

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA OBTIDA A PARTIR DO RESÍDUO
FIBROSO DE ARARUTA (*Maranta arundinacea L.*)**

ALINE NOTON HOLANDA DE FREITAS

MANAUS

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ALINE NOTON HOLANDA DE FREITAS

**CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA OBTIDA A PARTIR DO RESÍDUO
FIBROSO DE ARARUTA (*Maranta arundinacea L.*)**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado a Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. PhD. Carlos Victor Lamarão Pereira

Co-orientador(a): Prof. Charline S. dos Santos Rolim

MANAUS

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F866c Freitas, Aline Noton Holanda de
Caracterização da farinha obtida a partir do resíduo fibroso de araruta (*Maranta arundinacea* L.) / Aline Noton Holanda de Freitas, Carlos Pereira. 2023
45 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Carlos Victor Lamarão Pereira
Coorientador: Charline S. dos Santos Rolim
TCC de Graduação (Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Farinha. 2. Beneficiamento. 3. Material fibroso. 4. Aproveitamento de Resíduo. I. Pereira, Carlos. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ALINE NOTON HOLANDA DE FREITAS

**CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA OBTIDA A PARTIR DO RESÍDUO FIBROSO
DE ARARUTA (*Maranta arundinacea* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Aprovado em 16 de fevereiro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Victor Lamarão
Prof. Dr. Biotecnologia
SIAPE 1738200

Prof. Dr. Carlos Victor Lamarão Pereira, Presidente
Universidade Federal do Amazonas

Pedro Henrique Campelo Felix
Prof. Dr. Pedro Henrique Campelo Felix, Membro
Universidade Federal do Amazonas

Maristela Martins Pereira

Prof^a Dra. Maristela Martins Pereira, Membro
Universidade Federal do Amazonas

DEDICATÓRIA

A minha mãe, que nunca me impediu de sonhar e alcançar grandes voos e a José Aprígio, meu pai e a Caetana Holanda, minha avó – obrigada por me guiarem.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e por me dar forças de ir em busca da minha melhor versão todos os dias.

À minha mãe Maria Holanda e a minha irmã Alana Freitas por serem a minha base e a minha força. Sou grata a Deus pela vida das duas e por me apoiarem incondicionalmente em todos os momentos da vida e ao longo dessa jornada árdua e difícil, principalmente por suprirem minhas necessidades financeiras. Sem vocês, talvez não estivesse chegado até aqui. Amo vocês!

Às minhas melhores amigas e irmãs de alma, Ana Caroline Pascareli e Amanda Kezia Silva. Vocês não fazem ideia da importância que possuem na minha vida e neste trabalho. Obrigada por não soltarem a minha mão em momento algum durante estes quase 8 anos de amizade. Nós encontramos na nossa amizade a força e o discernimento para não desistir. Só nós três sabemos tudo o que passamos para enfim chegarmos aqui, NEOQEAV.

Ao meu namorado Israel Soares, por toda a paciência e amor nesse momento conturbado e agitado da minha vida. Você claramente chegou em meio ao caos e trouxe um pouco de leveza para os meus dias. Obrigada por acreditar mais em mim e neste trabalho do que eu mesma, pelas caronas e por não me deixar voltar sozinha para casa depois de um dia exaustivo de análises. E principalmente por enxugar as minhas lágrimas e enfatizar o quanto sou inteligente e capaz.

Ao meu orientador, Carlos Victor Lamarão e Co-Orientadora Charline Rolim, agradeço pelo acolhimento, ensinamento, paciência e apoio na realização deste trabalho. Tivemos muitos percalços e dificuldades, mas enfim chegamos até aqui com êxito.

Aos técnicos, Rodolfo Pessoa, Mylla Perdigão e Carlos Freire pelo direcionamento e por não medirem esforços para que este trabalho fosse realizado. Agradeço também pelos momentos de descontração e ensinamentos, foram de grande valia.

À João Vitor Souza, por ser a luz no fim do túnel que precisávamos. Você trouxe leveza e divertimento para um dos momentos mais importantes de nossas vidas acadêmicas. Obrigada por enxergar o óbvio e nos mostrar que daria certo.

Às professoras Eyde Bonatto e Maristela Martins, agradeço pelos ensinamentos, por me inserirem na pesquisa e extensão e por terem me mostrado caminhos incríveis

dentro da Engenharia de Alimentos. E também ao professor Pedro Campelo por toda a ajuda e conselhos durante todo o processo, foi muito significativo.

Aos amigos David Costa, Beatriz Verri, Marcos Corrêa, Luiz Santos, Rigley Jorge, Thalita Lima, Jaíne Gonçalves, Luciedry Carvalho, Débora Farias, Thayane Castro e Kelrollayne Sousa pelo companheirismo, por toda ajuda e apoio ao longo dos anos. Vocês também fazem parte disso.

À Universidade Federal do Amazonas por fornecer espaços para o meu desenvolvimento e crescimento profissional e pessoal. E a todas as pessoas que me apoiaram e acreditaram em mim, e na concretização de um sonho através desse trabalho, o meu muito obrigada.

EPÍGRAFE

Pode se encontrar a felicidade mesmo nas horas mais sombrias, se a pessoa se lembrar de acender a luz.

- Harry Potter.

RESUMO

FREITAS, A. N. H. **Caracterização da farinha obtida a partir do resíduo fibroso de Araruta (*Maranta arundinacea L.*)**. Araruta é uma planta nativa da América do Sul com importante valor cultural e culinário. Além de conter algumas propriedades e características marcantes como alta digestibilidade e ausência de glúten, também oferece diversas opções de preparações que a utilizam como base em produtos panificados, mingaus e molhos. Apesar da sua diversidade de aplicação, após o processamento do rizoma, há a sobra do resíduo fibroso do tubérculo composto por casca e uma fração mássica amilácea, que pode ser utilizado para outros fins e, assim, agregando mais valor ao produto. Os resíduos agroindustriais são alvo de pesquisas há décadas, consequentemente, diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de encontrar formas de utilizar esse material de forma responsável e consciente. Do ponto de vista ambiental, os estudos para reduzir o impacto dos resíduos são considerados de suma importância, pois estão relacionados à valorização do meio ambiente e à deposição de resíduos nos ecossistemas. Com base nessas informações, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver uma farinha a partir do resíduo fibroso de araruta e determinar a concentração de componentes físico-químicos, centesimais e analisar a colorimetria presente no resíduo obtido de *Maranta arundinacea L.*, bem como avaliar sua atividade antioxidante e visualização de amido residual através de microscopia óptica. Nesta pesquisa foram realizadas análises físico-químicas, centesimais, colorimetria e microscopia ópticas para a caracterização da farinha obtida a partir do resíduo. Os resultados mostraram-se excelentes para os parâmetros físico-químicos; centesimal, onde a farinha mostrou ser uma excelente fonte de fibras e possível substituinte para intolerantes a glúten; e em sua colorimetria apresentando semelhanças a farinhas tradicionais, ou seja, não afetando no quesito cor em análises sensoriais. Entretanto, no presente estudo, ao pesquisar a atividade antioxidante, onde através dos extratos em DMSO, não houve detecção do radical livre pelos métodos DPPH e ABTS. Apesar disso, os resultados sugerem que a farinha obtida a partir do resíduo pode ser considerada fonte de fibras, apresentando efeitos benéficos à saúde humana e com grande potencial para a indústria alimentícia e animal.

Palavras-chave: Farinha. Beneficiamento. Material fibroso. Aproveitamento de Resíduo.

ABSTRACT

FREITAS, A. N. H. Characterization of flour destined from the fibrous residue of Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.). Arrowroot is a native plant from South America with important cultural and culinary value. Besides containing some remarkable properties and characteristics such as high digestibility and gluten free, it also offers several options of preparations that use it as a base in baked goods, porridges, and sauces. Despite its diversity of application, after the rhizome processing, there is the fibrous tuber residue left over, composed of the peel and a starchy fraction, which can be used for other purposes, thus adding more value to the product. Agroindustrial residues have been the target of research for decades, consequently, several studies have been conducted with the objective of finding ways to use this material in a responsible and conscious way. From the environmental point of view, the studies to reduce the impact of waste are considered of paramount importance, as they are related to the enhancement of the environment and the deposition of waste in ecosystems. Based on this information, the objective of this work was to develop a flour from the fibrous residue of arrowroot and determine the concentration of physicochemical, centesimal components and analyze the colorimetry present in the residue obtained from *Maranta arundinacea* L., as well as to evaluate its antioxidant activity and visualization of residual starch through optical microscopy. In this research, physicochemical, centesimal, colorimetric and optical microscopy analyses were performed for the characterization of the flour obtained from the residue. The results were excellent for the physicochemical parameters; centesimal, where the flour proved to be an excellent source of fiber and a possible substitute for gluten intolerant people; and in its colorimetry showing similarities to traditional flours, i.e., not affecting the color in sensory analysis. However, in the present study, when investigating the antioxidant activity, where through the extracts in DMSO, there was no detection of the free radical by the DPPH and ABTS methods. Despite this, the results suggest that the flour obtained from the residue can be considered a source of fiber, presenting beneficial effects to human health and with great potential for the food and animal industry.

