dimensões em torno de 3,6 μm a 14 μm, com formas circulares. Quando comparado a outra matéria-prima como a mandioca (*Manihot esculenta*) em Rodrigues *et al.* (2021), a dimensão de seus grânulos foram em torno de 13,54 μm.

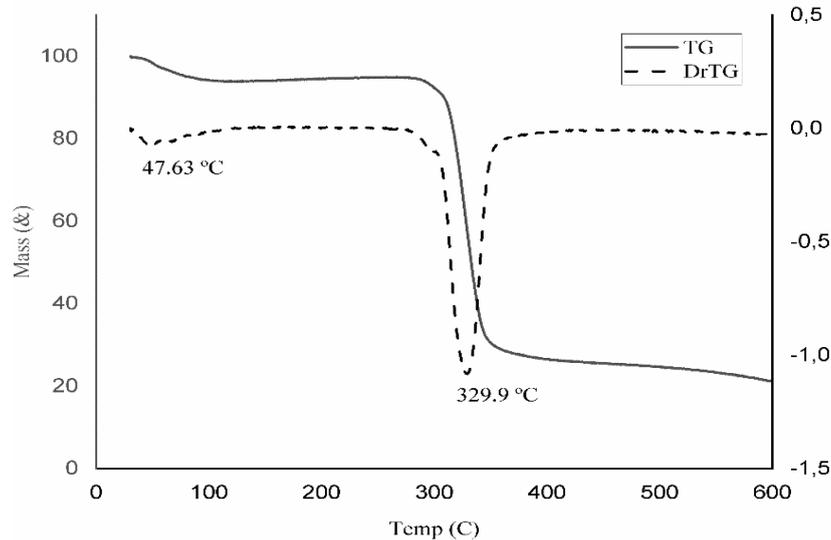
O tamanho dos grânulo de amido de taioba (Figura 9C) estão semelhantes ao de amido de pipoca crioulo (*Zea Mays L.*) sendo de aproximadamente 10 μm no estudo de Cesar *et al.* (2021), conforme o mesmo estudo, esse fator é importante para a indústria, devido aos amidos com tamanhos pequenos em torno de 2 μm podem ser utilizados no lugar de gordura devido a semelhança no tamanho de suas partículas.

Nas pesquisas de Felisberto *et al.* (2019) com amido de bambu (*Dendrocalamus asper*) também foi observado superfície lisa e alguns de seus grânulos em formatos circulares. Nos estudos de Santos *et al.* (2021) no amido convencional de mandioca (*Manihot esculenta*) seus grânulos mostraram formatos circulares e de superfície lisa, semelhantes ao de amido de taioba da presente pesquisa. Barros *et al.* (2021) no amido de ariá (*Goepertia allouia*) observaram conformações de grânulos de amidos com formatos esféricos e superfície lisa.

O tamanho e a forma dos grânulos agem diretamente nas propriedades tecnológicas do amido, por exemplo na gelatinização, inchaço e solubilidade. Em grânulos menores que possuem diferentes formas e são mais fáceis para serem digeridos pelas amilases, possuindo melhor digestibilidade (Silva *et al.*, 2019; Takeiti, 2020).

## 5.5 TG-DTA

O comportamento termogravimétrico apresentado na amostra de amido de Taioba, obtido por extração aquosa é apresentado na Figura 10.



**Figura 10** – Termogravimetria do amido de taioba

A Figura 10 mostra o processo de decomposição térmica analisado pela perda de peso (%) em relação a elevação progressiva de temperatura (°C). O primeiro evento observado na curva TG e em destaque na sua primeira derivada (DrTG), é representado por um pico discreto na faixa de 47,63 °C característico do início do processo de gelatinização do amido prosseguindo até próximo a 100 °C relacionado a perda de umidade, dada a evaporação da água residual.

O segundo evento apresentou um pico de maior intensidade, com o início da perda de massa próximo a 300 °C (*Tonset*) com pico máximo em 329,9 °C (*Tendset*). Este padrão de degradação de massa pode ser atribuído à perda das ligações O-H glicosídicas  $\alpha$ -1,4 e  $\alpha$ -1,6 das moléculas de glicose nas bases da unidade formadora dos polímeros de amido que constitui os leucoplastos e amiloplastos, além da degradação térmica dos resíduos de macronutrientes complexados com os amidos como as glicoproteínas, glicolipídios, materiais fibrosos e a presença de cinzas inorgânicas resultantes após a carbonização da matéria orgânica (Felisberto *et al.*, 2020; Diyana *et al.*, 2021; Espinosa-Solis *et al.*, 2021; Ramos *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2022).

Ao comparar-se os resultados desta pesquisa ao comportamento observado para o amido nativo de taioba da região de Manaus (Ramos *et al.*, 2020). Verifica-se o pico inicial de degradação em 63,7% e picos sucessivos de degradação (*Tonset*) a 293 °C e a temperatura de pico (*Tendset*) máximo de 310 °C, com perda total de massa de 88% detectada a 700 °C. Estes dados são similares aos apresentados no amido de taioba desta pesquisa.

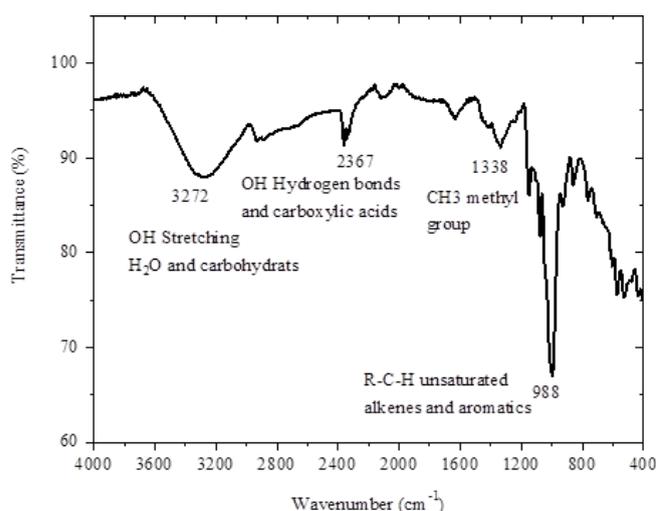
Em outros amidos como os de Ariá (*Calathea allouia*) (Martins *et al.*, 2022) a temperatura

de gelatinização inicial foi entre 50 °C a 90 °C, em amidos de batata (60,3–63,3°C) e quinoa (53,6–60,1°C) (Zhu *et al.*, 2020), em amido de mandioca (56,7-59,6°C) (Thuppahige *et al.*, 2023). Próximos aos obtidos no amido de taioba apresentado nesta pesquisa.

Observando a Figura, é possível verificar que os amidos da taioba têm considerável resistência a degradação no decorrer da elevação progressiva de temperatura. Em virtude da observação de redução de massa de 80% na temperatura máxima de análise estabelecida nesta pesquisa (600 °C). Semelhante ao observado por Ramos *et al.* (2020) com redução de massa de 88% em 700 °C.

### 5.6 Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)

A Figura 11 mostra a espectroscopia de infravermelho com transformação de Fourier (FTIR) para o amido de taioba.



**Figura 11** – Espectroscopia de infravermelho de amido de taioba

Os padrões espectrais apresentados no intervalo de frequência e os principais grupos de compostos orgânicos mostram um comportamento que evidenciam a presença de bandas com estiramento entre 3272 cm<sup>-1</sup> a 988 cm<sup>-1</sup>, características da presença de compostos orgânicos como hidroxilas, álcoois, celulose, hemiceluloses, alcanos, ésteres, éteres, ácidos carboxílicos, dentre outros (Elzey; Pollard; Leonardi, 2016; Santos *et al.*, 2020).

A primeira banda é representada por uma banda larga de base arredondada na faixa de absorção de 3272 cm<sup>-1</sup>. Espectros semelhantes foram observados para todas as amostras de amido estudadas por Wolde *et al.* (2022) em amidos de anchote, batata e mandioca. Com

variação nas intensidades. Estas bandas largas observadas entre 3600 e 3000  $\text{cm}^{-1}$  indicam o alongamento da ligação O-H dos amidos.

Valores muito próximos a esta pesquisa foi detectada no amido de anchote em diferentes cultivares 3284.49  $\text{cm}^{-1}$ , 3281.12  $\text{cm}^{-1}$  e 3.288,71  $\text{cm}^{-1}$  respectivamente. Esta característica de grupos químicos com ligações de hidrogênio (O-H), com a presença de grupos hidroxilas, essa faixa de frequência é comum na constituição das moléculas de glicose e suas ligações glicosídicas formando quando aglomerados as unidades formadoras dos amidos, base desta pesquisa (Elzey; Pollard; Leonardi, 2016).

A segunda banda, de menor intensidade, em destaque de 2367  $\text{cm}^{-1}$  é atribuído aos grupos funcionais que contém ligações com hidroxilas e ácidos carboxílicos que são características da constituição da celulose e hemicelulose com alongamento das ligações glicosídicas, relacionados às ligações das unidades formadoras de amidos (Rai; Bikash; Ravindra, 2016; Santos *et al.*, 2020). As mesmas bandas foram encontrados nas pesquisas de Wolde *et al.* (2022) nos amidos de anchote, batata e mandioca.

Esta banda, com pequena intensidade, pode ser resultado da ação do processo de isolamento do amido, com sucessivas lavagens, secagens e triturações levando a rupturas dos amiloplastos que são estruturas que mantêm a integridade dos glóbulos de amido e conseqüente, a perda dos padrões estruturais dos grânulos de amido (Valencia *et al.*, 2015; Melo Neto *et al.*, 2015; Melo Neto *et al.*, 2017a)

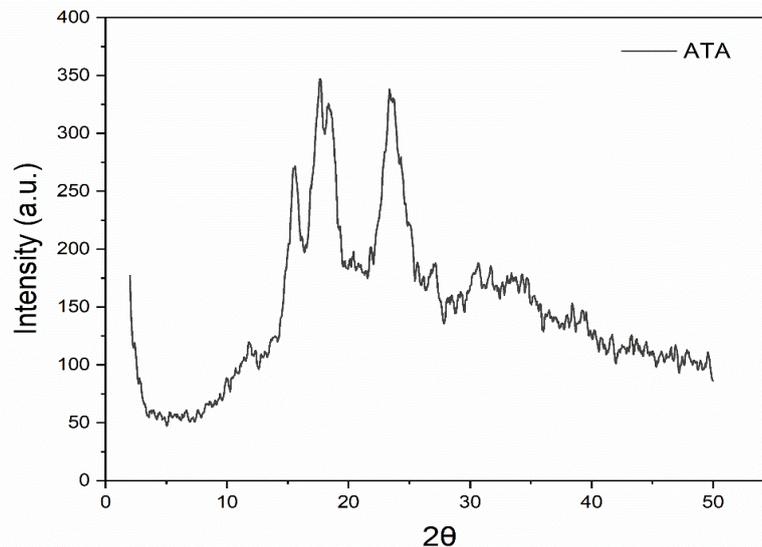
A banda na frequência de 988  $\text{cm}^{-1}$  é o de maior destaque, sendo característica do grupamento alcanos e alcenos (R-C-H) e grupamentos fosfatos (C-O-P) ratificando a formação de um amidos fosfatado (Tab.3), além das seqüências de cadeias alifáticas e grupos funcionais como de álcoois, ésteres, éteres, ácidos carboxílicos, entre outros grupos funcionais. que são frequentemente encontrados em amidos matéria-prima base desta pesquisa (Rai; Bikash; Ravindra, 2016; Elzey; Pollard; Leonardi, 2016; Santos *et al.*, 2020). A mesma banda também foi observada nas pesquisas de Tessema, Admassu (2021) em amidos de cultivares de anchote (996,27 a 996,78  $\text{cm}^{-1}$ ), amido de batata (993,12  $\text{cm}^{-1}$ ), e amido de mandioca (995,12  $\text{cm}^{-1}$ ).

