

Aproveitamento de resíduos agroindustriais – o potencial das fibras de araruta (*Maranta arundinacea* L.) para a alimentação humana

Use of agro-industrial waste - the potential of arrowroot fibers (*Maranta arundinacea* L.) for human food

Aprovechamiento de residuos agroindustriales - el potencial de las fibras de maranta (*Maranta arundinacea* L.) para la alimentación humana

Recebido: 22/03/2022 | Revisado: 31/03/2022 | Aceito: 15/04/2022 | Publicado: 19/04/2022

Allana Medina Lacerda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9114-5365>
Universidade Católica Dom Bosco, Brasil
E-mail: allanalacerda12@gmail.com

Marney Pascoli Cereda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8181-7754>
Universidade Católica Dom Bosco, Brasil
E-mail: cereda@ucb.br

Vitor Brito

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6304-6415>
Universidade para o Desenvolvimento do Estado e Região do Pantanal, Brasil
E-mail: britovitorhugos@gmail.com

Resumo

Novas fontes de fibras alimentares têm sido prospectadas por sua importância na promoção da saúde humana, no entanto pontos técnicos de qualidade físico-química e propriedades funcionais devem ser estabelecidos como critérios de indicação de uso. Resíduos fibrosos agroindustriais podem apresentar características de interesse como fonte de fibras alimentares. Neste sentido, as fibras obtidas após a extração de amido de araruta (*Maranta arundinacea* L.) podem apresentar propriedades de interesse, além de vantagens como boas condições sanitárias e baixo custo. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi realizar a determinação destas propriedades em fibras de araruta (variedade comum). Elas foram obtidas em condições laboratoriais e comparadas, sendo comparadas com fibra de trigo comercial e farelo de mandioca. Os resultados apresentados indicam a potencialidade de uso das fibras na alimentação humana, com características similares as fibras comerciais. Os principais resultados foram: coloração clara (61,53% de claridade), com tons de vermelho e amarelo. O teor de fenólicos similares a fibra de trigo, apresentando ação antioxidante. O valor calórico foi de 228 kcal 100 g⁻¹, com baixo teor de lipídeos (2,23 g 100 g⁻¹), proteínas (4,9 g 100 g⁻¹) e cinza (3,49 g 100 g⁻¹). O perfil de fibra em detergente neutro 38 g 100 g⁻¹ e fibra detergente ácida 23 g 100 g⁻¹ o classifica como fonte de fibras e alimento funcional para adultos saudáveis.

Palavras-chave: Fibras; Granulometria; Saúde.

Abstract

New sources of dietary fiber have been prospected for their importance in promoting human health, however technical points of physicochemical quality and functional properties must be established as criteria for indication for use. Agro-industrial fibrous residues can potentially present characteristics of interest as a source of dietary fiber. In this sense, the fibers obtained after the extraction of starch from arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) can potentially present properties of interest, in addition to advantages such as good sanitary conditions and low cost. Thus, the objective of this research was to carry out the determination of these properties in arrowroot fibers (common variety) obtained under laboratory conditions, being compared with commercial wheat fiber and cassava. The results presented indicate the potential use of fibers in human food, with characteristics similar to commercial fibers. Among the main highlights are: light color (61.53% clarity), with shades of red and yellow. The content of phenolics similar to wheat fiber, showing antioxidant action. The caloric value was 228 kcal 100 g⁻¹, with a low content of lipids (2.23 g 100 g⁻¹), protein (4.9 g 100 g⁻¹) and ash (3.49 g 100 g⁻¹). Neutral detergent fiber 38 g 100 g⁻¹ and acid detergent fiber 23 g 100 g⁻¹ profile classifies it as a fiber source and functional food for healthy adults.

Keywords: Fibers; Granulometry; Health.

Resumen

Se han prospectado nuevas fuentes de fibra dietética por su importancia en la promoción de la salud humana, sin embargo, se deben establecer puntos técnicos de calidad fisicoquímica y propiedades funcionales como criterios de indicación de uso. Los residuos fibrosos agroindustriales pueden presentar características de interés como fuente de fibra dietética. En este sentido, las fibras obtenidas tras la extracción de almidón de maranta (*Maranta arundinacea* L.) pueden presentar potencialmente propiedades de interés, además de ventajas como buenas condiciones sanitarias y bajo costo. Así, el objetivo de esta investigación fue realizar la determinación de estas propiedades en fibras de maranta variedad común obtenidas en condiciones de laboratorio, comparándolas con fibra comercial de trigo y yuca. Los resultados presentados indican el uso potencial de fibras en la alimentación humana, con características similares a las fibras comerciales. Entre los principales destaques se encuentran: color claro (61,53% de claridad), con matices de rojo y amarillo. El contenido de fenólicos similar a la fibra de trigo, muestra acción antioxidante. El valor calórico fue de 228 kcal 100 g⁻¹, con un bajo contenido en lípidos (2,23 g 100 g⁻¹), proteínas (4,9 g 100 g⁻¹) y cenizas (3,49 g 100 g⁻¹). Fibra detergente neutra 38 g 100 g⁻¹ y fibra detergente ácido 23 g 100 g⁻¹ perfil lo clasifica como fuente de fibra y alimento funcional para adultos sanos.