Keywords: Flour. Beneficiation. Fibrous material. Residue Utilization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rizoma de Araruta.....	20
Figura 2 - Plantio da araruta.....	20
Figura 3 - Resíduo fibroso úmido.....	24
Figura 4 - Resíduo fibroso seco.....	25
Figura 5 - Imagens de microscopia óptica das amostras de farinha de resíduo de araruta com aumentos de 5x, 40x e 100x.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização físico-química do resíduo fibroso de araruta	32
Tabela 2 - Composição centesimal de farinha de resíduo fibroso de araruta	33
Tabela 3 - Comparação colorimétrica de resíduos	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANCs):	17
3.2 ARARUTA (<i>Maranta Arundinacea L.</i>)	18
3.2.1 História	18
3.2.2 Botânica	19
3.2.3 Plantio	21
3.2.4 Produção e processamento	21
3.3 RESÍDUO	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1 OBTENÇÃO DA MATERIA-PRIMA	24
4.2 ELABORAÇÃO DA FARINHA A PARTIR DO RESÍDUO FIBROSO	25
4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	25
4.3.1 Sólidos solúveis totais (°brix)	25
4.3.2 Acidez titulável	25
4.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)	26
4.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	26
4.4.1 Umidade	26
4.4.2 Resíduo mineral fixo ou cinzas	26
4.4.3 Proteínas	27
4.4.4 Lipídios	28
4.4.5 Fibras	28
4.4.6 Carboidrato	29
4.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	30
4.5.1 Obtenção do extrato	30
4.6 ANÁLISE COLORIMÉTRICA	30
4.7 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA POR MICROSCOPIA ÓPTICA	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	32
5.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	33
5.3 ANÁLISE COLORIMÉTRICA	35
5.4 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA POR MICROSCOPIA ÓPTICA	36

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1. INTRODUÇÃO

Plantas alimentícias não convencionais (PANC) são espécies vegetais com uma ou demais partes alimentares incomuns que não pertencem ao cotidiano, espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas, incluindo partes alimentares de espécies tradicionais como o "umbigo" de uma bananeira, as folhas, flores, botões e sementes de uma batata-doce ou abóbora (KINUPP; LORENZI, 2014).

Os países tropicais e subtropicais são ricos em biodiversidade e possuem uma grande variedade de plantas alimentícias não convencionais que possuem potencial para pesquisas de formulação de alimentos (KINUPPI; LORENZI, 2014). Segundo APRIANITA *et al.* (2014), farinhas e amidos de tubérculos e raízes não convencionais podem ser utilizados para substituir a farinha de trigo em determinadas aplicações alimentícias. No entanto, o potencial dessas plantas não tem sido totalmente explorado, principalmente devido à falta de conhecimento geral sobre a processabilidade e propriedades funcionais desses materiais.

Araruta (*Maranta arundinacea L.*) é uma planta nativa da América do Sul com importante valor cultural e culinário. Além de conter algumas propriedades e características marcantes como alta digestibilidade e ausência de glúten, também oferece diversas opções de preparações que o utilizam como base em produtos panificados, mingaus, molhos, etc (FERNANDES; NASCIMENTO, 2019).

Além da qualidade do amido, a araruta possui propriedades desejáveis para uso na indústria alimentícia, como o seu alto teor de fibras, alta capacidade gelificante e alto teor de amido resistente (ZÁRATE; VIEIRA, 2005), que colaboram para a melhoria das propriedades organolépticas (ABESINGHE *et al.*, 2012). Apesar do potencial uso da araruta na elaboração de novos produtos alimentícios, ainda há poucos trabalhos disponíveis na literatura, principalmente acerca do aproveitamento do resíduo fibroso.

A destinação de resíduos é um problema mundial tanto em termos de questões ambientais quanto de resíduos no segmento de alimentos ricos em nutrientes. Devem ser descartados adequadamente e mantidos longe das unidades de beneficiamento, pois fornecem diversos compostos de alto valor orgânico que podem ser utilizados como nutrientes para microrganismos. Além de diminuir o impacto que esses subprodutos podem ter quando descartados no meio ambiente, o emprego de subprodutos agroindustriais também reduz os custos de produção e aumenta o consumo de alimentos, determinados resíduos contêm em sua composição substâncias como sais minerais,

vitaminas, outros compostos bioativos e fibras, e possuem potencial para serem utilizados como ingrediente em formulações alternativas de alimentos.

Nesse contexto, considerando a crescente demanda e importância do uso de resíduos alimentícios visando a redução do desperdício e o aumento da demanda da sociedade por alimentos com maior valor nutricional, isentos de glúten e ricos em fibra e proteína, este trabalho tem como objetivo a utilização do resíduo fibroso de araruta para a produção de farináceos e possível aproveitamento no setor alimentício.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Utilizar o resíduo fibroso de araruta para a produção de farináceo e possível aproveitamento no setor alimentício.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver a farinha a partir do resíduo fibroso;
- Avaliar os parâmetros físico-químicos da farinha;
- Determinar a composição centesimal da farinha do resíduo;
- Analisar morfológicamente a farinha obtida.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANCs):

Segundo KINUPP; BARROS (2007), plantas alimentícias não convencionais, denominadas PANCs, são plantas com uma ou mais partes comestíveis, espontâneas ou cultivadas, nativas ou incomuns, não incluídas rotineiramente em nossos cardápios ou produzidas em sistemas convencionais (agricultura industrial ou convencional), também conhecidas como plantas alimentícias da agrobiodiversidade (BRACK 2016).

O número de plantas consumidas pelos humanos diminuiu nos últimos cem anos. Estima-se que mais de 50% das calorias que consumimos no mundo venham basicamente de três plantas (arroz, trigo e milho), enquanto 90% dos alimentos que consumimos vêm de apenas 20 plantas. A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) estima que 75% das variedades tradicionais de plantas alimentícias desapareceram (KELEN *et al.*, 2015).

No Brasil, a probabilidade é de que existam mais de 10.000 espécies vegetais com potencial alimentar, mas alguns hábitos alimentares foram perdidos à medida que a migração para áreas urbanas se expandiu. Essas plantas, que deixaram de fazer parte da cadeia produtiva, foram resgatadas por pesquisadores e pelos próprios consumidores nos últimos anos, são fortes em agroecologia, representam potencial econômico e beneficiam as comunidades rurais, além de serem importantes para a sustentabilidade e da considerável contribuição da biodiversidade (FILHO, MARIA. 2016).

Segundo Pedrosa *et al.* (2012), são plantas de crescimento espontâneo, típicas de algumas regiões, muitas vezes cultivadas por agricultores familiares, principalmente em etnias mais tradicionais, pois seu manejo e plantio são passados de geração em geração e em sua grande maioria o consumo é feito pelas famílias, sem fins comerciais. Existem também inúmeras razões para não as utilizar, como competição de mercado com hortaliças tradicionais; mudança de hábitos alimentares; baixa disponibilidade no mercado e não comercialização e pouca informação sobre o potencial nutricional. Por estes motivos, também são conhecidas como culturas subutilizadas, são amplamente utilizadas, mas abandonadas devido a fatores agrônômicos, genéticos, econômicos, sociais e culturais. Essas espécies são pouco competitivas em ambientes com cultivos conhecidos e são conhecidas como “invasoras” ou “inços”, portanto seu consumo é limitado (RAPAPORT; LADIO, 1999; KINUPP; LORENZI, 2014; PLEAPO, 2016).

Além de diversificar as dietas, o uso de plantas alimentícias não convencionais pode ser considerado uma alternativa de ganho para comunidades rurais e contribuir para economias locais e regionais (Nesbitt *et al.*, 2010). Diante disso, considera-se uma maneira mais sustentável de uso da terra, gerando um menor impacto na agricultura, relevante para a proteção ambiental (KINUPP; BARROS, 2007).

As plantas produzem uma abundância de componentes orgânicos, que são divididos em metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários têm funções estruturais, plásticas e de armazenamento de energia. Por outro lado, metabólitos secundários são produtos primários que não estão diretamente ligadas ao crescimento e desenvolvimento das plantas, mas possuem importantes funções ecológicas para as plantas. Esses metabólitos são encontrados apenas em certa flora e podem ter potenciais efeitos medicinais em humanos. Dentre esses metabólitos, estão os compostos fenólicos, que são substâncias com efeitos preventivos e/ou terapêuticos em distúrbios fisiológicos em humanos, desde moléculas simples até moléculas altamente polimerizadas, na forma livre ou em plantas. Relacionado a açúcares e proteínas (BRAVO, 1998).

As PANCs são uma excelente fonte de nutrientes, vitaminas e minerais, além de possuírem propriedades que conferem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e cicatrizantes. O consumo de PANCs deve respeitar a identidade e a forma de preparo de cada planta para obter seus benefícios com segurança. Apesar do seu valor nutricional, a busca por conhecimento e novas pesquisas sobre a possível presença de fitoquímicos tóxicos e os fatores antinutricionais que podem se manifestar quando essas plantas não são ingeridas adequadamente é essencial. (PASCHOAL; SOUZA, 2015).

As plantas são uma fonte natural de compostos bioativos potentes, como polifenóis, vitamina C e a pró-vitamina A, carotenoides, quantidades consideráveis de minerais como potássio, magnésio e manganês, ácidos graxos insaturados e açúcares redutores, para uma variedade de aplicações, principalmente como aditivos alimentares e ingredientes de formulação de alimentos e produtos que promovem a saúde. (LOZIENE; VENSKUTONIS; SIPAILIENE; LABOKAS, 2007, KINUPP, 2007; KINUPP; BARROS, 2008).