Comparando a presença de constituintes químicos em outras fontes de amidos da Amazônia, bandas similares foram observados por Melo Neto *et al.* (2017a) para amidos nativos de pupunha das variedades vermelha e amarela. Em amido de ariá (*Goepertia allouia*) observado por Pinto *et al.* (2023). Em amido do caroço de jaca (*Artocarpus Heterophilus*) de Leôncio *et al.* (2022).

Os dados mostram que o amido de taioba é semelhante em grupamentos químicos que os amidos convencionais como o amido da batata e da mandioca, e ao não convencional como os amidos de anchote, com picos característicos semelhantes, ligeiramente variáveis em intensidades que podem estar relacionados à quantidade de amilose e amilopectina presentes na amostra desses amidos.

### 5.7 Difração de raios x (DRX)

A aplicação difratometria de raios x (DRX) teve o intuito de investigar o tipo de estrutura e arranjo em dupla hélice dos amidos, refletindo assim a cristalinidade tridimensional de amostras de amido (Hornung *et al.*, 2017). Conforme apresentado na Figura 12.



**Figura 12** – Difração de raios x do amido de taioba

Os padrões DRX da amostra de amido de taioba mostram que os amidos apresentaram intensidades de reflexão a 16, 17, 18 e 23° em ângulos  $2\theta$ , o que é típico em uma estrutura de amido tipo A fosfatado (Ramos *et al.*, 2020; Zhu, 2016). Este resultado está de acordo com os padrões de DRX encontrados em amidos nativos de *Xanthosoma sagittifolium* nas pesquisas de Ramos *et al.* (2020) e similares aos de amidos de Ariá (*Goeppertia allouia*) em Pinto *et al.* (2021).

Os tipos de cristais apresentados pelos grânulos de amido possuem uma relação mais próxima com o comprimento das cadeias de amilopectina, com classificações em amidos do tipo A (cadeias de amilopectina com maior proporção de ramificações curtas), B (maior proporção de cadeias ramificadas longas) e C (mistura da estrutura polimórfico tipo A e tipo B,

portanto, possui cadeias ramificadas curtas e longas) (Felisberto *et al.*, 2020; Pinto *et al.*, 2021; Ramos *et al.*, 2020).

Observando o amido de taioba os dados resultantes da cristalinidade estimada foram de 63,52%, superior aos observados nas pesquisas de Ramos *et al.* (2020) com média estimada de 16,6% e de Gunaratne & Hoover (2002) com 45% ambas com amidos nativos de *Xanthosoma sagittifolium*. Estes resultados são esperados uma vez que a cristalinidade do amido é diretamente ligada ao conteúdo de amilopectina, e que nesta pesquisa foi de 45,62% e inversamente ao conteúdo de amilose com média de 28,73%, indicando a forma de amidos predominantemente do tipo A.

## 5.8 Propriedades de pasta e viscosidade do amido

As propriedades de pasta estão diretamente correlacionadas com a funcionalidade do amido, e normalmente desempenham papel primordial na aplicação de produtos a base de amido. Os valores de propriedades de pasta e viscosidade de amido de taioba estão representados na Tabela 5.

**Tabela 5** – Propriedades de pasta e viscosidade do amido

Parâmetro	Resultado	Hakim et al. (2021) taioba	Barros et al. (2021) ariá
Temperatura de pasta (°C)	81,9±0,53	74,30	88,3 ± 0.6
Pico de viscosidade (cP)	2062,66±13,61	6153	5402 ± 146
Viscosidade mínima (cP)	1560±5,56	3438	3917 ± 140
Quebra de viscosidade (cP)	502,66±15,04	2715	1552 ± 112
Viscosidade final (cP)	2480,66±14,15	4748	5969 ± 30
Tendência para retrogradação (cP)	920,66±14,57	1310	2119 ± 55
Tempo viscosidade máxima (min)	4,6±0,03	7,07	nd

Valores médios de três replicatas ± desvio padrão. Nd- Não determinado

A temperatura de pasta do amido de taioba, conforme a Tabela 4, é superior ao encontrado por Hakim *et al.* (2021) para mesma matéria-prima e inferior ao amido de ariá (*Goepertia allouia*) de Barros *et al.* (2021). Em Yang *et al.* (2023) amido de batata roxa (*Ipomoea batatas* L.) obteve 79,92, resultado próximo ao amido da presente pesquisa. Segundo Hakim *et al.* (2021) temperaturas de pasta mais elevadas tendem a apresentar maior resistência à se dissociar das pontes de hidrogênio intramoleculares e menor facilidade de expansão.

De acordo com os dados da Tabela 4, a viscosidade máxima de amido de taioba foi inferior 2062,66 aos de Hakim *et al.* (2021) 6153 para mesma matéria-prima, e Barros *et al.* (2021) 5402 para ariá. Diaz *et al.* (2023) atingiu valores inferiores para o pico máximo em sua pesquisa para amido de mandioca 1339 e milho 1186 isentas em amilose. Em amostra de amido de trigo nativo Su *et al.* (2020) alcançou 2485 de viscosidade máxima, resultado próximo ao de amido de taioba desta pesquisa.

Segundo Ronko *et al.* (2021) a viscosidade máxima apresenta o pico de inchamento dos grânulos de amido, desse modo é importante para avaliar a fluidez da pasta. Este parâmetro depende da estrutura do amido e de sua proporção de amilose e amilopectina. Sendo crucial visto que pode intervir nos equipamentos a serem utilizados e dimensionados durante uma linha de produção, além das características do produto final que o amido é utilizado, sendo desejável como poder espessante e em alimentos que são consumidos quentes (Pinto *et al.*, 2021).

O amido de taioba apresentou valor de viscosidade final maior que o pico de viscosidade máxima, isto ocorre devido à tendência a retrogradação (Ronko *et al.*, 2021). Na Tabela 5 os valores de Hakim *et al.* (2021) para mesma matéria-prima obteve 4748, e Barros *et al.* (2021) para amido de ariá 5969, resultado superior ao amido de taioba da atual pesquisa. Já no amido de batata, Colussi *et al.* (2018) obteve valor semelhante 2637 ao amido de taioba.

O termo breakdown se refere ao resultado da diferença entre a viscosidade máxima e mínima da pasta, ocorrendo a quebra da viscosidade, assim facilitando a avaliação na estabilidade do amido a altas temperaturas, e onde seus grânulos são rompidos sob agitação. Já o termo setback é referido para rever a tendência a retrogradação, através da diferença entre a viscosidade final e a viscosidade mínima de pasta, desse modo permite examinar a tendência de aumento da viscosidade durante o resfriamento (Almeida *et al.*, 2020; Ronko *et al.*, 2021; Takeiti *et al.* 2020).

## 5.8 Propriedades tecnológicas

A capacidade de absorção de água (CAA) e capacidade de absorção de óleo (CAO) são parâmetros medidos pela relação entre a massa do sedimentado em gramas. Os resultados de CAA e CAO estão representados na Tabela 6.

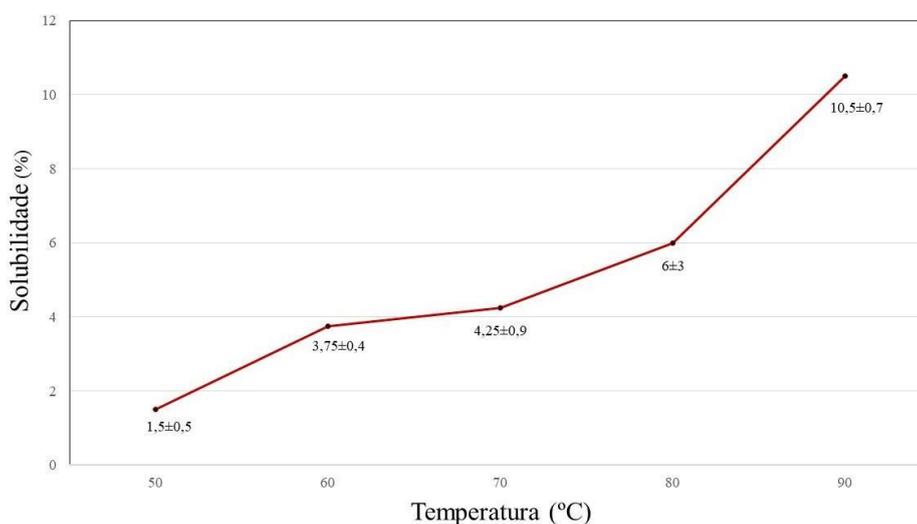
**Tabela 6** – Capacidade de absorção de água (CAA) e óleo (CAO)

Composição (g/100g)	Resultados	Silva et al. (2019) Cará	
CAA (%)	86,66±1,1	85,73 ± 0,25	73,86 ± 0,15
CAO (%)	93,66±1,5	67,13 ± 0,32	62,23 ± 0,30

Valores médios de três replicatas ± desvio padrão

Conforme a Tabela 6 os resultados obtidos de CAA e CAO de amido de taioba foram superiores aos encontrados por Silva *et al.* (2019) para duas espécies diferentes de cará (*Dioscorea alata*) 85,73 e 67,13 e *Dioscorea altissima* 73,86 e 62,23 para CAA e CAO, respectivamente. Estes dados sugerem a aplicação deste tipo de amido para preparação de patês. A CAA é uma especificidade importante para ser aplicadas em diversos produtos pela indústria. Os amidos com alta absorção de água são desejado para preparo de sopas, mingaus e pudins instantâneos. A CAO tem propriedade de aprisionamento físico do óleo dentro da constituição do amido através de ligações não covalentes, este fator é importante para formular produtos emulsionados como massas de bolos, maioneses, molhos, além de melhorar a palatabilidade dos alimentos, conferindo a eles consistência, adesão, viscosidade, melhorando assim sua textura (Beltran *et al.*, 2021; Castro *et al.*, 2019).

A solubilidade e o intumescimento são parâmetros que variam de acordo com a fonte de amido, são importantes pois fornecem evidências entre as cadeias nos domínios amorfos e cristalinos dos polissacarídeos. A solubilidade está relacionada ao grau de dissolução do amido quando aquecido, já intumescimento está relacionado com a capacidade de absorção de água (Guo *et al.*, 2018). Nas figuras 13 e 14 estão representados a solubilidade e o intumescimento do amido de taioba.

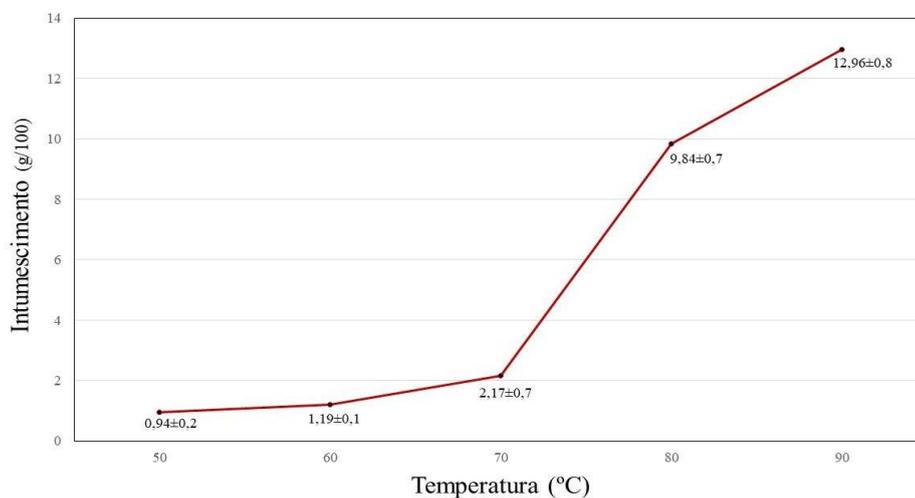


**Figura 13** – Solubilidade do amido de taioba

Conforme é verificado na Figura 13 o amido de taioba apresentou um aumento gradativo de solubilidade de água conforme elevação de temperatura, atingindo o valor máximo de 10% a 90°C, confrontado a outro estudo sobre a matéria-prima, Olatidoye *et al.* (2019) obteve um valor 7% a 80°C, em sua pesquisa a temperatura máxima foi 80°C. Vieira *et al.* (2020) aponta que o crescimento da temperatura gera vibração intensa das moléculas e o rompimento das ligações intermoleculares, assim permitindo a formação da ponte de hidrogênio com a água ocasionando a solubilização dos componentes do amido.