Palabras clave: Fibras; Granulometría; Salud.

1. Introdução

Nos últimos anos houve crescimento na conscientização de consumo de alimentos que visam promover maior saudabilidade, levando ao aumento do bem-estar. Diversos componentes presentes nos alimentos resultam nestes efeitos, como a fração mineral, vitaminas, compostos antioxidantes e as fibras alimentares (Jefferson & Adolphus, 2019).

A fração fibrosa dos alimentos está associada ao desencadeamento de inúmeros efeitos benéficos, reduzindo em até 27% o risco de doenças crônicas não degenerativas como o diabetes *mellitus* tipo 2 e outras patologias como acidente vascular cerebral, hipertensão arterial, câncer de cólon, entre outras (Makki et al., 2018). Além de melhorar o sistema imunológico, redução de massa corpórea e diminuição de níveis de lipídeos e carboidratos na corrente sanguínea (Wang et al., 2021). Embora produtos como fibra de trigo já sejam comercializados há tempos, é importante avaliar novas fontes de fibras em razão dos novos conhecimentos da ciência da nutrição.

Juntamente, os componentes fibrosos destas fontes, outros compostos residuais podem estar associados à melhoria dos efeitos benéficos, como os compostos fenólicos e carboidratos polimerizados, como o amido resistente (Călinoiu & Vodnar, 2018). Os compostos fenólicos são componentes do metabolismo secundários dos vegetais e desempenham diversas funções benéficas, prevenindo contra injúrias causadas por radicais livres, ação antimicrobiana, anti-inflamatória, anticarcinogênica e redução de incidência de doenças cardiovasculares (Tungmunnithum et al., 2018).

Já os amidos resistentes, correspondem a moléculas de glicose, polimerizadas em amilose e amilopectina. Em função do tipo de arranjo e localização deste amido, ele desempenha efeito importante no corpo humano, especialmente com a funcionalidade de fibras, melhorando a flora intestinal e formação de bolo fecal (Dobranowski & Stintzi, 2021).

As fibras são classificadas de acordo com a sua natureza química e funcionalidade. Fibras solúveis apresentam maior viscosidade e fermentação no cólon, entre as quais a pectina, gomas, inulina e algumas hemiceluloses se destacam, enquanto as fibras insolúveis estão associadas especialmente a formação de bolo fecal, sendo composta especialmente por celulose, lignina e hemiceluloses (Chhabra, 2018).

As fontes de fibras alimentares, por não serem digeridas e nem absorvidas pelo organismo humano, promovem efeitos fisiológicos favoráveis à saúde do consumidor, sem fornecer energia, no entanto a divulgação comercial em rótulos dos produtos está associada a fibra bruta, o que subestima os teores de fibras alimentares (Subiria-Cueto et al., 2021). O fato de apresentar alto teor de fibra bruta, não quer dizer que a matéria-prima seja uma fonte de fibra de boa qualidade nutricional (Cukier et al., 2005).

Bernaude e Rodrigues (2013), relatam que uma ingestão de fibras de pelo menos 30 g dia⁻¹ é necessária para que os benefícios sejam alcançados, exigindo o consumo de grande variedade fonte de fibras como alimentos, como as frutas, verduras, grãos integrais e farelos. Entretanto, na vida moderna, essas recomendações nem sempre são facilmente atendidas,

especialmente quanto à quantidade de fibra a ser consumida por dia. Por essa razão lojas especializadas e academias, valorizam, disponibilizam e destacam esses produtos como complementos alimentares e incentivam a prospecção de novas gamas de produtos como farelos de aveia, de arroz, de milho, fibra de trigo e de maracujá, farinha de coco, de berinjela, entre outros (Barros, 2019).

Em resposta a essa demanda, as indústrias alimentícias vêm desenvolvendo formulações de alimentos funcionais, capazes de suprir necessidades nutricionais e promover benefícios à saúde, sem perder de vista as necessidades da vida moderna, mas para serem incluído entre os alimentos promotores de saúde, há necessidade de comprovar suas características benéficas (Garcia- Amezquita et al., 2018).

Entre todos os farelos de cereais, os farelos de trigo e arroz são os suplementos dietéticos mais estudados e populares, além de inicialmente serem resíduos agroindustriais que foram valorizados após pesquisas relacionadas às suas características. Estudos sobre a composição fitoquímica comprovaram a riqueza destes materiais, entre eles os compostos fenólicos, vitaminas, fibra dietética, derivados de esteroides, polissacarídeos, proteínas, aminoácidos essenciais e carotenoide (Friedman, 2013; Sharif et al., 2014). Neste sentido, outras fibras possuem potencial para apresentar constituintes de interesse a saúde, no entanto poucos estudos foram realizados.