3.2 ARARUTA (*Maranta Arundinacea L.*)

3.2.1 História

A araruta tem origem latino-americana, nativa e está distribuída por toda a região próxima à costa da América do Sul, entre o Panamá e o Equador. Há indícios de que a

araruta é usada e cultivada por povos indígenas em toda a região há mais de 7.000 anos. Povos indígenas em terras brasileiras, como Caiapó e Carabas, têm cultivado *marantáceas* em diversas áreas, como em margens de trilhas ou rochas de morros. Esse plantio geralmente é feito pelos anciãos da aldeia, e a cultura garante que eles tenham reservas de alimentos em caso de enchentes ou perda de safra. Alguns povos indígenas abandonaram a agricultura para viver de outras formas, como o artesanato. Um exemplo disso são os Pataxós de Coroa Vermelha. Um estudo realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) constatou que a araruta era conhecida por mulheres mais velhas da aldeia de Coroa Vermelha, mas a planta não estava mais presente na área (NEVES; COELHO; ALMEIDA, 2005).

Araruta leva o nome da tribo Aruak, que habitavam o norte da América do Sul e partes do Caribe, os quais usavam a araruta e sua fécula para engrossar caldos e até tratar diarreia, principalmente com crianças e parturientes (DEVIDE, 2013). A fécula da araruta pode ser considerada como “póvilho da raiz de Aruak”. A abreviatura do nome é “arrowroot” que se dá pela forma de seta que o rizoma tem. É chamada de “prayer plant” ou “planta de rezadeira” em alguns países por causa de sua estranha propriedade, com suas folhas enroladas eretas à tarde, apontando para o céu, lembrando alguém que reza (NEVES; COELHO; ALMEIDA, 2005).

3.2.2 Botânica

Segundo NEVES; COELHO; ALMEIDA, 2005:

A Maranta arundinacea, como é conhecida a herbácea, é uma das plantas que compõem o grupo Zingiberales, composto por plantas tipicamente tropicais.

Os tipos Comum e Creoula são os tipos mais comercializados do tubérculo no Brasil. O tipo comum é o melhor produtor de amiláceas, são menores em tamanho até 60 cm, com rizomas claros, cônicos delgados, cobertos de escamas, até 30 cm de comprimento, mas seu tamanho normal é de 10 a 25 cm (Figura 1). A planta raramente floresce em condições tropicais. Originária das Antilhas, a Creoula cresce cerca de 1 m de tamanho e produz rizomas na superfície que requerem múltiplas lavagens para produzir um amido de cor clara e de alta qualidade (ZARATE; VIEIRA, 2005). Possuem florescimento fértil, apresentando ausência de frutos e formação de sementes nas condições tropicais ideais (LEONEL; CEREDA, 2002; MONTEIRO; PERESSIN, 2002).

As folhas desta planta são alternadas, longas pecioladas, em forma de lança, como é possível visualizar na Figura 2. As flores podem aparecer sozinhas ou em triplas ou quádruplas, de cor branca, o fruto é pequeno e as sementes são avermelhadas. A propagação ocorre por brotação de rizomas, porém, como o plantio ocorre por meio desses rizomas e tubérculos, essas espécies tendem a desaparecer mais facilmente, pois necessitam de replantio constante de material reprodutivo (CASTRO, 2018).

Figura 1 - Rizoma de Araruta



Fonte: Laiane Souza da Silva (2021)

Figura 2 - Plantio da araruta



Fonte: Neves, Coelho e Almeida (2005).

A araruta faz parte de um grupo de plantas chamadas hortaliças não convencionais que têm distribuição limitada, são restritas a determinados locais ou regiões, são muito importantes na alimentação e fazem parte de uma cultura populacional tradicional e/ou regional. Com isso, essas espécies não estão organizadas nas cadeias produtivas e econômicas do país e, portanto, não despertam interesse comercial para empresas de

sementes, fertilizantes e agroquímicos, e ainda não receberam o devido valor da comunidade tecnocientífica e da sociedade, como todo (BRASIL, 2010).

3.2.3 Plantio

A *Maranta arundinaceae* L. cresce melhor em áreas de clima quente e úmido, porém pode ser cultivada em uma ampla gama de condições ambientais, como solos arenosos e profundos, ricos em matéria orgânica que favorecem o desenvolvimento do rizoma. Devem ser evitados solos muito pegajosos, pois não toleram tanta umidade, ou solos arenosos, muito secos e pobres. Os solos de várzea são adequados desde que bem drenados (SILVA; MONTEIRO, 1968). Por serem cultivadas com rizomas e tubérculos, essas espécies desaparecem naturalmente, necessitando de replantio constante para reprodução (NEVES *et al.*, 2005).

O plantio é anual e ocorre no período de início das chuvas, entre agosto e outubro. Se plantada em solo com forte incidência solar, como no sopé ou no quintal, a araruta não requer muita adubação, pois estabelece associação com fungos micorrízicos, que se ligam às raízes e promovem maior aproveitamento de nutrientes e remoção da terra. A araruta necessariamente não precisa ser plantada muito profundamente, cerca de um palmo é suficiente, a menos que a água seja limitada e uma profundidade adicional seja necessária. Além disso, se forem cultivadas plantas com efeitos de adubo verde, que estão associadas a bactérias chamadas rizóbios e fornecem utilização de nitrogênio do ar, o fertilizante de nitrogênio pode ser omitido, melhorando o desenvolvimento da araruta e reduzindo os custos. A colheita pode ocorrer entre 8 e 10 meses após o plantio, marcado pelo aparecimento de folhas amareladas e secas, devendo-se retirar os arbustos com rizomas e raízes (COELHO *et al.*, 2005).

3.2.4 Produção e processamento

Monteiro e Peressin (2002) relatam que a produção mundial de araruta é pequena e possui informações sobre cultivos comerciais em Barbados e São Vicente no Caribe. Mencionaram também que o IBGE informou em 1997 que a produção brasileira em 1996 foi de 1.141 toneladas com valor estimado de R\$ 283.565,15, dos quais São Paulo contribuiu com 54 toneladas. A importância atual do pó de araruta está intimamente relacionada às propriedades culinárias únicas de seu amido, e sua produção é de grande

interesse para os industriais do setor devido ao seu maior preço no mercado internacional do que produtos similares.

No processo produtivo, a cada 100kg de araruta é possível produzir cerca de 20kg de amido. Atualmente, seu cultivo é raro e conseqüentemente dificulta a identificação de um verdadeiro amido de araruta. Portanto, para agricultores que estão cultivando essa planta, torna-se um excelente negócio, visto que o preço de mercado do produto varia entre 15 reais e 20 reais o quilo, justamente porque não há produção em larga escala (EBDA, 2013).

O processamento de araruta no Brasil inclui a produção de farinha e fécula, pois se trata de uma excelente fonte de renda para a agricultura familiar devido ao seu alto teor de amido, que tem preço superior a produtos similares no mercado internacional (VIEIRA *et al.*, 2015). Por ser rica em potássio, ferro, vitaminas A, B1, B2, C e niacina, a araruta também é recomendada para fortalecer a nutrição de lactentes e idosos, e para fortalecer mães e convalescentes (MONTEIRO; PERESSIN, 2002; SANTOS, 2016).

3.3 RESÍDUO

Segundo Gava (2014), define-se resíduo como tudo aquilo que não é considerado matéria-prima ou produto. No caso dos resíduos industriais, representam perdas inerentes ao processamento de matérias-primas, insumos, subprodutos ou produtos primários. A sua composição é extremamente variada, dependendo da natureza da matéria-prima e da tecnologia utilizada na sua produção.

De acordo com a Organização das Nações Unidas Para a Alimentação e a Agricultura – FAO, calcula-se que 1,3 bilhão de toneladas de resíduos agroindustriais sejam originados por ano no mundo, conseqüentemente 1/3 dos alimentos que são destinados ao consumo humano são desperdiçados, seja como resíduos, oriundos do beneficiamento ou como perca na cadeia produtiva (FAO, 2013).

O processamento de subprodutos industriais ocorre desde a década de 1970 e inclui o reaproveitamento de resíduos, principalmente das cascas de algumas frutas como matéria-prima, para produzir alimentos facilmente absorvidos pelo homem (Mattias, *et al.*, 2005). Uma vez que a quantidade de resíduos gerados pode chegar a várias toneladas, a valorização desse subproduto traz benefícios econômicos e ambientais e requer pesquisas científicas e técnicas que possibilitem seu aproveitamento eficiente, econômico e seguro (Souza, *et al.*, 2011).

No Brasil, diferentes formas de produção agroindustrial caminham lado a lado com a produção agrícola. A maioria dos processos está diretamente condicionada à produção de produtos e, portanto, também à geração de resíduos. Os resíduos da produção agroindustrial são provenientes de couros, fibras, alimentos, processamento de madeira, produção de açúcar e álcool. Sua produção costuma ser sazonal, relacionada à maturidade da cultura ou à disponibilidade de matéria-prima. As características e quantidades de resíduos agroindustriais gerados ao longo do tempo são diversas (MATOS, 2014).