Quando comparado a outras fontes de amido não convencional como o ariá (*Goeppertia allouia*) de Barros *et al.* (2020), e amidos convencionais como milho da pesquisa de Castanhal *et al.* (2019), amido de diferentes cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) de Vieira *et al.* (2020), é observado o mesmo comportamento de aumento gradativo de solubilidade de água diretamente proporcional ao aumento de temperatura.

A capacidade de intumescimento de grânulos de amido não depende apenas de sua ligação com a água, mas também de vários outros fatores como concentração de amido, teor de amilose, temperatura, tamanho da partícula, rigidez, teor de proteínas e lipídios (Barthi *et al.* 2019; Guo *et al.*, 2018). Na Figura 14 está representado o intumescimento do amido de taioba.



**Figura 14** – Intumescimento do amido de taioba

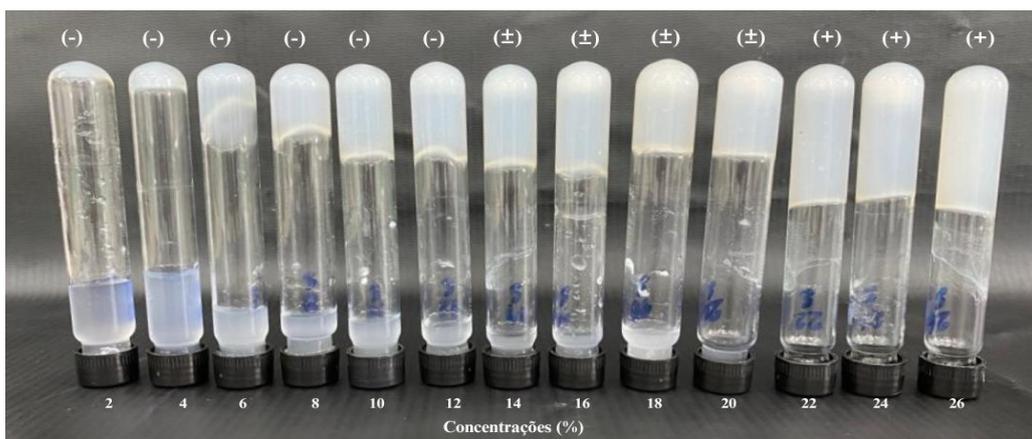
De acordo com a Figura 14 é observado que conforme a temperatura aumenta, o intumescimento do amido aumenta na mesma proporção com um avanço significativo na temperatura de 70°C a 80°C, até atingir o valor máximo de 12,96g a 90°C. Siroha *et al.* (2020) revelam que o parâmetro de intumescimento está relacionado com a proporção de amilose e amilopectina, e como elas estão dispostas nos grânulos de amido, a amilose atua como inibidor de inchamento, já a amilopectina é o inverso, além disso outros componentes como as fibras

influenciam na permeabilidade da água. O intumescimento é uma indicação da força da ligação de água em seus grânulos de amido, quando os amidos apresentam baixa resistência ao aumento da temperatura, os mesmos se rompem, contribuindo para maior absorção de água e com aumento de solubilidade (Castro *et al.*, 2019).

Comparando com outra amilácea, Rodrigues *et al.* (2020) obteve um valor superior em seus resultados, com uma fonte de amido convencional, a mandioca (*Manihot esculenta*), em torno de 30g a 90°C, no mesmo estudo os autores afirmam que essas diferenças se devem a quantidades de amilose e amilopectina dos amidos, o tamanho de grânulos, além de suas características edafoclimáticas.

O amido de taioba obteve um resultado semelhante ao de amido de araruta (*Maranta arundinaceae* L.) de Nogueira *et al.* (2018), 11g em 90°C. Os diferentes níveis de amilose, amilopectina, e o tipo de sua estrutura cristalina dos amidos podem ser associados aos diferentes comportamentos de hidratação, segundo Macena *et al.* (2020) a solubilidade e intumescimento alto é uma característica desejável no amido para ser utilizado como espessante e estabilizador em fluidos e emulsões.

Na indústria de alimentos o amido pode ser utilizado como agente gelificante. Para atingir a estrutura de gel o amido passa por fenômenos físicos como a gelificação, que corresponde à perda da estrutura semicristalina, assim passando para o estado amorfo; formação de pasta, quando o amido é submetido ao aquecimento; logo após a formação do gel, ocorrendo a formação de rede uma estruturada (Sjoo; Nilsson, 2017). Na Figura 15 está representada o estudo de gelificação do amido de taioba.



**Figura 15** – Estudo de gelificação do amido de taioba

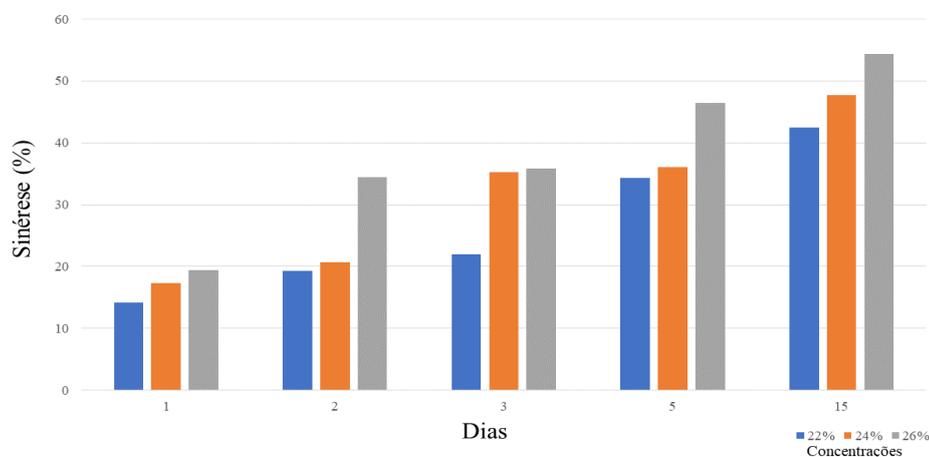
- (-) Indica a não formação de gel
- (±) Indica formação de gel fraco
- (+) Indica formação de gel

Conforme observado na Figura 15, o amido foi dividido em diversas concentrações, nas

concentrações de 14 a 20% pode ser visto a formação de um gel fraco, já nas concentrações de 22 a 26% é verificado a formação de géis fortes, nesse caso conforme o aumento das concentrações é possível obter a formação de géis mais firmes. O amido de taioba é uma nova fonte que pode ser utilizada na indústria alimentícia, visto que obteve capacidade gelificante, assim gerando matéria-prima para fabricação de novos ingredientes.

O comportamento das pastas e géis as etapas de congelamento e descongelamento é uma característica importante na qualidade dos amidos, uma vez que indica a resistência às transformações físicas que ocorrem durante o resfriamento, congelamento ou descongelamento, especialmente quando aplicados em alimentos que passam por processos de refrigeração ou congelamento (Liu *et al.*, 2019).

A liberação de água dos géis ou pastas de amido acontece por meio do resfriamento ou congelamento, em um parâmetro chamado de sinérese. A estabilidade do amido pode ser influenciada pela velocidade de resfriamento, o modo de preparo da amostra, a origem botânica da matéria-prima, o conteúdo de amilose, entre outros (Kumar *et al.*, 2018; Macena *et al.*, 2020). Os valores de sinérese no amido de taioba está representada no Figura 16.



**Figura 16** – Sinérese do amido de taioba

Conforme a Figura 16 a liberação de água no amido de taioba ocorreu com maior intensidade com 15 dias, as concentrações 22, 24 e 26%, obtiveram a liberação de água de 42, 47 e 54%, respectivamente, essa tendência pode estar associada a retrogradação do amido de taioba, uma vez que este parâmetro atua na alta reassociação molecular durante o resfriamento e armazenamento do amido. A estabilidade na sinérese pode ser afetada pela estrutura molecular, teor de amilose e amilopectina e teor de água presente no amido (Rodrigues *et al.*, 2020).

Em comparação a outros amidos como de aveia de Kumar *et al.* (2018) foram encontrados resultados inferiores ao amido de taioba, com média de 15% de sinérese. Para o amido amido de abacate de Macena *et al.* (2020) o resultado obtido foi próximo ao de amido de taioba com média de 42%, em amidos de mandioca e inhame de Rodrigues *et al.* (2020) foi observado valores acima de 40%.

Segundo Martins *et al.* (2020) o aumento da retrogradação e a sinérese, pode afetar as propriedades funcionais do amido em termos de viscosidade e comportamento do gel, um valor muito acentuado de liberação de água não é desejável para alimentos que serão refrigerados por muitos dias, devido a perda de qualidade e tempo de vida dos alimentos, desse modo o amido de taioba é indicado para alimentos que não precisam de refrigeração ou congelamento, devido seu alto valor de sinérese.

## 6 CONCLUSÃO

---

Neste estudo foi obtido amido de taioba por extração aquosa, este amido apresenta-se como uma excelente alternativa para criação de novos materiais para a indústria em geral. Apresentou valor baixo de rendimento, podendo ser explicado devido suas características edafoclimáticas. Nas suas características físico-químicas, foram obtidos resultados satisfatórios. Quanto aos macronutrientes o amido obteve valor semelhante a outros estudos, além de obter um valor mais baixo em proteínas e lípidos, e um valor mais alto em carboidratos, concluindo eficácia no método de extração.

Conforme os resultados, o amido de taioba está classificado como alto teor de amilopectina. De acordo com seus resultados de minerais, o amido de taioba apresentou valores significativos para fósforo, magnésio, cobre e zinco, macro e microminerais importantes para saúde óssea, cardiovascular, entre outras.

Segundo a colorimetria, o amido de taioba apresenta sua coloração branca, podendo ser utilizado em produtos de cor branca e neutra. Segundo a microscopia eletrônica de varredura, o amido de taioba possui grânulos circulares, superfícies lisas e diâmetros considerados pequenos, estes grânulos menores são mais fáceis digeridos pelas amilases e possuem melhor digestibilidade.

De acordo com a análise termogravimétrica o amido de taioba apresenta considerável resistência em sua degradação conforme o aumento de temperatura. Quanto a espectroscopia de infravermelho o amido apresentou compostos químicos orgânicos como álcoois, celulose, além de grupos hidroxilas constituintes de glicose, celulose e hemicelulose, relacionados a formação de amidos. Segundo a difração de raios x o amido de taioba apresentou intensidade de reflexão e cristalinidade características de uma estrutura de amido tipo A, na qual possui cadeias de amilopectina com maior proporção de ramificações curtas.

Com base nas suas propriedades de pasta e de viscosidade o amido de taioba apresentou características para ser utilizado como espessante, estabilizador de fluidos e emulsões, desse modo o amido de taioba surge como uma nova fonte de utilização na indústria para criação de novos produtos. De acordo como as suas propriedades tecnológicas, o amido mostrou-se como uma boa capacidade gelificante, e características para ser utilizado como espessante, estabilizador de fluidos e emulsões, e para alimentos que não precisem de congelamento devido sua alta sinérese, desse modo o amido de taioba surge como uma nova fonte de utilização na indústria para criação de novos produtos.

## 7 REFERÊNCIAS

---

ABRAMOFF, M. D.; MAGALHÃES, P. J.; RAM, S. J. Image processing with Image J. **Biophotonics International**, v.11, p.36–42, 2004.

ÁGAMA-ACEVEDO, E.; FLORES-SILVA, P. C.; BELLO-PEREZ, L. A. Chapter 3 - Cereal Starch Production for Food Applications. **Chemical, Technological and Health Properties**. Editora Elsevier, ed. 1, v. 32, p. 71-102, 2019.

ALBIERO, K. Conhecendo as PANC: Plantas Alimentícias Não Convencionais. Instituto Federal de Santa Catarina, 2019. Disponível em: [https://www.ifsc.edu.br/documents/30681/1733107/cartilha\\_PANCs\\_IFSC\\_2019.pdf/de1a6241-47f4-4cb8-8013-4628f0661533](https://www.ifsc.edu.br/documents/30681/1733107/cartilha_PANCs_IFSC_2019.pdf/de1a6241-47f4-4cb8-8013-4628f0661533).

ALMEIDA, M. C. B. DE M.; COSTA, S. DOS S.; CAVALCANTI, M. T.; ALMEIDA, E. L. Characterization of Prata banana (Musa AAB-Prata) starch: native and modified by annealing. **Starch - Stärke**, v. 72, p. 1-8, 2020.

ALVES, A. A.; PIGOSO, A. A.; CHANG, Y. K.; TAGLIAPIETRA, B. L.; SCHMIELE, M.; CAMPELO, P. H.; CLERICI, M. T. P. S. Changes induced by diet with different concentrations of resistant starch in the metabolism of carbohydrates and lipids in Wistar rats. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e18110716448, 2021.

AMERICAN ASSOCIATION CEREAL CHEMISTS (AACC). Approved Methods of Analysis (11. ed.). 2010. Saint Paul: AACC.

ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; PINTO, N. A. V. D.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, R. C.; NEIVA, I. P.; AZEVEDO, A. M.; ANDRADE, P. C. R. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 584-589, 2012.

ANDRADE, L.B.; BARBOSA, N. A.; PEREIRA, J. Rendimento e características dos amidos de inhame e de taro. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Editora Científica Digital, ed. 1, v. 3, p. 236-243, 2021.

ARAÚJO, M. S.; SILVA, L. C. G. da.; ANDRADE, V. Q. L.; CARNEIRO, A. P. de G.; COSTA, E. de A.; FERNANDES, L. E. S. Arrowroot, its processing and use in gastronomic preparations. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e387101522776, 2021.

ARAÚJO, S. S.; ARAÚJO, P. S.; GIUNCO, A. J.; SILVA, S. M.; ARGANDOÑA, E. J. S. Bromatology, Food Chemistry and Antioxidant Activity of *Xanthosoma Sagittifolium* (L.) Schott". **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 31, p. 188-195, 2019.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 20th ed. Maryland (DC); AOAC; 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of**

**Analysis.** (1094. p) Gaithersburg, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis.** 16th Ed. AOAC, 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis.** 20th Ed. AOAC, 2016.

AZIMA, F; NAZIR, N; EFENDI, H. C. Characteristics of physico-chemical and functional Properties of starch extracts from tubers. **Journal of Physics: Conference Series**, 1469, 012002, 2020.

BARROS, D. R. Potencial Tecnológico Do Amido Nativo Do Ariá(*Goepertia Allouia* (Aubl.) Borchs. & S. Suárez). 2020. 83P. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, 2020.

BARROS, D. R; CARVALHO, A. P. M. G.; DA SILVA, E. O.; SAMPAIO, U. M.; DE SOUZA, S. M.; SANCHES, E. A; DE SOUZA S. A.; CLERICI, M. T. P. S.; CAMPELO, P. H. Ariá (*Goepertia allouia*) Brazilian Amazon tuber as a non-conventional starch source for foods. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 168, p. 187-194, 2021.

BHARTI, I.; SINGH, S.; SAXENA, D.C. Exploring the influence of heat moisture treatment on physicochemical, pasting, structural and morphological properties of mango kernel starches from Indian cultivars. **LWT-Food Science and Technology**, 110, 197-206, 2019.

BELTRAN, L. B.; SOUZA, A. C.; MELONI, C. E. P.; MAGIERO, P. E.; BERGAMASCO, R.; VIEIRA, A. M. S. Avaliação da capacidade antioxidante e propriedades tecnológicas da farinha do fruto da Palmeira Aiphanes Aculeata. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, p. 36868-36884, 2021.

BEMILLER, J. N. Starches: molecular and granular structures and properties. **Carbohydrate Chemistry for Food Scientists**, v. 3, p. 159-189, 2019.

BERNARDO, C. O.; ASCHERI, J. L. R.; CHÁVEZ, D. W. H.; CARVALHO, C. W. P. Ultrasound assisted extraction of yam (*Dioscorea bulbifera*) starch: effect on morphology and functional properties. **Starch – Stärke**, v. 70, 2018.

BENEVIDES, C. M.; SILVA, H. B. M.; LOPES, M. V.; MONTES, S. S.; SILVA, A. L. S.; MATOS, R. A.; JUNIOR, A. F. S.; SOUSA, A. C. S.; BEZERRA, M. A. Multivariate analysis for the quantitative characterization of bioactive compounds in “Taioba” (*Xanthosoma sagittifolium*) from Brazil. **Food Measure**, v. 16, p. 1-10, 2022.

BENDAOU, A.; KEHRBUSCH, R.; BARANOV, A.; DUCHEMIN, B.; MAIGRET, J. E.; FALOURD, X.; STAIGER, M. P.; CATHALA, B.; LOURDIN, D.; LEROY, E. Nanostructured cellulose-xyloglucan blends via ionic liquid/ water processing. **Carbohydrate Polymers**, 168, 163-172, 2017.

BET, C. D.; OLIVEIRA, C. S.; COLMAN, T. A. D.; MARINHO, M. T.; LACERDA, L. G.; RAMOS, A. P.; SCHNITZLER, E. Organic amaranth starch: A study of its technological properties after heatmoisture treatment. **Food Chemistry**, v. 264, p. 435-442, 2018.

BEUCHAT, L. B. Functional and electro phonetic characteristics of succinylated peanut flour proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.25, p.258-261,1977.

BEZERRA, J. A.; BRITO, M. M. (2020). Potencial nutricional e antioxidantes das Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e o uso na alimentação: Revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, p. e369997159, 2020.

BLIGH, E. G.; DYER, W, J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BORBA, V. S.; SILVEIRA, C. O.; ALVES, J. B.; GROPELLI, V. M.; BADIALE-FURLONG, E. Modificações do amido e suas implicações tecnológicas e nutricionais. **Ciência e Tecnologia De Alimentos: Pesquisa E Práticas Contemporâneas**. Editora Científica Digital, ed. 1, v. 1, p. 428-457, 2021.

BOTREL, N.; FREITAS, S.; FONSECA, M. J. O.; MELO, R. A. C.; MADEIRA, N. Nutritional value of unconventional leafy vegetables grown in the Cerrado Biome/Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. e2018174, 2020.

BRANCO, F. P.; CEREDA, M. P.; NAKA, M. H. Comparison of arrowroot (*Maranta arundinacea*) and cassava starch extraction in separation, concentration, and purification using a rotating sieve under water. **Engenharia Agrícola**, v. 40, p. 90-95, 2020.

BRASIL, Ministério da saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), **Diário Oficial da União** Resolução nº 429, de 08 de outubro de 2020. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Brasília, Outubro de 2020.

BRASIL. Resolução RDC nº711, de 01 de julho de 2022. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 de julho de 2022.

BRAUN, H.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L.; BUSATO, C.; CECON, P. R. Carboidratos e matéria seca de tubérculos de cultivares de batata influenciados por doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 285-293, 2010.

CALLE, J.; BENAVENT-GIL, Y.; GARZÓN, R.; ROSSEL, C. M. Exploring the functionality of starches from corms and cormels of *Xanthosoma sagittifolium*. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 54, p. 2494-2501, 2019.

CÂMARA, G. B.; OLIVEIRA, T. K. B.; MACEDO, C. S.; LEITE, D. D. F.; SOARES, T. C.; LIMA, A. R. N.; VASCONCELOS, S. H.; BARBOSA, M. L.; TRIGUEIREDO, L. S. L. Caracterização físico-química, toxicológica e nutricional das folhas da Moringa oleifera Lam secas e in natura. **Research, Society and Development**, vol. 8, p. 01-13, 2019.

CAMARGO, V. C. S.; SREBERNICH, S. M. Composição físico-química e teor de carotenóides de batata-doce biofortificada cultivar Beauregard. **Avanços em ciência e tecnologia de alimentos**. Editora Científica Digital, ed<sup>a</sup>. 1, v. 5, p. 156-167, 2021.

CÂNDIDO, H. T.; MOLHA, N. Z.; EBURNEO, J. A. M.; LEONEL, M. Minerals And Resistant Starch In Red Banana Flours 'São Domingos' Triploid (AAA) Minerales Y Almidón Resistente En Harinas De Plátano Rojo Triploide 'São Domingos' (AAA). **Research, Society and Development**, v. 10, p. e1810413860, 2021.

CARNEIRO, G. R.; CREMA, N. M.; ZUGE, L. C. B.; RIBEIRO, L. F. Physical and chemical evaluation of husk and pulp flours of *Dioscorea bulbifera* L. with the possibility of application in bakery. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, p.96201-96211, 2020.

CARVALHO, A., ROSAS, A., BARROS, D., LARANJEIRA, R., DIAS, J., LIMA JÚNIOR, E., NASCIMENTO, K., ARAÚJO, S., ASSIS, T., CAMPELO, P., Análise físico-químico do amido de ária (*Goeppertia allouia* (AUBL.) Borchs. & S. Suárez). **Avanços em ciência e tecnologia de alimentos**. São Paulo: Editorial Científica Digital, ed.1, v. 3, p. 255-265, 2021.

CASAS, A.; LADIO, A. H.; CLEMENT, C. R. Ecology and evolution of plants under domestication in the neotropics. **Frontiers in Ecology Evolution**, v. 7, p. 231, 2019.

CASTANHA, N.; LIMA, D. C.; MATTA JÚNIOR, M. D.; CAMPANELLA, O. H.; AUGUSTO, P. E. D. Combining ozone and ultrasound technologies to modify maize starch. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 139, p. 63-74, 2019.

CASTRO, D. S. de; MOREIRA, I. dos S.; MELO, B. A. de; GOMES, J. P.; SILVA, W. P. da. Sensorial assessment of added ketchup of pitomba seed starch. **Research, Society and Development**, v. 9, p. 1-12, 2020.

CASTRO, L. M. G.; ALEXANDE, E. M. C.; SARAIVA, J. A.; PINTADO, M. Impact of high pressure on starch properties: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 106, p. 105877, 2020.

CASTRO, M. T.; SIQUEIRA, R. A.; JORGE, A. P. P.; SILVA, E. E. A. N.; ATAIDES, I. M. R.; SANTOS, P. A. Propriedades físico-químicas e funcionais de biomassa de banana verde (*Musa spp.*). **Global Science and Technology**, v. 12, p. 53-64, 2019.

CEPEA/ESALQ – Centro De Estudos Avançados Em Economia Aplicada Da Escola Superior De Agricultura “Luiz De Queiroz”. **MANDIOCA/CEPEA: Produção de fécula cresce pelo segundo ano consecutivo no Brasil**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v.3, p. 246-332, 2003.

CESAR, A. L. T. M. de S.; CHEIM, L. M. G.; ROSSIGNOLI, P. A.; RODRIGUES, L. J.; SILVA, F. F. da; TAKEUCHI, K. P.; CARVALHO, D. de M.; FARIA, A. M. de M. . Physical chemicals and rheologicals characterization of corn starch (*Zea mays* L.) landraces popcorn. **Research, Society and Development**, v. 10, p. 1-21, 2021.

CLERICI, M. T. P. S.; SCHMIELE, M. Identification and analysis of starch. **Starches for food application: Chemical, technological and health properties**. United States: Elsevier/Academic Press, n. 32, cap. 2, p. 23-69, 2019.

COELHO, A. R. F.; LIDON, F. C.; PESSOA, C. C.; MARQUES, A. C.; LUIS, I. C.; CALEIRO, J.; SIMÕES, M.; KULLBERG, J.; LEGOINHA, P.; BRITO, M.; GUERRA, M.;

LEITÃO, R. G.; GALHANO, C.; SCOTTI-CAMPOS, P.; SEMEDO, R. G.; SILVA, M. M.; PAIS, I. P.; SILVA, M. J.; RODRIGUES, A. P.; PESSOA, M. F. Can Foliar Pulverization with  $\text{CaCl}_2$  and  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  Trigger Ca Enrichment in *Solanum tuberosum* L. Tubers?. *Plants*, v. 10, p. 245, 2021.