Outros fatores importantes sobre o uso de resíduos na produção e pesquisa de amido giram em torno dos padrões de higiene, do risco de ingestão de pesticidas a longo prazo e da identificação de classes de compostos bioativos. A avaliação microbiológica é essencial para a biossegurança, de modo que a contaminação com microrganismos patogênicos e deteriorantes possa ser evitada. Alguns processos mecânicos, radiativos ou térmicos são empregados (LIMA *et al.*, 2019; ARANHA *et al.*, 2017).

Segundo Pereira *et al.* (2005), os resíduos da indústria de alimentos são compostos principalmente por matéria orgânica, rica em açúcares e fibras, apresentando alto valor nutricional e baixo custo econômico, como as frutas e hortaliças. Os autores citam exemplos de resíduos sólidos do processamento de alimentos como casca e bagaço de laranja, cascas de maracujá, beterraba e batata, casca de ovo, miolo de coco, miolo e sementes de melancia, entre outros. Já a fibra alimentar corresponde às diversas substâncias que compõem as paredes celulares vegetais, solúveis (pectina, gomas, mucilagem, beta-glucana, psillium e algumas hemiceluloses) e insolúveis (celulose, algumas hemiceluloses e lignina), uma importante fonte de fibras em plantas, grãos integrais, legumes, frutas e vegetais (Eufrásio, *et al.*, 2009).

O aproveitamento de resíduos sólidos provenientes da indústria alimentícia para o desenvolvimento de farinhas é um método alternativo capaz de diversificar as possibilidades de comercialização de frutas e hortaliças, aumentando a estabilidade e reduzindo as perdas pós-colheita do produto. A prática também permite maior tempo de estocagem dos resíduos em condições ambientais (Aparecido *et al.*, 2016). Além disso, a farinha obtida a partir de resíduos agroindustriais de hortaliças processadas tem potencial para enriquecimento e incorporação, pois, além da função nutricional, o aproveitamento das fibras alimentares contidas nesses resíduos é bastante promissor pelo baixo custo, podendo ser utilizada como substituinte em produtos como biscoitos, pães e bolos (QUILES *et al.* 2018).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 OBTENÇÃO DA MATERIA-PRIMA

As amostras de araruta orgânica (*Maranta arundinacea L.*) do cultivar comum, foram obtidas na Unidade Educativa de Produção de Agricultura, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus - Zona Leste, localizado no município de Manaus - AM.

Após a colheita, as raízes tuberosas foram encaminhadas para o laboratório de Tecnologia de Produtos Agrícolas, na Faculdade de Ciências Agrárias, Mini Campus - Setor Sul, localizado na Universidade Federal do Amazonas, no município de Manaus-AM.

Posteriormente, foi realizada a seleção e pré-lavagem para retirada de sujidades mais grosseiras da superfície dos rizomas. Os mesmos foram higienizados em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm de cloro livre) por 15 minutos. Por ser um tubérculo rico em fibras longas, os rizomas foram previamente cortados em rodela de 1,5 a 2 cm de diâmetro e triturados em um processador de Alimentos de uso doméstico de marca Walita, sem adição de água. Logo após, o resíduo sólido fibroso (bagaço) foi processado novamente, com a adição de água destilada para a retirada de amido, onde este processo foi repetido três (3) vezes. Por fim, o resíduo úmido conforme mostra a figura 3, foi acondicionado em sacos plásticos herméticos e armazenados em refrigeração para posterior secagem.

Figura 3 - Resíduo fibroso úmido



Fonte: Autora (2022)

4.2 ELABORAÇÃO DA FARINHA A PARTIR DO RESÍDUO FIBROSO

Posterior ao processo de refrigeração, o resíduo foi acondicionado uniformemente em formas retangulares e submetido a secagem em estufa de alimentos a 60°C, por aproximadamente 36 horas. Em seguida, com o auxílio de um liquidificador doméstico de marca Black&Decker, o bagaço foi triturado parcialmente para que houvesse uma maior homogeneização e por fim, utilizou-se um moinho de facas 2 CV (CLB MF-super-macro) para obter-se uma farinha mais fina e com fibras menores, de acordo com a figura 4.

Figura 4 - Resíduo fibroso seco



Fonte: Autora (2022)

4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

4.3.1 Sólidos soluveis totais (°brix)

Foi obtido por técnica de refratômetro e o resultado expresso em °Brix, com a finalidade de analisar a permanência de geleificação e cristalização do produto. O brix foi determinado com o auxílio de um refratômetro de marca VODEX, modelo VX032SG, previamente calibrado. Utilizou-se 1g de farinha do resíduo para 10mL de água destilada, onde colocou-se uma gota da solução no prisma, realizando a leitura direta (IAL, 2008).

4.3.2 Acidez titulável

Para a determinação da análise de acidez, foi pesado 5g de amostra em frasco de Erlenmeyer, adicionando 50mL de água destilada, agitando até que a amostra estivesse homogeneizada. Em seguida, titulou-se com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1M, usando a fenolftaleína como indicador, em agitação constante até o ponto de

viragem, proporcionando a amostra uma coloração rosácea persistente. Conforme metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)

Para determinar o pH, foi pesado 10g de amostra em um béquer, diluídos em 100mL de água destilada. O conteúdo foi movimentado com o auxílio de um bastão de vidro por cerca de 1 minuto até que as partículas se tornassem suspensas de forma homogênea para leitura do valor de pH. As medidas foram realizadas com auxílio de um pHmetro digital de bolso, previamente calibrado, conforme manual do fabricante, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

4.4.1 Umidade

Para a determinação, pesou-se 3g de farinha em cadinhos pesados previamente. Em seguida, o cadinho foi levado à estufa com temperatura de 105°C, onde repousou por 24 horas até que toda a água evaporasse, ou seja, atingindo peso constante. Posteriormente, o cadinho foi retirado da estufa com o auxílio de uma pinça e colocado em dessecador até esfriar. Após o resfriamento, o conjunto amostra seca + cadinho foram pesados, onde tal procedimento foi realizado a fim de que não houvesse mais variação no peso final (cadinho + amostra). Essa metodologia foi realizada seguindo as normas estabelecidas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

$$\text{Eq. 1: } \textit{Umidade} (\%) = \frac{(\textit{peso inicial da amostra} - \textit{peso final da amostra}) \times 100}{\textit{peso inicial da amostra}}$$

Cálculo do Fator de Correção da Umidade (FCU):

$$\text{Eq. 2: } FCU = \frac{100}{MS} \quad \text{e} \quad \text{Eq. 3: } FCU = \frac{100}{MS}$$

Onde:

MS = Matéria Seca;

PS = Peso da Amostra Seca;

PU = Peso da Amostra Úmida.

4.4.2 Resíduo mineral fixo ou cinzas

Na quantificação do conteúdo mineral, seguiu-se a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), onde foi feita a identificação dos cadinhos vazios e aquecidos em mufla a 550°C por aproximadamente 1h. Decorrido o tempo, foram

resfriados em dessecador até a temperatura ambiente e pesados. Posteriormente, foram pesadas aproximadamente 3g da amostra seca em balança analítica e levadas a mufla pré-aquecida a 550°C, até a calcificação completa das amostras ou apresentando peso constante, processo que dura em média 4h. Em seguida, foi realizado novamente o processo de resfriamento em dessecador, pesando por fim os cadinhos para obtenção dos resultados.

4.4.3 Proteínas

A análise de proteína seguiu a metodologia descrita pela AOAC (2005), com a utilização da técnica de Kjeldahl. Essa técnica foi realizada em três etapas, que foram: digestão, destilação e titulação. A digestão consistiu em digerir a amostra no balão digestor com ácido sulfúrico e mistura catalítica de sulfato de potássio e sulfato de sódio, onde foram levados para o bloco digestor, aquecido inicialmente a 50 °C e o aumento da temperatura foi gradativa, aumentando 50°C a cada 15 minutos até atingir 400 °C, observando sempre o comportamento da amostra em função da sua composição.

A segunda etapa consistiu em destilar a solução digerida previamente com ácido bórico à 4% e solução indicadora de vermelho de metila e verde de bromocresol, adicionando durante a destilação hidróxido de sódio à 40% e gotas de fenolftaleína. Na última etapa foi realizada a titulação com solução de ácido clorídrico à 0,1 N até a viragem da cor verde para a cor rósea. Para a conversão do nitrogênio em proteína utilizou-se o fator de 6,25.

$$\text{Eq. 4:} \quad \%P = \%N \times \text{Fator de correção (6,25)}$$

$$\text{Eq. 5:} \quad \%N = \frac{(Va - Vb) \times N \times f \times 0,014 \times 100}{PA}$$

Onde:

%P = Proteína total em matéria seca em porcentagem;
 %N = Nitrogênio total determinado em porcentagem;
 Va = Volume de HCl gasto na titulação com a amostra;
 Vb = Volume de HCl gasto na titulação do branco;
 N = Normalidade de HCl;
 f = Fator da solução de HCl;
 PA = Peso da amostra.

$$\text{Eq. 6:} \quad \%Pi = \frac{\%P}{FCU}$$

Onde:

%Pi = Proteína integral na amostra em porcentagem;

FCU = Fator de conversão de umidade.