COELHO, M. A. N., L. MORAES, F. WIMMER, V. MENEZES, T. AMORIM & L. NOVAES, 2018. Araceae In: G. MARTINELLI, E. MARTINS, M. MORAES, R. LOYOLA & R. AMARO (Org.): Livro vermelho da flora endêmica do estado do Rio de Janeiro: 137. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Andrea Jakobsson, Rio de Janeiro.

COFFMAN, W. R.; JULIANO, B. O. Rice. In: OLSON, R. A.; FREY, K. J. Nutritional quality of cereal grains: Genetic and agronomic improvement. **Madison: American Society of Agronomy**, cap. 5. p.101-131, 1987. FAOSTAT, 2014. Crop Production Data. **Food and Agriculture Organization of The United Nations**, Rome, Italy.

COLUSSI, R.; KAUR, L.; ZAVAREZE, E. R.; DIAS, A. R. G.; STEWART, R. B.; SINGH, J. High pressure processing and retrogradation of potato starch: Influence on functional properties and gastro-small intestinal digestion *in vitro*. **Food Hydrocolloids**, v. 75, p. 131-137, 2018.

CORREIA, P. R.; BEIRÉ-DA-COSTA, M, L. Starch isolation from chestnut and acorn flours through alkaline and enzymatic methods, **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, p. 309-316, 2012.

COSTA, A.; DA SILVA, E. C.; DE ALMEIDA CARLOS, L.; MOREIRA MARTINS, L.; MASCARENHAS MACIEL, G.; NUNES DE MENDONÇA, T. F. Cultivation of taioba in hydroponic system (ebb and flow) using different substrates. **Scientia Plena**, v. 16, p. 060201, 2020.

COSTA, B. P. Potencial Tecnológico Do Amido Da Semente De Nêspira (*Eryobotria Japonica*): Características E Efeitos De Diferentes Métodos De Extração. 2019. 93P. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2019.

COSTA, F.; BRAGA, R. C. .; BASTOS, M. do S. R. .; SANTOS, D. N. dos .; FROTA, M. M. . Edible coatings based on cassava starch (*Manihot esculenta*) in vegetable products: a review. **Research, Society and Development**, v. 11, 2022.

CUNHA, M. A. DA, PINTO, L. C., SANTOS, I. R. P. DOS, NEVES, B. M., & CARDOSO, R. DE C. V. Neglected and Underutilized Species in the perspective of Food and Nutritional Security promotion in Brazil. **Research, Society and Development**, v. 10, 2021.

DANIEL, A. P.; BOCHI, V. C.; STEFFENS, C.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T. Fracionamento a seco da farinha de aveia e modificação química da fração rica em amido. **Food Science and Technology**, v. 26, p. 936-943, 2006.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. Grupo A, ed. 5, p.1112, 2019.

DEREJE, B. Composition, morphology and physicochemical properties of starches derived

from indigenous Ethiopian tuber crops: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 187, p. 911–921, 2021.

DIAZ, A. P.; VALLE, G. D.; LONGAS, F. F. Thermorheological characteristics and extrudability aptitude of a new amylose-free cassava starch. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 47, p. e014422, 2023.

DINIZ, C. S. Modificação Química De Amido Termoplástico Por Extrusão Reativa. 2021. 99P. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Minas Gerais, 2021.

DIYANA, Z.N.; JUMAIDIN, R.; SELAMAT, M.Z.; GHAZALI, I.; JULMOHAMMAD, N.; HUDA, N.; ILYAS, R.A. Physical properties of thermoplastic starch derived from natural resources and its blends: A review. **Polymers**, v. 13, p. 5–20, 2021.

DOMINGOS, D. G.; DALARI, B. L. S. K.; VIELMO, A. S. L.; SCHALLEMBERGER, J. B.; OLIVEIRA, D. C. Extração e caracterização de amido de diferentes fontes vegetais: Uma alternativa para materiais biodegradáveis a base de amido. **Processos químicos e biotecnológicos**. Editora Poisson, ed<sup>a</sup>1, v. 6, p. 21-31, 2020.

DONMEZ, D.; PINHO, L.; PATEL, B.; DESAM, P.; CAMPANELLA, O. H. Characterization of starch–water interactions and their effects on two key functional properties: starch gelatinization and retrogradation. **Current Opinion in Food Science**, v. 39, p. 103–109, 2021.

ELZEY, B.; POLLARD, D.; FAKAYODE, S.O. Determination of adulterated neem and flaxseed oil compositions by FTIR spectroscopy and multivariate regression analysis. **Food Control**, v. 68, p. 303-309, 2016.

ESPINOSA-SOLIS, V.; ZAMUDIO-FLORES, P.B.; ESPINO-DÍAZ, M.; VELA-GUTIÉRREZ, G.; RENDÓN-VILLALOBOS, J.R.; HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M.; HERNÁNDEZ-CENTENO, F.; LÓPEZ-DE La PEÑA, H.Y.; SALGADO-DELGADO, R.; ORTEGA-ORTEGA, A. Physicochemical Characterization of Resistant Starch Type-III (RS3) Obtained by Autoclaving Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) Flour and Corn Starch. **Molecules**, v. 26, p. 4006, 2021.

FAO/WHO – Food Agriculture Organization of The United Nations – World Health Organization. Human vitamin and mineral requirements. Rome, 2002.

FAN, Y.; PICCHIONI, F. Modification of starch: a review on the application of “green” solvents and controlled functionalization. **Carbohydrate Polymers**, v. 241, p. 116350, 2020.

FARDIN, E. S.; BIRAL, J. S.; CORDEIRO, J. M.; CARVALHO, M. M. F. Acompanhamento nutricional no período pré-gestacional, gestacional e puerperal. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 4, p. 1-13, 2023.

FARIAS, A. V. Caracterização Das Propriedades Do Amido Da Crueira De Mandioca (Manihot Esculenta Crantz) Isolado Por Diferentes Métodos De Extração. 2022. 84P. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, 2022.

FARIAS, D. P.; ARAÚJO, F. F.; NERI-NUMA, I. A.; DIAS-AUDIBERT, F. L.; DELAFIORI, J.; CATHARINO, R. R.; PASTORE, G. M. Distribution of nutrientes and functional potential in fractions of *Eugenia pyriformis*: Na underutilized native Brazilian fruit. **Food Research International**, v. 137, p. 109522, 2020.

FARIAS, F. A. C.; MORETTI, M. M. S.; COSTA, M. S.; B. S. E.; CAVALCANTE, K. S. B.; BOSCOLO, M.; GOMES, E.; FRANCO, C. M. L.; SILVA, R. Structural and physicochemical characteristics of taioba starch in comparison with cassava starch and its potential for ethanol production. **Industrial Crops and Products**, v. 157, p. 112825, 2020.

FELISBERTO, M. H. F.; BERALDO, A. L.; COSTA, M. S.; BOAS, F. B.; FRANCO, C. M. L.; CLERICI, M. T. P. S. Characterization of young bamboo culm starch from *Dendrocalamus asper*. **Food Research International**, v.124, p.222-229, 2019.

FELISBERTO, M. H. F.; BERALDO, A. L.; SENTONE, D. T.; KLOSTERHOFF, R. R.; CLERICI, M. T. P. S.; CORDEIRO, L. M. C. Young culm of *Dendrocalamus asper*, *Bambusa tuldooides* and *B. Vulgaris* as source of hemicellulosic dietary fibers for the food industry. **Food Research International**, v. 140, p. 1-8, 2021.

FELISBERTO, M. H. F.; COSTA, F. M. S.; BOAS, F. V. B.; LEIVAS, C. L.; FRANCO, C. M. L.; SOUZA, S. M.; CLERICI, M. T. P.; CORDEIRO, L. M. C. Characterization and technological properties of peach palm (*Bactris gasipaes* var. *gasipaes*) fruit starch. **Food Research International**, v. 136, p. 109569, 2020.

FERRONATTO, A. N.; ROSSI, R. C.; CAPPELLARI, F. Resistant Starch: Functional Food Alternative to Glucose Homeostasis, Decrease of Fat Profile and Gut Microbiota Modulation. **Revista Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 8, 2020.

FOOD INGREDIENTS BRASIL (FIB). Amido. Nº35. 2015. Disponível: <http://www.revista-fi.com/materias/499.pdf>. Acesso em 13 de junho de 2022.

FONTES, R. L. S. Extração e caracterização de biopolímeros obtidos a partir do resíduo agroindustrial da manga ubá (*Mangifera indica* l.): aplicação em filmes alimentícios. 2018. 137P. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

FUENTES, C.; CASTAÑEDA, R.; RENGEL, F.; PEÑARRIETA, J. M.; NILSSON, L. Characterization of molecular properties of wheat starch from three different types of breads using asymmetric flow field-flow fractionation (AF4). **Food Chemistry**, v. 298, 2019.

GARCIA, J. A., CORRÊA, R. C., BARROS, L., PEREIRA, C., ABREU, R. M., ALVES, M. J., CALHELHA, R. C., BRACHT, A., PERALTA, R. M., & FERREIRA, I. C. F. R. Phytochemical profile and biological activities of 'Ora-pro-nobis' leaves (*Pereskia aculeata* Miller), an underexploited superfood from the Brazilian Atlantic Forest. **Food Chemistry**, v. 294, p. 302-308, 2019.

GOLALVES, R. P.; LIMA, J. R.; MORAES, L. O. Vegetal gardens as ways of use and dissemination of non-conventional food plants in Brazil. **FTT Journal of Engineering and Business**, p. 67-78, 2020.

GOMES, P. T. G. Produção De Amido Resistente Misto Por Extrusão Termoplástica E Aplicação Em Biscoito Cream Cracker Sem Glúten. 2020. 126P. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal dos Vales de Jequitinhonha e Mucuri, Minas Gerais, 2020.

GOMIDE, A. I. Secagem De Batatas Por Micro-Ondas A Vácuo: Estudo Da Digestibilidade Do Amido, Índice Glicêmico E Aceitabilidade Sensorial. 2021. 156P. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

GRAF, B.L.; ZHANG, L.; CORRADINI, M.G.; KUHN, P.; NEWMAN, S.S.; SALBAUM, J.M.; RASKIN, I. Physicochemical differences between malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) and potato (*Solanum tuberosum*) tubers are associated with differential effects on the gut microbiome. **Journal of Functional Foods**, v. 45, p. 268–276, 2018.

GRIEGER, J. A.; GRZESKOWIAK, L. E.; WILSON, R. L.; BIANCO-MIOTTO, T.; LEEMAQZ, S. Y.; JANKOVIC-KARASOULOS, T.; PERKINS, A. V.; NORMAN, R. J.; DEKKER, G. A.; ROBERTS, C. T. Maternal Selenium, Copper and Zinc Concentrations in Early Pregnancy, and the Association with Fertility. **Nutrientes**. v.11, p. 7, 2019.

GUEDES, J. S.; LIMA, D. C.; CASTANHA, N.; MATTA-JUNIOR, M. D.; AUGUSTO, P. D. E. Physicochemical and functional properties of a novel starch from uvaia (*Eugenia pyriformis*) seed, a native fruit from Brazil. *Journal of Food Processing and Preservation*. **Institute of Food Science&Technology**, v. 45, 2021.

GUNARATNE, A.; HOOVER, R. Effect of heat–moisture treatment on the structure and physicochemical properties of tuber and root starches. **Carbohydrate Polymers**, 49, 425-437, 2002.

GUO, K.; LIN, L.; FAN, X.; ZHANG, L.; WEI, C. Comparison of structural and functional properties of starches from five fruit kernels. **Food Chemistry**, v. 257, p. 75-82, 2018.

HAKIM, L.; TRIWITONO, P.; SUPRIYANTO.; MARSEN, D.W. Microwave treatment to optimize physicochemical properties of modified Busil (*Xanthosoma sagittifolium*) starch. **Food Research**, v. 6, p. 304 - 311, 2022.

HAKIM, L.; TRIWITONO, P.; SUPRIYANTO.; MARSEN, D. W. Physicochemical characterization of Cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) starch from Banjarnegara highland as a local source of carbohydrate. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 653, p. 012049, 2021.

HORNUNG, P. S.; ÁVILA, S.; LAZZAROTTO, M.; SILVEIRA LAZZAROTTO, S. R.; ANDRADE DE SIQUEIRA, G. L.; SCHNITZLER, E.; RIBANI, R. H. Enhancement of the functional properties of Dioscoreaceas native starches: mixture as a green modification process. **Thermochimica Acta**, 649, 31-40, 2017.

HSIEH, C. F.; LIU, W.; WHALEY, J.K.; SHI, Y. C. Structure, properties, and potential applications of waxy tapioca starches – A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 83, p. 225 – 234, 2019.

HÜTTNER KRINGEL, D.; HALAL, S. L. M.; ZAVAREZE, E. R.; DIAS, A. R. G. Methods

for the Extraction of Roots, Tubers, Pulses, Pseudocereals, and Other Unconventional Starches Sources: A Review. **Starch**, v. 72, 2020.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, ed. 4, p. 1020, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **Rice: Determination of amylose content - Part 2: Routine methods**, v. 6647-2, p. 9, 2007.

IONASHIRO, M.; CAIRES, F. J.; GOMES, D. J. C. **Giolito: Fundamentos da Termogravimetria e Análise Térmica Diferencial/Calorimetria Exploratória Diferencial**. Giz, v. 1, p. 80, 2014.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO (JBRJ), 2019. Reflora - Herbário Virtual. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>.

JESUS, B. B. S.; SANTANA, K. S. L.; OLIVEIRA, V. J. S.; CARVALHO, M. J. S.; ALMEIDA, W. A. B. PANCs – Plantas alimentícias não convencionais, benefícios nutricionais, potencial econômico e resgate da cultura: uma revisão sistemática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, p. 309-322, 2020.

JIANG, T.; DUAN, Q.; ZHU, J.; LIU, H.; YU, L. Starch-based Biodegradable Materials: Challenges and Opportunities. **Advanced Industrial and Engineering Polymer Research**, v.3, p. 8-18, 2020.

JORDAN, R. A.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J. .; FERREIRA, O. M. .; QUEQUETO, W. D.; SIQUEIRA, V. C.; MENDOZA, V. da S. .; FLOZINO, G. K. M. .; SANCHES, Ítalo S. .; SANCHES, Édipo S. .; ANTUNES, B. M. . Effect of drying systems and conditions on specific energy consumption and taioba (*Xanthosoma sagittifolium* schott) bioactive compounds. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e21610716512, 2021.

JUNQUEIRA, J. R. J.; CORREA, J. L. G.; RESENDE, N.S.; BALBINOTI, T. C. V.; GATTI, I. P.; MENDONÇA, K. S. Ethanol pretreatment in taioba leaves during vacuum drying. **Food Science and Technology**, v. 45, p. e020421, 2021.

KARIM, A. A.; TOON, L. C.; LEE, V. P. L.; ONG, W. Y.; FAZILAH, A.; NODA, T. Effects of phosphorus contents on the gelatinization and retrogradation of potato starch. **Journal of Food Science**, v. 72, p. C132-C138, 2007.

KAYODE, B. I.; KAYODE, R. M. O.; SALAMI, K. O.; OBILANA, A. O.; GEORGE, T. T.; DUDU, O. E.; ADEBO, O. A.; NJOBEH, P. B.; DIARRA, S. S.; OYEYINKA, S. A. Morphology and physicochemical properties of starch isolated from frozen cassava root. **LWT – Food Science and Technology**, v. 147, p. 111546, 2021.

KEYATA, Ebisa Olike; TOLA, Yetenayet B.; BULTOSA, Geremew; FORSIDO, Sirawdink Fikreyesus. Premilling treatments effects on nutritional composition, antinutritional factors, and in vitro mineral bioavailability of the improved Assosa I 49 sorghum variety (*Sorghum bicolor* L.). **Food Science and Nutrition**, vol. 9, p. 1929–1938, 2021.

KINUPP, V. F. Riqueza de plantas alimentícias não-convencionais na região metropolitana de

Porto Alegre. In: Plantas alimentícias não-convencionais da Região Metropolitana de Porto Alegre, RS. Porto Alegre, 2007. 562 p. Tese - (Doutorado em Fitotecnia), Faculdade Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. 1. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2014.

KUMAR, L.; BRENNAN, M.; ZHENG, H.; BRENNAN, C. The effects of dairy ingredients on the pasting, textural, rheological, freezethaw properties and swelling behaviour of oat starch. **Food Chemistry**, v. 245, p. 518-524, 2018.

KUMAR, Y.; SINGH, L.; SHARANAGAT, V.S.; PATEL, A.; KUMAR, K. Effect of Microwave Treatment (Low Power and Varying Time) on Potato Starch: Microstructure, Thermo-Functional, Pasting and Rheological Properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 155, p. 27–35, 2020.

LANA, M. M.; TAVARES, S. A. (Ed.). **50 Hortaliças: como comprar, conservar e consumir**. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. Atualizado: Embrapa Hortaliças, 2021.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E.W. **Carboidratos en alimentos regionales Iberoamericanos**. Edusp, ed. 1, v. 1, p. 648, 2006.

LAWAL, O. S.; ADEBOWALE, K. O. Physicochemical characteristics and thermal properties of chemically modified jack bean (*Canavalia ensiformis*) starch. **Carbohydrate Polymers**, v.60, p.331-341, 2005.

LEÔNICIO, G. J. B.; BARBOSA, M. T.; PINTO, M. R. O.; GALDINO, T. P.; GUIMARÃES, P. Q.; SOUSA, W. J. B.; FOOK, M. V. Desenvolvimento e caracterização de filmes poliméricos de amido extraído do caroço da jaca (*Artocarpus Heterophilus*) e polivinilpirrolidona para utilização como curativo. *Research, Society and Development*, v. 11, p. e73111234186, 2022

LIMA, N. B. F.; SILVA, L. B.; BORGES, M. V.; NEVES, R. R.; VERA, R.; FERREIRA, G. A. Caracterização do amido de araruta orgânica e potencial para aplicação tecnológica em alimentos. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 6, p. 118–126, 2019.

LI, J.; ZHANG, S.; ZHANG, Z.; REN, S.; WANG, D.; WANG, X.; WANG, X., ZHANG, C.; WANG, M. Extraction and characterization of starch from Yard-long bean (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. unguiculata cv.-gr. sesquipedalis). **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 181, p. 1023–1029, 2021.

LIU, Y.; GAO, J.; WU, H.; GOU, M.; JING, L.; ZHAO, K.; LI, W. Molecular, crystal and physicochemical properties of granular waxy corn starch after repeated freeze-thaw cycles at different freezing temperatures. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 133, p. 346–353, 2019.

LIU, X.; LIU, S.; XI, H.; XU, J.; DENG, D.; HUANG, G. Effects of soluble dietary fiber on the crystallinity, pasting, rheological, and morphological properties of corn resistant starch. **LWT - Food Science and Technology**, v. 111, p. 632-533, 2019.

MACENA, J. F. F.; SOUZA, J. C. A.; CAMILLOTO, G. P.; CRUZ, R. S. Physico-chemical, morphological and technological properties of the avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass) seed starch. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, p. e001420, 2020.

MAIA, A. G.; MELO, N. G. M.; DANTAS, L. O.; SOUZA, R. P. de; MORENO, M. N.; MARINHO, N. M. V.; MARTIM, S. R. Chips of *Dioscorea bulbifera*: an innovative alternative for the technological processing of non-conventional food plants from Amazon. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e284101523052, 2021.

MACDOUGAL, D. B. Colour of meat. **Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. In Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products.** Editora Springer Link, v. 9, p. 79-93, 1994.

MAHAN, L. K.; RAYMOND, J. L.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause Alimentos, nutrição e dietoterapia.** Elsevier, ed. 13, v. 1, p. 401-680, 2012.

MAJZOBI, M.; FARAHNAKY, A. Granular cold-water swelling starch; properties, preparation and applications, a review. **Food Hydrocolloids**, v. 111, p. 106393, 2021.

MAMAT, H.; HAMID, M. A.; LEE, J. S.; ZAINOL, K. Extraction and characterisation of cassava starch cultivated in different locations in Sabah, Malaysia. **Food Research**, v. 5, p. 44-52, 2021.

MANIGLIA, B. C.; LIMA, D. C.; MATTA JUNIOR, M. D.; LE-BAIL, P.; LE-BAIL, A.; AUGUSTO, P. E. D. Preparation of cassava starch hydrogels for application in 3D printing using dry heating treatment (DHT): A prospective study on the effects of DHT and gelatinization conditions. **Food Research International**, v. 128, p. 108803, 2020.

MAKROO, H. A.; NAQASH, S.; SAXENA, J.; SHARMA, S.; MAJID, D.; DAR, B. N.; Recovery and characteristics of starches from unconventional sources and their potential applications: A review. **Applied Food Research**, v. 1, p. 100001, 2021.

MANIGLIA, B. C.; TAPIA-BLÁCIDO, D. R. Isolation and characterization of starch from babassu mesocarp. **Food Hydrocolloids**, v. 55, p. 47-55, 2017.

MANIGLIA, B. C., TESSARO, L., RAMOS, A. P., & TAPIA-BLÁCIDO, D. R. Which plasticizer is suitable for films based on babassu starch isolated by different methods? **Food Hydrocolloids**, v. 89, p. 143-152, 2019.

MARKUSSE, D.; MARCEL, N.R.; ABOUBAKAR, X.; NICOLAS, N.Y.; JOËL, S.; MOSES, M.F.C. Production, physicochemical and sensory characterization of cocoyam mixed flours and pastes (achu). **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 12, p. 1242-1252, 2018.

MARIDINI FILHO, A.M.; PIROZI, M. R.; BORGES, J. T. S.; SANT'ANA, H. M. P.;

CHAVES, J. B. P.; COIMBRA, J, S, R. Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, p. 1618-1630, 2017.

MARTINS, A. Caracterização E Modificação Do Amido De Taro Roxo (*Colocasia esculenta* B. Tini) Por Ultrassom E Congelamento E Descongelamento. 2020. 108P. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, 2020.

MARTINS, A.; BENINCA, C.; BET, C. D.; BISINELLA, R. Z. B.; OLIVEIRA, C. S.; HORNUNG, P. S.; SCHNITZLER, E. Ultrasonic modification of purple taro starch (*Colocasia esculenta* B. Tini): structural, psychochemical and thermal properties. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 142 p. 1-10, 2020.

MARTINS, M. G.; SANTOS, O. V.; CHISTÉ, R. C.; PENA, R. S. (2022). Physicochemical and morphological properties of the non-conventional *Calathea allouia* starch. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 46, p. e17124, 2022.

MARTINS, M. M. M.; SOUZA, D. C.; BOTREL, N.; RESENDE, L. V.; PEREIRA, J. *Xanthosoma riedelianum* starch for use in the food industry. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, p. e01765, 2020.

MARTINÉZ, C.; CUEVAS, F. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz: guia de estudio para ser usada como complemento de la unidad auditorial sobre el mismo tema.** 3 ed. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1989.

MCGUIRE, R. G. Reporting of Objective Color Measurements. **HortScience**, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MELO NETO, B. A.; BARBOSA, A. A.; SANTOS LEITE, C. X.; ALMEIDA, P. F.; BONOMO, R. C. F.; PONTES, K. V. Chemical Composition and Functional Properties of Starch Extracted from the Pejibaye Fruit (*Bactris Gasipaes* Kunth.). **Acta Scientiarum. Technology**, n. 37, p.105–110, 2015.

MELO NETO, B. A.; FERNANDES, B. S.; JUNIOR, C. C. M. F.; FRANCO, M.; BONOMO, R. C. F.; DE ALMEIDA, P. F.; PONTES, K. V. Thermal-morphological characterisation of starch from peach-palm (*Bactris Gasipaes* kunth) fruit (Pejibaye). **International Journal of Food Properties**, v. 20, n. 5, p. 1007–1015, 2017a.