4.4.4 Lipídios

Os lipídios totais foram determinados pelo método de Bligh & Dyer (1959). Pesou-se aproximadamente 3g da amostra seca e moída, transferidas para tubos de ensaio de 70mL, sendo dissolvidas em uma solução de solvente constituído por clorofórmio, metanol e água na proporção de 1:2:0,8. A mistura foi agitada por 30 minutos e, logo em seguida, foi adicionado 10ml de clorofórmio e o mesmo volume de solução de sulfato de sódio (1,5%). A solução foi tampada e agitada por 2 minutos. A adição de mais clorofórmio e água, muda a proporção para 2:2:1,8, causando a separação do clorofórmio que carrega os lipídios na camada inferior, onde os lipídios da amostra ficam dissolvidos em 20ml de clorofórmio. Posteriormente, é feita a sucção da camada superior composta por água e metanol com o auxílio de um sifão. Adicionando-se então aproximadamente 1g de sulfato de sódio anidro e filtrando rapidamente num funil pequeno, utilizando papel de filtro qualitativo para tubos de 30mL. A solução apresenta um aspecto visual límpido. Após a visualização da solução, retirou-se 5 mL do filtrado e transferiu-se para um béquer de 50 mL, previamente pesado e, levado a estufa a 100 °C para a evaporação do solvente remanescente até a evaporação total do solvente. Após o resfriamento dos béqueres em dessecador, pesou-se obtendo a massa de lipídios em 5 mL de filtrado.

$$\text{Eq. 7:} \quad \text{Lipídios totais (\%)} = \frac{P \times 4 \times 100}{G}$$

Onde:

P = peso de lipídios (g) contidos em 5ml de clorofórmio;

G = peso da amostra.

4.4.5 Fibras

Pesou-se 1g de amostra da farinha seca em béquer, adicionando posteriormente 100ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 1,25% com o auxílio de uma proveta, acoplado o béquer ao condensador e a placa de aquecimento a 150°C, mantendo o refluxo de 30 minutos em fervura lenta. Em seguida foi feita a filtração da solução com o auxílio de um funil de Buchner e de uma bomba de vácuo, realizando o processo de lavagem do resíduo com água destilada quente por até três vezes. Transferiu-se o resíduo para o

béquer com o auxílio de uma piceta com ml de solução de NaOH a 1,25%. Acoplou-se novamente o béquer ao condensador, colocando-o sobre a placa de aquecimento, deixando o ferver por 30 minutos. Após decorrido o tempo estimado, desligou-se o aquecimento e foi feita uma nova filtragem da solução, utilizando cadinho de Gooch (Schoot G2), previamente pesado, lavando o resíduo com água destilada quente por três vezes. Em seguida, levou-se os cadinhos para estufa a 105°C por aproximadamente 3h e feito o resfriamento em dessecador para pesagem. Logo após, o cadinho foi acondicionado na mufla por aproximadamente 1h, previamente aquecida a 550°C. Por fim, o cadinho foi retirado da mufla, resfriado novamente com o auxílio do dessecador e pesado para obtenção dos resultados.

Eq. 8:
$$FB (g) = P1 - P2$$

Onde:

P1 = peso do cadinho com resíduo após estufa;

P2 = peso do cadinho após a queima em mufla

Eq. 9:
$$FB = \frac{(P1-P2)}{\text{Peso da amostra} \times 100}$$

4.5.6 Carboidrato

O conteúdo de carboidratos em geral é dado como carboidratos totais pela diferença, ou seja, é o somatório das porcentagens de umidade, proteínas, gordura e cinzas subtraídas de 100. Onde utiliza-se a seguinte equação:

Cálculo (g/100g):

Eq. 10:
$$CT = (100-(P+C+L+U))$$

Onde:

CT = Carboidratos totais;

U = Teor de água (umidade);

L - Teor de lipídeos;

P = Teor de proteínas;

C = Teor de cinzas.

4.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

4.5.1 Obtenção do extrato

Pesou-se a amostra de farinha seca de 1g de resíduo de fibra de araruta e 10mL de metanol em béquer de vidro, acondicionados em um aparelho ultrassônico (Unique ultracleaner 1400) por 15 minutos. Adicionou-se 1mL de solvente DMSO (dimetilsulfóxido) para uma concentração resultante de 1mg/mL, e então encaminhados para uma centrífuga (Eppendorf centrifuge 5804 R) por 30 minutos a 14000 rpm para separação do sobrenadante. Por fim, foi realizada a filtração com o auxílio de um kitassato, papel filtro e bomba a vácuo.

Os extratos foram analisados pelos métodos ABTS e DPPH, de acordo com as metodologias descritas por Re, *et al.* (1999), com modificações e MOLYNEUX (2004) com modificações, respectivamente.

4.6 ANÁLISE COLORIMÉTRICA

Luminosidade ou brilho (L^*) é uma propriedade de cor em um plano, de preto (0) para branco (100), a saturação também é chamada de croma (a^* e b^*), têm intensidades variadas de verde ($-a^*$) a vermelho ($+a^*$), azul ($-b^*$) a amarelo ($+b^*$), sendo estas especificidades de cada composto contendo amido. A cromaticidade (C^*), é referente a relação entre os valores de a^* e b^* , a partir da qual se obtém a pureza da cor, apresentando assim fatores que influenciam a qualidade e a apreciação do consumidor, como a coloração com maior intensidade, bem como a nitidez das cores amarelo e branco.

A cor da farinha foi realizada através de um colorímetro digital deltacolor 41421, delta vista, Brasil, obtendo-se os valores de L^* , a^* , b^* . As medidas foram realizadas em triplicata, com o equipamento previamente calibrado.

4.7 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA POR MICROSCOPIA ÓPTICA

A caracterização morfoestrutural da amostra foi analisada por microscopia óptica de alta resolução utilizando microscópio Keiss, modelo AXIO, conectado ao computador HP para visualização em live.

Inicialmente foram pesadas 100mg de farinha de resíduo em béquer, e acrescentados 10mL água destilada. A amostra foi homogeneizada em tubo de ensaio utilizando um agitador mecânico tipo Vortex por 1 minuto. Posteriormente, foram montadas em 3 lâminas, onde cada lâmina recebeu 1 mL de solução, e realizado um

estendido (esfregação) com outra lâmina (extensora) sob um ângulo de 45°, em um único sentido onde foram deixadas para secagem em suportes horizontais à temperatura ambiente de 25 °C ± 2 °C, 1 mL dos respectivos corantes (Lugol/Azul de Toluidina) foram aplicados e o material foi coberto com lamínula, tomando o cuidado para que não houvesse formação de bolhas de ar, conforme proposto por Navia; Villada; Torres (2010), com modificações.

A confecção de lâmina para a avaliação microscópica foi estabelecida por coloração diferencial por lugol 1% foi realizada para visualizar a presença e distribuição de grânulos de amido residual e fibras em aumentos de 5x, 40x e 100x. Os resultados foram expressos em micrômetros (µm).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

A composição físico-química da farinha do resíduo fibroso seca a 60°C está representada na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização físico-química do resíduo fibroso de araruta

PARÂMETROS	FARINHA DO RESÍDUO DE ARARUTA
Sólidos solúveis Totais (°Brix)	4,5±0,015
Acidez titulável	0,68±0,03
pH	5,2±0,01

Fonte: autora (2023).

O teor de sólidos solúveis está associado a todos os sólidos dissolvidos em água, incluindo açúcares, sais, proteínas e ácidos (MORAES, 2006). Trata-se de um indicador de amadurecimento e sabor do produto, pois os frutos maduros são concentrados com maior teor de sólidos solúveis e, portanto, apresentam maior aceitabilidade (CHITARRA, CHITARRA, 2005; KRUMREICH *et al.*, 2016). O valor médio encontrado neste trabalho foi de 4,5, valor relativamente baixo em relação ao encontrado por Clemente (2012) em farinha de resíduo de laranja, apresentando 38,50±0,58, resultante do alto grau de doçura presente em frutas. O resultado obtido indica que a farinha resultante a partir do resíduo do processamento da araruta não apresenta um teor adocicado, o que é esperado de produtos amiláceos.

A acidez é um parâmetro importante para avaliar o estado de conservação dos alimentos, pois a acidificação desempenha um papel inibitório no crescimento microbiano (Fennema, 2010). O valor médio de acidez encontrado na farinha do resíduo de araruta foi de 0,68% ± 0,03, apresentando conformidade de acordo com a Resolução nº 12 (BRASIL, 1978), onde a acidez para farinha de trigo deve ser no máximo 3%.

A medida do pH é fundamental para determinar o processo de deterioração dos alimentos em relação ao crescimento microbiano, atividade enzimática, textura de geleias e gelatinas, diminuição do sabor-odor de produtos, estabilidade de corantes artificiais, verificação do estado de maturação de frutas e seleção de embalagem (VICENZI, 2008). O valor de pH encontrado foi de 5,2 ± 0,01 e, portanto, pode ser considerada como uma farinha ácida com baixo ou difícil crescimento microbiano. De acordo com ORDONEZ (2005), a acidez de um alimento é um importante parâmetro na avaliação do seu estado de conservação, visto que a acidificação (pH 4,5) desempenha uma função inibidora do crescimento microbiano. Lacerda *et. al.*, (2022) apresentou um pH de 07,17±0,01,

caracterizado a partir da base úmida do farelo de araruta, valor associado ao pH alcalino, tornando-o favorável para o crescimento de microrganismos.

5.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

Os resultados obtidos na composição centesimal da farinha do resíduo de araruta tipo comum, referente aos percentuais de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras, carboidratos, valor calórico e atividade antioxidante estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição centesimal de farinha de resíduo fibroso de araruta

ANÁLISES	FARINHA DO RESÍDUO DE ARARUTA
Umidade	0,34±0,13
Cinzas	3,88±0,13
Proteínas	0,88±0,03
Lipídios	0,13±0,02
Fibra Bruta	6,20±1,15
Carboidrato	88,67±0,02
Valor Calórico (Kcal/100g)	384,05±0,01
Antioxidantes	Não detectado

*Valores médios (base seca) obtidos em triplicata, seguidos de desvio padrão.

Fonte: autora (2023).

O controle da umidade é bastante significativo, pois de acordo com Lopes e Franco (2006), farinhas que apresentem umidade inferior a 12% não permitem o crescimento microbiano. E segundo a legislação brasileira atual, a delimitação de umidade máxima é de 15% (100g)⁻¹ para farinhas e de 18% (100g)⁻¹, para amido ou fécula de mandioca, sabendo-se que valores acima deste teor de água, se torna propício o desenvolvimento de microrganismos na matéria, principalmente fungos e leveduras (Brasil 2005). A farinha do resíduo fibroso apresentou um teor de umidade de 0,34%, como descrito na Tabela 2, indicando a presença de pouca umidade, resultante do processo complementar de secagem a que foi submetida, no qual grande parte de sua umidade foi retirada, diferindo no valor encontrado por Lacerda *et al.*, (2022), de 12,91%, valor elevado devido a utilização da base úmida para a realização da caracterização.

As proteínas e o resíduo mineral fixo estão presentes em amido de raízes e tubérculos em pequenas quantidades, pois suas taxas elevadas podem interferir no processo de extração, reduzindo seu rendimento final (HOOVER, 2001). Diante disto, os valores de proteínas e cinzas encontrados na farinha de resíduo fibroso foram de 0,88±0,03 e 3,88%±0,13, respectivamente. O valor encontrado para proteínas é semelhante aos encontrados na caracterização do amido do rizoma, presentes na

literatura. No entanto, o teor de cinzas apresentou valor semelhante ao farelo de base úmida, com valores de $3,49 \pm 0,38$, encontrado por Lacerda *et. al.*, (2022).

Observando-se na Tabela 2, nota-se que o valor obtido para o teor de lipídios foi de $0,13 \pm 0,02$. De acordo com Moorthy (2001), o teor de lipídios pode ser considerado baixo quando valores abaixo de 1% estão presentes, o que ocorreu neste trabalho. Em comparativo com a literatura, o resíduo fibroso de araruta apresentou valor inferior a 1%. Esses resultados são favoráveis a utilização desse resíduo como substituintes parciais em outras farinhas para a panificação, uma vez que o baixo teor lipídico contribui para que a rancidez lipídica do produto não ocorra com facilidade, contribuindo assim para o aumento da vida de prateleira do produto.

Além disso, o fato de a legislação vigente permitir a substituição parcial da farinha de trigo por subprodutos com maiores fontes de nutrientes pode ser um contribuinte para a potencial utilização desse resíduo como aditivo em farinhas já comercializadas.

A fibra bruta é a parte dos alimentos onde encontram-se frações de celulose e lignina. É considerada também como parte de carboidratos, resistente ao tratamento contínuo por ácidos e bases diluídos, e representa o grosso da fração de fibra dietética. A maior proporção de fibra bruta no corpo humano é responsável pelo funcionamento normal do intestino, estimulando seu peristaltismo, mas não constitui fonte de energia porque não podem hidrolisar por enzimas intestinais humanas (SILVA, 1990).

O percentual de fibra bruta encontrado neste trabalho foi de 6,19%, exemplificando o teor fibroso do rizoma, que pode interferir no processo de extração da biomassa, alterando assim o rendimento final do produto. Em comparação ao valor de fibra em amido de araruta de 0,99% encontrado por Leonel *et al.*, (2002), na caracterização de amidos do rizoma. Enquanto Ferrari, Leonel e Sarmiento (2005) encontraram 1,30% e 1,05%, para cultivares de 12 e 14 meses, respectivamente. Os valores se tornam significativamente distintos pois no bagaço é retido grande parte do material fibroso.

Os carboidratos são componentes mais abundantes e vastamente distribuídos nos alimentos. Possuem múltiplas funções como fonte nutricional capaz de gerar energia, adoçantes naturais (glicose, frutose, sacarose, etc.), matéria-prima para produtos fermentados, sendo considerado principal constituinte dos cereais, responsável pelas propriedades reológicas e de reações de escurecimento em determinados alimentos de origem vegetal (SILVA, QUEIROZ, 2002; CECCHI, 2003; DAMODARAN, *et al.*, 2010). O valor de carboidrato identificado neste trabalho foi de 88,67%, esse valor alto

pode ser em decorrência da presença de amido em forma de grânulos residuais possíveis de serem observados na microscopia óptica. Fiorda, *et. al.* (2013) apresentou valor semelhante na caracterização da farinha do bagaço de mandioca, 84,85%. Onde cita que é constituído de uma porção de fibras e amido residual.

Ademais, os fatores climáticos são cruciais para a compreensão dos processos fisiológicos das plantas, portanto, as diferenças entre os resultados deste trabalho e referências utilizadas podem ser consideradas devido à climatologia. É preciso considerar os efeitos da temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, que podem diminuir linearmente de uma safra para outra, assim como as horas de insolação por dia, que também podem estar relacionadas as características de clima e solo de cada região.

Durante a extração do amido, substâncias consideradas contaminantes podem ser transportadas para o produto, como proteínas, lipídios e sais minerais. Embora presentes em pequenas quantidades, esses poluentes interferem em suas propriedades físico-químicas e técnicas (LEONEL; CEREDA, 2002).

5.3 ANÁLISE COLORIMETRICA

Tabela 3 - Comparação colorimétrica dos seguintes resíduos

AMOSTRA	Luminosidade (L*)	a*	b*
FARINHA DE RESÍDUO FIBROSO DE ARARUTA	83,23±0,50	5,65±0,50	17,68±0,50
FARINHA DE BAGAÇO DE MANDIOCA	41,03±0,60	7,01±0,64	20,28±0,46

Fonte: autora (2022), FIORDA, *et al.* (2013)

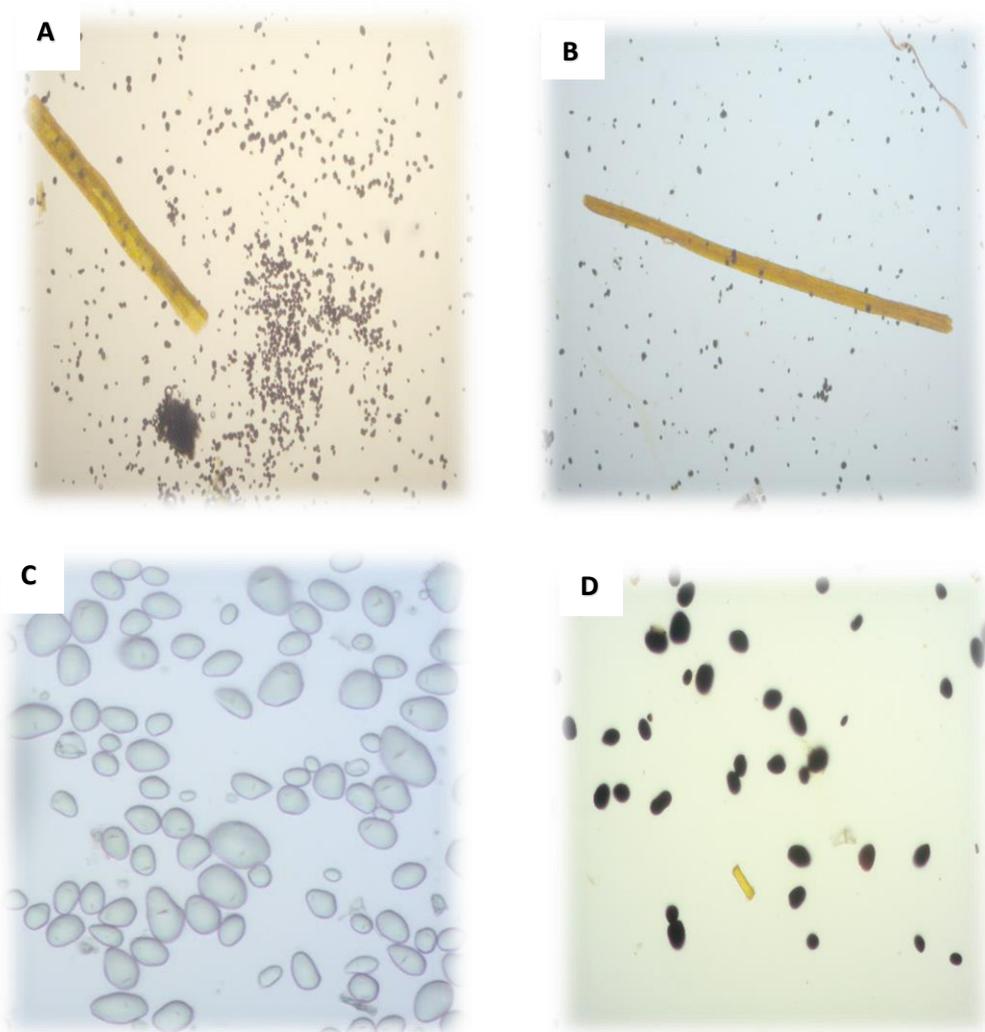
A análise de coloração avaliada é comumente utilizada na área de alimentos, pois está relacionada aos valores de cor com a percepção visual, fator este que influencia na qualidade e a apreciação do consumidor, que tende a preferir produtos à base de farinhas com colorações com maior intensidade de brilho, bem como a presença de cores do amarelo ao branco. Neste sentido, a farinha de araruta é mais clara, tendo valores de luminosidade de 83,23, e coloração significativamente maiores tanto para vermelho quanto amarelo 5,65 e 17,68 respectivamente. No entanto, a farinha do bagaço de mandioca caracterizada por (Fiorda *et. al.*, 2013), apresentou um valor de luminosidade inferior (41,030%) e valores de coordenadas de cromaticidade a* e b* semelhantes ao da farinha de araruta, descritos na tabela 3, o que indica coloração mais escura, com