MELO NETO, B. A.; JUNIOR, C. C. M. F.; SILVA, E. G. P. da; FRANCO, M.; SANTOS REIS, N. dos; FERREIRA BONOMO, R. C.; ALMEIDA, P. F. de; PONTES, K. V. Biodegradable thermoplastic starch of peach palm (*Bactris gasipaes* kunth) fruit: Production and characterisation. **International Journal of Food Properties**, v. 20, p. S2429–S2440, 2017b.

MELO, S. R. S.; SANTOS, L. R.; SILVA, T. M.; CARDOSO, B. E. P.; ARAÚJO, D. S. C.; SOUSA, T. G. V.; SOUSA, M. P.; SEVERO, J. S.; MARREIRO, D. N. Suplementação com magnésio sobre a performance de atletas: uma revisão sistemática Magnesium supplementation on the performance of healthy athletes: a systematic review. **Research, Society and Development**, v. 9, p. e117911754, 2020.

MESQUITA, C. B.; LEONEL, M. FRANCO, C. M. L. LEONEL, S.; GARCIA, E. L.; SANTOS, T. P. R. Characterization of banana starches obtained from cultivars grown in Brazil. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 89, p. 632–639, 2016.

MILFONT, C. H. R. Efeito Do Óleo De Coco E Da Nanoargila No Processamento E Nas Propriedades De Amido Termoplástico. 2021. 102P. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2021.

MINELLO, L.; SARTORI, V. C.; TOUGUINHA, L. B. A. .; AGOSTINI, F.; SILVA, S. M. e.; SALVADOR, M. Comparative study of different methods of extracting bioactive compounds from wild edible plants (WEP). **Research, Society and Development**, v. 10, p. e190101724210, 2021.

MOURA, C. V. R., SOUSA, D. C., MOURA, E. M., ARAÚJO, E. C. E.; SITTOLIN, I. M. New biodegradable composites from starch and fibers of the babassu coconut. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 31, p. e2021007, 2021.

NASCIMENTO, G. M.; VASCONCELOS, H. G.; RODRIGUES, F. O. S.; FAVERI, L. A.; LARA, L. R.; MORAES, E. E. C. de; CASTRO, H. de; CALIXTO, R. C.; CAZAROTTO, V. T.; VIALI, K. H. L.; RESENDE, D. B.; FÁVERO, G. F. C. Hiperparatireoidismo secundário: correlação clínica, laboratorial e radiológica / Secondary hyperparathyroidism: clinical, laboratory and radiological correlation. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, p. 51056–51069, 2021.

NASCIMENTO, W. J. do; SILVA, D. de M. B. da.; ALVES, E. S.; MONTEIRO, A. R. G. Development and characterization of extruded snack based on tapioca flour, and sensory evaluation on purchase intention. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e15310212395, 2021.

NOGUEIRA, G. F.; FAKHOURI, F. M.; OLIVEIRA, R. A. Effect of incorporation of blackberry particles on the physicochemical properties of edible films of arrowroot starch. **Drying Technology**, v. 37, p. 448-457, 2018.

NOGUEIRA, G. F.; FAKHOURI, F. M.; OLIVEIRA, R. A. Extraction and characterization of arrowroot (*Maranta arundinaceae* L.) starch and its application in edible films. **Carbohydrate Polymers**, v. 186, p. 64-72, 2018.

OKYERE, A. Y.; RAJENDRAN, S.; ANNOR, G. A. Cold plasma technologies: Their effect on starch properties and industrial scale-up for starch modification. **Current Research in Food Science**, v. 5, p. 451-463, 2022.

OLATIDOYE, O. P.; ADENOYE, D. A.; IDEMUDIA, B. J. Influence of chemical modification on some properties of starches from tiger nut (*Cyperus esculentus*) and cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) as a potential biomaterial. **International Research Journal of Biological Sciences**, v.1, p. 13-24, 2019.

OLIVEIRA, C. S.; WAIGA, L. H.; BET, C. D.; LACERDA, L. G.; COLMAN, T. A. D.; SCHNITZLER, E. Effect of ball milling on thermal, morphological and structural properties of

starches from *Zingiber officinale* and *Dioscorea* sp. **Carpathian Journal of Food Science & Technology**, v. 10, p. 90-103, 2018.

OLIVEIRA, L. A.; SOUZA, J. M. L.; MATOS, M. F. R.; ALVARES, V. S. Farinha de mandioca: alimento fonte de fibras e amido resistente. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, ed. 1, v. 245, p. 23, 2021.

OMOREGIE EGHAREVBA, H. **Chemical Properties of Starch and Its Application in the Food Industry**. Chemical Properties of Starch. IntechOpen, v. 32, p. 137–144, 2020.

OROZCO, G. A. M. Produção De Filmes De Amido Extraído De Banana Prata Verde (*Musa Sapientum*) Modificados Com Plasma Dbd Em Múltiplas Etapas. 2021. 93P. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2021.

ÖZTÜRK, S.; MUTLU, S. Physicochemical Properties, Modifications, and Applications of Resistant Starches. **Starches for Food Application: Chemical, Technological and Health Properties**. United States: Elsevier/Academic Press, ed. 1, p. 297-325, 2019.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, p. 36–60, 2013.

PETROPOULOS, S.A., KARKANIS, A., MARTINS, N., & FERREIRA, I.C.F.R. Edible halophytes of the Mediterranean basin: Potential candidates for novel food products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 74, p. 69–84, 2018.

PEREIRA, N. C. T. C.; ALBURQUERQUE, I. N.; COSTA, K. H.; BORGES, P. L.; NUNES, R. K. S.; ALMEIDA, E. B.; GUEDES, M. R.; HEEN. R. Ações de educação alimentar e nutricional com grupos em vulnerabilidade social: relato de experiência. **Revista Ciência Plural**, v. 6, p. 170-191, 2020.

PINTO, D. S.; SOUZA, A. G. R.; COSTA, J. N.; CARNEIRO, L. T.; FARIAS, M. D. P. Effect of Tommy Atkins mango (*Mangifera Indica*) almond starch as a thickener in fish pâtés: Physicochemical and sensorial. **Research Society and Development**, v. 10, p. e54710313694, 2021.

PINTO, C. C.; SANCHES, E. A.; CLERICI, M. T. P. S.; PEREIRA, M. T.; CAMPELO, P. H.; SOUZA, S. M. X-ray diffraction and Rietveld characterization of radiation-induced physicochemical changes in *Aria* (Goeppertia allouia) C-type starch. **Food Hydrocolloids**, v. 117, p. 106682, 2021.

PIRES, M. B.; AMANTE, R. E.; PETKOWICZ, C. L. O.; ESMERINO, E. A.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. Impact of extraction methods and genotypes on the properties of starch from peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) fruits. **LWT - Food Science and Technology**, v. 150, p. 111983, 2021.

POLA, A. C., NUNES, E. DA C., & MORETO, A. L. Estimativas do rendimento de farinha e de amido em mandioca. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, p. 30-33, 2021.

RADÜNZ, M.; RIBAS, B. L. P.; AREJANO, G. G.; CAMARGO, T. M.; HACKBART, H. C. S.; RADÜNZ, A. L.; Biological Activities Of Resistant Starch And Other Nondigestible

Oligosaccharides: A Brief Review. **Visão Acadêmica**, v.19, 2018.

RAI, A.; BIKASH, M.; RAVINDRA, R. Supercritical extraction of sunflower oil: A central composite design for extraction variables. **Food Chemistry**, v. 192, p. 647-659, 2016.

RAMOS, A. S.; VERÇOSA, R. M.; TEIXEIRA, S. M. L.; TEIXEIRA-COSTA, B. E. Calcium oxalate content from two Amazonian amilaceous roots and the functional properties of their isolated starches. **Food Science Technology**, v. 40, p. 705-711, 2020.

ROBERTSON, T. M.; ALZAABI, A. Z.; ROBERTSON, M. D.; FIELDING, B. A. Starchy carbohydrates in a healthy diet: the role of the humble potato. **Nutrients**, v. 10, p. 1764, 2018.

RODRIGUES, A. A. M.; SANTOS, L. F.; COSTA, R. R.; FÉLIX, D. T.; NASCIMENTO, J. H. B.; LIMA, M. A. C. Characterization of starch from different non-traditional sources and its application as coating in ‘Palmer’ mango fruit. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, p. 1-12, 2020.

RODRIGUES, L. M.; ROMANINI, E. B.; SILVA, E.; PILAU, E. J.; COSTA, S. C.; MADRONA, G. S. Uvaia (*Eugenia pyriformis Cambess*) residue as a source of antioxidants: An approach to ecofriendly extraction. **LWT – Food Science and Technology**, v. 138, p. 110785, 2021.

RODRIGUES, S. C. S. Desenvolvimento De Filmes Poliméricos Biodegradáveis À Base Do Amido Extraído Do Babaçu E De Milho Para Aplicação Em Embalagens De Alimentos. 2021. 141P. TESE (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Piauí, Piauí, 2021.

RONKO, L. Z.; CHEZINI, A.; BASSO LOS, F. G.; DEMIATE, I. M. Caracterização físico-química de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) e das propriedades tecnológicas de sua fração amido. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 15, p. 3534-3555, 2021.

SÁ, A. R. A.; LIMA, M. B. de; SILVA, E. I. G. e; MENDES, M. L. M.; MESSIAS, C. M. B. de O. Caracterização físico-química e nutricional de farinhas obtidas de inhame (*Dioscorea* spp.) e taro (*Colocasia esculenta*) comercializados em Petrolina-PE. **Saúde (Santa Maria)**, v. 3, 2019.

SANTIAGO-RAMOS, David; FIGUEROA-CÁRDENAS, J. D. ; MARISCALMORENO, R. M.; ESCALANTE-ABURTO, A.; PONCE-GARCÍA, N.; VÉLES-MEDINA, J. J. Physical and chemical changes undergone by pericarp and endosperm during corn nixtamalization-A review. **Journal of Cereal Science**, vol. 81, p. 108–117, 2018.

SANTOS, M. A. S.; PROTÁZIO, D. C.; COSTA, G. P. da; REBELLO, F. K.; MARTINS, C. M.; BEZERRA, A. S.; NOGUEIRA, A. da S. Profile of peach palm fruit consumers in the Metropolitan Region of Belém, Pará, Brazilian Amazon. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 9, n. 1, p. 550–560, 2021.

SANTOS, M. C. L., SHINOHARA, N. K. S., PIMENTEL, R. M. De M., & PADILHA, M. DO R. De F. Rotulagem da goma de tapioca. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, p. 330–338, 2018.

SANTOS, O. V.; CUNHA, N. S. R.; DUARTE, S. P. A.; SOARES, S. D.; COSTA, R. S.; MENDES, P. M.; MARTINS, M. G.; NASCIMENTO, F. C. A.; FIGUEIRA, M. S.; COSTA, B. E. T. Determination of bioactive compounds obtained by the green extraction of taioba

leaves (*Xanthosoma taioba*) on hydrothermal processing. **Food Science Technology**, v. 42, 2022.

SANTOS, O. V.; SOARES, S. D.; DIAS, P. C. S.; DUARTE, S. D. P. A.; SANTOS, M. P. L.; NASCIMENTO, F. D. C. A. Chromatographic profile and bioactive compounds found in the composition of pupunha oil (*Bactris gasipaes* Kunth): implications for human health. **Revista de Nutrição**, v. 33, e190146, 2020a.

SANTOS, O. V.; SOARES, S. D.; DIAS, P. C. S.; NASCIMENTO, F. C. A.; CONCEIÇÃO, L. R. V.; COSTA, R. S.; PENA, R. S. White peach palm (pupunha) a new *Bactris gasipaes* Kunt variety from the Amazon: Nutritional composition, bioactive lipid profile, thermogravimetric and morphological characteristics. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 112 (104684), 2022.