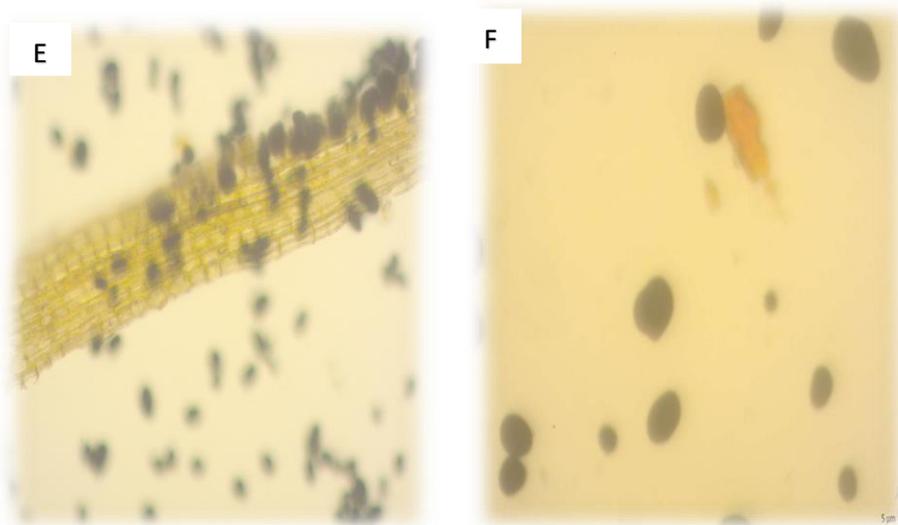
características mais avermelhadas e amareladas, o que está ligada a maiores teores de cinzas e fibras presentes nos resíduos.

A cor de um produto é muito importante, pois é um fator primordial na avaliação de compra pelo consumidor, sendo um amido fresco ou um produto formulado à base de araruta. A cor do amido afeta diretamente os produtos de panificação, porém quando usado como espessante, não afeta significativamente o produto final, pois a cor principal do produto se destaca (AGUSTINHA, 2013).

5.4 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA POR MICROSCOPIA ÓPTICA

Figura 5 - Imagens de microscopia óptica das amostras de farinha de resíduo de araruta com aumentos de 5x, 40x e 100x.





Ao mostrar a distribuição e o estado físico dos ingredientes, especialmente o amido, a microscopia óptica pode explicar intuitivamente como alimentos com composições químicas semelhantes podem ter estruturas drasticamente diferentes. É utilizada para analisar o efeito dos componentes e das condições de processamento e na estrutura dos alimentos (FLINT, 1996).

Nas figuras 5a e 5b e 5e é possível identificar a estrutura fibrosa, característica apresentada nesse rizoma, visualizadas em objetiva 5x e 100x, respectivamente. Onde, na última objetiva utilizada foi possível identificar com maior nitidez a estrutura. Na figura 5c, foi utilizada lâmina sem a adição de lugol 1%, podendo-se evidenciar as formas geométricas predominantes, onde apresentam características ovoides e elipsoides, formando agrupamentos de dois ou mais grãos e sem estrias aparentes. A análise visual do tamanho dos grânulos de amido residual mostrou uma distribuição e estrutura homogênea, também sendo possível observar que a superfície dos grânulos é bastante lisa, sem a presença de irregularidades ou porosidade superficial, o que demonstra grânulos íntegros e não danificados.

PÉREZ *et al.* (1997) relataram a forma de amidos de araruta, destacando pequena quantidade de grânulos circulares e um predomínio do formato de feijão. Além disso, após a adição de lugol 1%, que caracteriza uma cor azul marinho, foi possível visualizar nas figuras 5d e 5f a confirmação da presença de amido na amostra devido a reação. Características semelhantes às encontradas Menezes (1949), que descreve os grãos de amido de araruta como ovoides, elipsoides, fusiformes, redondo-triangulares, raramente esféricos, apresentando algumas protuberâncias laterais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos agroindustriais são alvo de pesquisas há décadas, conseqüentemente, diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de encontrar formas de utilizar esse material de forma responsável e consciente. Do ponto de vista ambiental, os estudos para reduzir o impacto dos resíduos são considerados de suma importância, pois estão relacionados à valorização do meio ambiente e à deposição de resíduos nos ecossistemas.

Farinhas com baixo valor nutritivo são consumidas em grande quantidade no Brasil, principalmente entre a população de baixa renda. Por isso, é fundamental estudar alimentos de alto valor nutritivo e baixo custo para beneficiar essa classe. Essa diferença também torna o subproduto recomendado para pessoas com intolerâncias alimentares.

A farinha de resíduo de araruta, como subproduto da produção de amido, é uma matéria-prima de baixo custo e com características diferenciadas de processo. E sua composição físico-química sugere que este resíduo possui potencial para ser utilizado como subproduto da indústria de extração de amido, apresentando assim um excelente potencial fibroso e com valor energético significativo, tornando-se recomendada para adultos saudáveis e também uma excelente alternativa para intolerantes a glúten.

A diferença entre os valores encontrados pelos autores e os deste trabalho, está relacionada a vários fatores como: a origem do rizoma, a forma e a qualidade do solo, condições de plantio, métodos de processamento utilizados para obtenção da fécula e separação do resíduo fibroso como subproduto para as indústrias de papel e alimentos.

O estudo da caracterização físico-química da farinha do resíduo de araruta é, portanto, relevante para avaliar o potencial de aproveitamento desse resíduo, agregando valor ao mesmo e contribuindo com as questões ambientais e sociais envolvidas na produção e disposição final. As características físico-químicas, centesimais e colorimétricas determinadas no presente trabalho apresentam valores significativos para tornar a farinha como possível substituinte parcial da farinha de trigo utilizada em produtos panificados. Ademais, é necessária a realização de estudos sensoriais, minerais e farinograficos para melhor identificação dos benefícios nutricionais e aceitabilidade dos consumidores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Resolução nº 12, de 24 de julho de 1978**. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA) Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 24 jul. 1978.

AGUSTINHA, P. L. **Análises Laboratoriais para o Controle de Qualidade da Farinha de Trigo e Garantia da Qualidade na Produção de Alimentos**. Palotina, PR. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior Tecnologia em Biotecnologia). Universidade Federal do Paraná - UFPR; 2013.

APARECIDO, A; MORETO, S. A; SOTT, L; BAROSSO, T; MILOTO BERNARDI, D. Produção de farinha da casca e bagaço da laranja. **Anais do X SEAGRO**, Cascavel, 2016.

AOAC. Official and Tentative Methods of the AOAC International. 18th Maryland, 2005.

ARANHA, J. B.; NEGRI, T. C.; MARTIN, J. G. P.; SPOTO, M. H. F. Efeito da radiação gama nos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e compostos fenólicos de farinha de resíduos de frutas durante armazenamento. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, n. e2016123, p. 1-10, 2017.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis. 14. ed. Whashington 1984.

BLIGH, E. G. & DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, v.37, p. 911 - 917, 1959.

BRACK, P (2016) - **Plantas alimentícias não convencionais**. *Agriculturas* 13: 4-6.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº. 263, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento Técnico sobre Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não-convencionais** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS, 2010. 92p.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutrition significance. **Nutrition Reviews**, v. 56, n. 11, p. 317-333, nov. 1998.

CASTRO, T. V. **Análise sensorial do pão sem glúten elaborado a base da farinha de araruta e enriquecido com a farinha do bagaço da laranja.** Dissertação (Bacharelado em Nutrição) — Faculdade Maria Milza, Governador Mangabeira, 2018.

CHITARRA, Maria Isabel Fernandes; CHITARRA, Adimilson Bosco. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

CLEMENTE, Edmar et al. Características da farinha de resíduos do processamento de laranja. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 14, n. 2, p. 257-269, 2012.

COELHO, I. d. S.; SANTOS, M.; ALMEIDA, D. L. de; SILVA, E. M. R. da; NEVES, M. C. P. **Como plantar e usar a araruta.** 1. ed. Brasília: Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica, RJ: Embrapa..., 2005.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de alimentos de Fennema. Trad. de Adriano Brandelli; **Cons. Super. E Rev. Téc.** desta edição por Adriano Brandelli. 4. ed. Porto Alegre, RS: Artemed, 2010.

DEVIDE, A. C. P. **Culturas anuais para sistemas agroflorestais com guanandi em várzea e terraço fluvial.** Tese (Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia) — Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

EMPRESA BAIANA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA S. A. (EBDA). *EBDA busca resgatar cultura da araruta em Cruz das Almas* 2013. Disponível em: <<http://www.ebda.ba.gov.br/ebda-resgata-a-cultura-da-araruta-em-cruz-das-almas>>.

Acesso em: 29/11/2022.

Eufrásio, M. R.; Barcelos, M. F. P.; Sousa, R. V.; Abreu, W. C.; Lima, M. A. C.; Pereira, M. C. A. Efeito de diferentes tipos de fibras sobre frações lipídicas do sangue e fígado de ratos wistar. *Ciência e Agrotecnologia*. 2009, 33, 1608.

FAO. **Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade.**

Fennema, O.R.; Damodaran, S.; Parkin, K.L.; Química de Alimentos. 4.ed. São Paulo: Artmed. 2010.

FIORDA, Fernanda Assumpção et al. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, p. 408-416, 2013.

FLINT, O. Microscopía de los alimentos. Manual de métodos prácticos utilizando La microscopía óptica. Zaragoza: Ed. Acríbia, 1996.

GAVA, A. J. Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2014.

HOOVER, R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. Carbohydrate Polymers, Barking, v. 45, n. 3, p. 253-267, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ª ed., São Paulo, 1020 pp. 2008.

KELEN, M. E. B.; NOUHUYS, I. S. V.; KEHL, L. C. K.; BRACK, P.; Silva, D. B. (Orgs). **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC): hortaliças espontâneas e nativas**. Porto Alegre: UFRGS, 2015. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/viveiroscomunitarios/wpcontent/uploads/2015/11/Cartilha-15.11-online.pdf> >. Acesso em: 28/11/2022.

KINUPP, V. F.; BARROS IBID (2007) **Riqueza de plantas alimentícias não-convencionais na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Biociências 5: 63-65.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014. 768 p.

KRUMREICH, Fernanda et al. Análises físico-químicas e estabilidade de compostos bioativos presentes em polpa de uvaia em pó obtidos por métodos de secagem e adição de maltodextrina e goma arábica. **Revista Thema**, Pelotas-RS, v. 13, p. 4–17, 2016.

LACERDA, Allana Medina; CEREDA, Marney Pascoli; BRITO, Vitor. Aproveitamento de resíduos agroindustriais—o potencial das fibras de araruta (*Maranta arundinacea* L.) para a alimentação humana. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e4611628378-e4611628378, 2022.

LEONEL, M., CEREDA, M. P. **Caracterização físico-química de algumas tuberosas-amiláceas**. Ciênc. Tec. Alim., 22:65-69, 2002.

LIMA, A. R. N.; CÂMARA, G. B.; DE OLIVEIRA, T. K. B. ALENCAR, W. D.; VASCONCELOS, S. H.; SOARES, T. da C.; SOARES, T. da C.; CAVALCANTI, M. da S. Caracterização físico-química e microbiológica de biscoitos confeccionados com

farinha de resíduos de frutas. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 11, p. e198111452, 2019.

LOPES, E. A.; FRANCO, B. D. G. M. Influência do controle da etapa de molhagem dos grãos na qualidade microbiológica da farinha de trigo. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 209-218, 2006.

LOZIENE, K.; VENSKUTONIS, P.R.; SIPAILIENE, A.; LABOKAS, J. **Radical scavenging and antibacterial properties of the extracts from different *Thymus pulegioides* L. chemotypes**. FoodChemistry, v. 103, n. 2, p. 546-559, 2007.

MARIA FILHO, J. **A importância das panes para promoção da saúde e educação nutricional, social, gastronômica e ambiental**. **Revista Brasileira de nutrição funcional** - ano 15, nº65, 2016. Disponível em: 9d41f4d83c84f6e23d43083c25e7a2b9.pdf (vponline.com.br). Acesso em: 15 de julho de 2022.

MATOS, A. T. **Tratamento e Aproveitamento Agrícola de Resíduos Sólidos**. Viçosa, Minas Gerais: Ed. UFV, 2014.

Mattias, M. F. O.; Oliveira, E. L.; Gertrudes, E.; Magalhães, M. A. Use of fibres obtained from the cashew (*Anacardium occidentale*, L) and guava (*Psidium guayava*) fruits for enrichment of food products. *Brazilian Archives Biology Technology* 2005, 48, 143.

Menezes Junior JBF. Investigação sobre o exame microscópico de algumas substâncias alimentícias. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 1949;9(1/2):28-32.

MESA, L. D. R. M. (2011). **Estudo da pirólise de cana-de-açúcar integral**. Dissertação no Mestrado em Engenharia Mecânica.

MESSENGER, B. Going native. *Food processing*, january, p. 58-59, 1997.

MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant Activity. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 26,n. 2, p. 211-219, 2004.

MONTEIRO, D. A.; PERESSIN, V. A. **Cultura da araruta**. In: M. P. Cereda (Coord.), **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. Fundação Cargill, São Paulo, 2002. pp.440-447.

NASCIMENTO, Caris Mariana et al. Araruta: Resgate, Consórcio e Processamento. *Cadernos de Agroecologia*, v. 9, n. 4, nov. 2014, ISSN 2236 - 7934. Disponível em: Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

NAVIA, D. P.; VILLADA, H. S.; TORRES, G. A. (2010). Caracterización morfológica de harina de siete variedades de yuca y polvillo de fique por microscopia óptica de alta resolución – MOAR –. **Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, 8(2), 79-85.

NESBIT, M.; MCBURNEY RPH.; BROIN, M.; BEENTJE HJ (2010) Linking biodiversity, food and nutrition: the importance of plant identification and nomenclature. **Journal of Food Composition and Analysis** 23: 486-498.

NEVES, M. C. P.; COELHO, I. D. S.; ALMEIDA, D. L. D. **Araruta: Resgate de um cultivo tradicional**. Embrapa Agrobiologia-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005., v. 79, n. 1, p. 1–4, 2005.

PASCHOAL, V.; SOUZA, N.S. **Plantas Alimentícias não convencionais (PANC)**. In: CHAVES, D. F. S. *Nutrição Clínica Funcional: compostos bioativos dos alimentos*. VP Editora. Cap. 13, p. 302-323, 2015.

PEDROSA, M.W.; MASCARENHAS, M.H.T.; CARVALHO, E.R.O.; SILVA, L.S.; SANTOS, I.C.; CARLOS, L.A. **Hortaliças não convencionais: saberes e sabores**. Belo Horizonte, 2012.

PEREIRA, C. A; CARLI, L; BEUX, S; BUSATO, S. B; KOBELINIK, M. Utilização de farinha obtida a partir de rejeito de batata na elaboração de biscoitos. **Publ. UEPG Ci. Exatas e da Terra**, Ponta Grossa, v.11, n. 1, p. 19 – 26, 2005.

PÉREZ, E.; LARES, M.; GONZÁLEZ, Z. Some characteristics of sagu (Canna edulis) and zulu (Maranta sp) rhizomes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 7, p. 2546-2549, 1997.

PLEAPO. RIO GRANDE DO SUL. Rio Grande Agroecológico – Plano Estadual de Agroecologia e Produção Orgânica 2016 - 2019. Secretaria do Desenvolvimento Rural, Pesca e Cooperativismo do Rio Grande do Sul, SDR/RS. 2016.

QUILES, A.; CAMPBELL, G. M.; STRUCK, S.; ROHM, H.; HERNANDO, I. Fiber from fruit pomace: a review of applications in cereal-based products. **Food Reviews**

International, v. 34, n. 2, p. 162-181, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1261299>

RAPOPORT, E.H.; LADIO, A. **Los bosques andino – patagônicos como fuentes de alimento**. Bosque, Valdivia, v.20, n.2, 1999.

RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999.

SHAFIZADEH, F. (1982). **Introduction to pyrolysis of biomass**. Journal of analytical and applied pyrolysis, 3(4), 283-305.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v. 14, n. 3, p. 426-436, 2013.

SILVA, J. R. S.; MONTEIRO, D. A. (1968). **Cultura da araruta industrial**. O Agrônomo, 20 (11/12), 11- 21.

Sousa, M. S. B.; Vieira, L. M.; da Silva, M. J. M.; Lima, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. *Ciência Agrotécnica* 2011, 35, 554.

VICENZI, R. Apostila tecnologia de alimentos. DCSA – UNIJUÍ. 107p. 2008.

VIEIRA, J. C. B.; COLOMBRO, J. N., PUIATTI, M.; CECON, P. R.; SILVESTRE, H. C. (2015). **Desempenho da araruta ‘Viçosa’ consorciada com crotalária**. *Agrária*, 10 (4), 518-524.

ZARATE, N. A. H.; VIEIRA, M. d. C. Produção da araruta ‘comum’ proveniente de três tipos de propágulos. **Ciência e Agrotecnologia**, SciELO Brasil, v. 29, n. 5, p. 995–1000, 2005.