SANTOS, S. S. F.; MORAES, V. V.; AZEVEDO, Z. G.; FERREIRA, J. C. de S. The importance of evaluating the composition of the quality of pirarucu during post-harvest processing. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e25910716707, 2021.

SANTOS, T. B.; CARVALHO, C. W. P.; OLIVEIRA, L. A.; OLIVEIRA, E. J.; VILLAS-BOAS, F.; FRANCO, C. M. L.; CHÁVEZ, D. W. H. Functionality of cassava genotypes for waxy starch. **PAB - Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 56, p. 1-10, 2021.

SCHMIELE, M.; SAMPAIO, U. M.; CLERICI, M. T. P. S. Basic Principles: Composition and Properties of Starch. **Starches for Food Application. Chemical, Technological and Health Properties**, ed. 1, p. 1-22, 2019.

SILVEIRA JUNIOR, J. F. S.; FRANCISCO, ALICIA de . Unconventional Food Plants as an Alternative in Starch Production. **Cereal Foods World**, v. 65, p. 1, 2020.

SINGH, N.; SINGH, J.; KAUR, L.; SODHI, S.; GILL, B. S. Morphological, Thermal and Rheological Properties of Starches from Different Botanical Sources. **Food Chemistry**, v.81, p.219-231, 2004.

SILVA, A., SILVA, A. DE J., & BENEVIDES, C. M. De J. Revisão Sistemática Sobre Panc No Brasil: Aspectos Nutricionais e Medicinais. **Scientia: Revista Científica Multidisciplinar**, v.7, p. 132-151, 2022.

SILVA, C. M.; MARTINS, J. B. C.; ABREU, C. R. C.; SILVA, D. M. Vitamina C para aumento da imunidade: efeitos benéficos e efeitos adversos. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 5, p. 5, 2022.

SILVA, E. N. L.; ARAÚJO, J. F. S.; PEREIRA, A. S.; SANTOS, V. F.; COSTA, D. M.; PIRES, C. R. F. Nutritional characterization of the species yam-gizzard (*Dioscorea bulbifera* L.) and yam (*Dioscorea* spp.). **Revista Desafios**, v. 7, 2020.

SILVA, G. G.; NIGUEIRA, S. L. Síntese de biofilmes poliméricos utilizando amido de mandioca e milho. **Perquirere**, v. 17, p. 203-214, 2020.

SILVA, G. M.; ROCHA, N. C.; SOUZA, B. K. M.; AMARAL, M. P. C.; CUNHA, N. S. R.; MORAES, L. V. S. The potential of unconventional food plants (PANC): a literature review.

**Brazilian Journal of Development**, v. 8, p.14838-14853, 2022.

SILVA, K. G. S. da .; MELO, K. C. .; SANTOS , M. E. L. de C. .; SILVA, A. T. da .; LIMA, A. S. S.; PESSOA, N. M.; SILVA, L. A. S.; LANDIM , L. A. dos S. R.; SIMPLÍCIO, A. P. de M.; GOMES, F. de O. .; MORAIS, J. O.; SILVA, F. T. de S. .; MORAIS, E. R. O.; MORAIS, T. O. Functional properties of babassu coconut mesocarp flour: a nutritional alternative against Covid-19. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e58010212851, 2021.

SILVA, L. S. C.; MARTIM, S. R.; SOUZA, R. A. T.; MACHADO, A. R. G.; TEIXEIRA, L. S.; SOUSA, L. B. S.; VASCONCELLOS, M. C.; TEIXEIRA, M. F. S. Extração e caracterização de amido de espécies de Dioscorea cultivadas na Amazônia. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, v. 14, p. 439-452, 2019.

SILVA, L. M.; BERTI, M. P. S. Manganês no solo e nas plantas: uma revisão. **Scientific Electronic Archives**, v. 15, p. 21-25 , 2022.

SILVA, M. J. B.; ALVES, F. S.; QUEIROZ, R. N.; QUEIROZ, N. I. F.; LAGO, G. V. P. do.; PEREIRA, G. V. da S.; MORAES, N. S.; PESSOA, M. M. da S.; REGO, J. de A. R. do.; BRASIL, D. do S. B. Starch - A review of biopolymeric products and their derivations. **Research, Society and Development**, v. 11, p. e280111234470, 2022.

SILVA, P. A.; CUNHA, R. L. LOPES, A. S.; PENA, R. S. Characterization of tapioca flour obtained in Pará state, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, p.185-191, 2013.

SILVA, R. S.; SILVA, T. S.; SILVA, U. L. T.; COELHO, M. D. G. Toxicological Bioassay Of Unconventional Food Plants In *Artemia Salina* Leach. **Revista Ciência Saúde**, v. 6, p. 17-21, 2021.

SIROHA, A. K.; PUNIA, S.; KAUR, M.; SANDHU, K. S. Um novo amido de sementes de Pongamia pinnata: Comparação de seu comportamento térmico, morfológico e reológico com amidos de outras fontes botânicas. **International Journal of Biological Macromolecules**, 143, p. 984-990, 2020.

SJOO, M.; NILSSON, L. **Starch in Food: Structure, Function and Applications**. Woodhead Publishing Ltd, ed. 2, v. 1, 2017.

SOUZA, J. C. A. de.; MACENA, J. F. F.; ANDRADE, I. H. P.; CAMILLOTO, G. P.; CRUZ, R. S. A novel starch from Pongamia pinnata seeds: Comparison of its thermal, morphological and rheological behaviour with starches from other botanical sources. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 143, p. 984-990, 2020.

SOUZA, J. C. A. De.; MACENA, J. F. F.; ANDRADE, I. H. P.; CAMILLOTO, G. P.; CRUZ, R. S. Functional characterization of mango seed starch (*Mangifera indica* l.). **Research, Society and Development**, v. 10, p.e30310310118, 2021.

SOUZA, J. S. S. Caracterização Nutricional, Fitoquímica E Biológica Da Taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Shott). 2018. 72P. Dissertação (Mestrado em Alimentação e Nutrição) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2018.

SOUZA, L. R.; SILVA, L. A.; FERNANDES, T. S.; NETO, O. C.; BERNARDI, D. P. S.;

OLIVEIRA, M. H. R. Biofilme biodegradável do amido da batata inglesa (*Solanum tuberosum*). *Ciência e Tecnologia De Alimentos: Pesquisa E Práticas Contemporâneas*. Editora Científica Digital, ed. 1, v. 1, p. 141-147, 2021.

SU, C.; SALEH, A. S. M.; ZHANG, B.; ZHAO, K.GE, X.; ZHANG, Q.; LI, W. Changes in structural, physicochemical, and digestive properties of normal and waxy wheat starch during repeated and continuous annealing. **Carbohydrate Polymers**, v. 247, p. 116675, 2020.

TAKEITI, C. Y.; REIS, R. C.; CARVALHO, C. W. P.; VIANA, E. S., OLIVEIRA, N. A.; NETA, P. J.; OLIVEIRA, L. A. Propriedades Tecnológicas de Amidos Isolados de Plátanos e Bananas da Coleção de Germoplasma da Embrapa. **Embrapa Agroindústria de Alimentos**. Rio de Janeiro, RJ, 2020.

TAO, K.; LI, C.; YU, W.; GILBERT, R. G.; LI, E. How amylose molecular fine structure of rice starch affects functional properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 204, p. 24-3, 2018.

TESSEMA, A.; ADMASSU, H. Extraction and characterization of starch from anchote (*Coccinia abyssinica*): physico-chemical, functional, morphological and crystalline Properties. **Food Measure**, v. 15, p. 3096-3110, 2021.

TRESINA, P. S.; DOSS, A.; MOHAN, V. R. Nutritional and antinutritional assessment of some underutilized corms, rhizomes and tubers. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 23, p. 1-11, 2020.

THUPPAHIGE, V. T. W.; MOGHADDAM, L.; WELSH, Z. G.; WANG, T.; XIAO, H. W.; Karim, A. Extraction and characterisation of starch from cassava (*Manihot esculenta*) agro-industrial wastes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 182, p. 1-12, 2023.

VALENCIA, G. A.; MORAES, I. C. F.; LOURENÇO, R. V.; BITTANTE, A. M. Q. B.; SOBRAL, P. J. D. A. Physicochemical, morphological, and functional properties of flour and starch from peach palm (*Bactris gasipaes* K.) fruit. **Starch - Stärke**, v. 67, n. 1-2, p. 163-173, 2015.

VIEIRA, A. L. S.; DUARTE, G. B.; QUEIROZ, V. A. V.; CORREA, T. R.; SILVA, V. D. M.; ARAÚJO, R. L. B.; GARCIA, M. A. V. T.; FANTE, C. A. Caracterização do amido isolado de diferentes cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 24704-24718, 2020.

VIEIRA, R. L. D. Amido De Trigo Mourisco (*Fagopyrum esculentum*): Caracterização E Efeitos Das Modificações Físicas Nas Propriedades Térmicas, Estruturais E Morfológicas. 2020. 103P. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, 2020.

WANG, S. **Starch Structure, Functionality and Application in Foods**. Springer Singapore, ed. 1, v, 179, p. 978-981, 2020.

WANG, S.; CHAO, C.; CAI, J.; NIU, B.; COPELAND, L.; WANG, S. Starch–lipid and starch–lipid–protein complexes: A comprehensive review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, p. 1056–1079, 2020.

WIJAYA, C.; DO, Q. D.; JU, Y. H.; SANTOSO, S. P.; PUTRO, J. N.; LAYSANDRA, L.; SOETAREDJO, F. E.; ISMADJI, S. Isolation and characterization of starch from *Limnophila aromatica*. **Heliyon**, v. 5, p. e01622, 2019.

WOLDE, Y.T.; EMIRE, S.A.; ABEBE,W.; RONDA, F. Physicochemical, Morphological, Thermal, and Rheological Properties of Native Starches Isolated from Four Cultivars of Anchote (*Coccinia abyssinica* (Lam.) Cogn.) Tuber. **Gels**, v. 8, p. 591, 2022.

YANG, J. REDDY, C. K.; FAN, Z.; XU, B. Physicochemical and structural properties of starches from non-traditional sources in China. **Food Science and Human Wellness**, v. 12, p. 416-423, 2023.

ZHU, F.; HUA, Y.; LI, G. Physicochemical properties of potato, sweet potato and quinoa starch blends. **Food Hydrocolloids**, v. 100, p. 105278, 2020.

## APÊNDICES E ANEXOS

### Anexo A - Declaration regarding access to the Brazilian genetic he



Ministério do Meio Ambiente  
**CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO**

SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

**Atestado de Regularidade de Acesso**

**Cadastro nº A295ABF**

O Conselho de Gestão do Patrimônio Genético, no exercício da competência conferida pelo inciso IV do § 1º do art. 6º da Lei nº 13.123/2015, atesta que o acesso ao Patrimônio Genético, referente ao cadastro abaixo identificado e resumido, cumpriu os requisitos da Lei nº 13.123/2015 e seus regulamentos até a data de emissão deste atestado.

Número do cadastro: **A295ABF**  
 Usuário: **Orquídea Vasconcelos dos Santos**  
 CPF/CNPJ: **607.768.112-15**  
 Objeto do Acesso: **Patrimônio Genético**  
 Finalidade do Acesso: **Pesquisa**

**Espécie**

**Xanthosoma sagittifolium**

Título da Atividade: **Extração, caracterização e determinação de propriedades tecnológicas da taioba (Xanthosoma sagittifolium) e de seus subprodutos (folhas, talos, caules, tubérculo, raízes, etc.)**

**Equipe**

<b>Orquídea Vasconcelos dos Santos</b>	<b>UFPA</b>
<b>Bárbara Elizabeth Teixeira Costa</b>	<b>Universidade Federal Fluminense</b>
<b>Samanta de Paula de Almeida Duarte</b>	<b>Universidade Federal do Pará</b>

Data do Cadastro: **08/07/2023 18:38:08**  
 Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético  
 Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em **18:38** de **08/07/2023**.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO  
 DO PATRIMÔNIO GENÉTICO  
 E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL  
 ASSOCIADO - **SISGEN**