No setor agroindustrial de extração de amido de tuberosas, como a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), batata doce (*Ipomea batatas* (L.) Lam.), batata (*Solanum tuberosum* L.), araruta (*Maranta arundinacea* L.), entre outras, são obtidos resíduos fibrosos (também chamados de bagaço ou farelo), poucos estudados no sentido de reaproveitamento como subprodutos. A valorização de alimentos obtidos de resíduos pode promover redução de custo dos processamentos nas agroindústrias, além de melhor aproveitamento das matérias primas.

Nos últimos anos, houve um crescimento considerável nas pesquisas e cultivos com araruta, a nível internacional, atendendo especialmente a demanda agroindustrial de países asiáticos (Guilherme et al., 2010; Fidelis et al., 2019; Deswina e Priadi, 2019; Amante et al., 2021). Esta espécie é nativa do Brasil, sendo difundida para vários países, especialmente asiáticos. O amido de araruta é procurado por sua especialidade para uso no setor em confeitarias finas (Leonel & Cereda, 2002), e como fonte de amido, a geração de farelo é uma consequência obrigatória.

Como outros alimentos, seu potencial de valorização se dá pelo conhecimento de sua composição, assim o objetivo deste trabalho foi avaliar as composição físico-química e funcional do resíduo fibroso da extração de amido da araruta em escala laboratorial, com foco em seu uso como complemento alimentar.

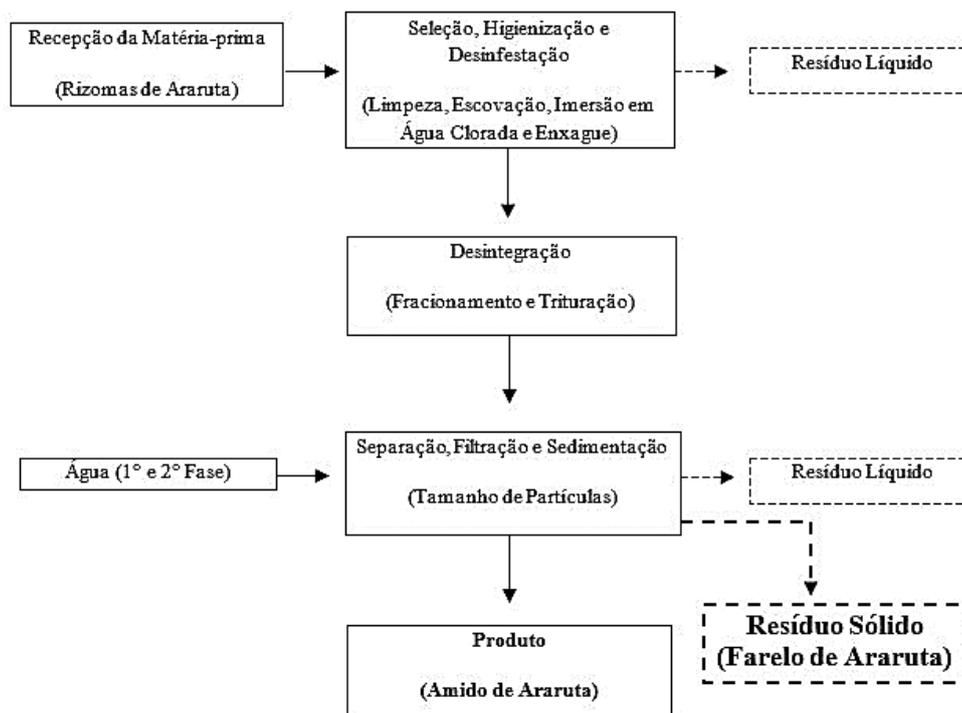
2. Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida no Centro de Tecnologias e Estudos do Agronegócio, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Rizomas de araruta variedade “comum” (*Maranta arundinacea* L.) foram usadas para extração do amido em laboratório, em técnica adaptada da descrita por Leonel, Sarmento e Cereda (2002), conforme a descrição de operações unitárias. Adotou-se a proporção de 50% de rizomas com 50% de água destilada, colocados em liquidificador com 5 litros de capacidade (Poli Metalúrgica SIEMSEM L^{tda}-ME, Modelo SL10). A extração ocorreu em temperatura ambiente e para separar o farelo da suspensão de amido, empregando peneiras de malha de 50 e 200 mesh. O resíduo fibroso retido foi lavado três vezes com igual volume de água destilada, drenado do excesso de umidade em Kitassato ligado a bomba de vácuo e seco a 50° C em estufa (Marconi® Modelo MA037) com circulação e renovação de ar. O farelo seco moído em equipamento Willye (modelo TE – 650, marca Tecnal).

Para fins de comparação foram usados o farelo de trigo e de mandioca. O farelo de mandioca foi coletado diretamente na Fecularia Ponta Porã®. No momento da coleta a amostra ainda úmida foi submetida a prensagem até apresentar cerca de 30% de umidade e posteriormente submetida ao mesmo processo de secagem e moagem realizado para a amostra de farelo de

araruta. As principais operações unitárias empregadas na extração de amido de araruta e escala laboratorial, resultando na produção de resíduo sólido (farelo), empregado na pesquisa são apresentadas a seguir.

Figura 1.



Fonte: Autores (2022).

O farelo de trigo foi selecionado por ser produto mais comercializado e por ser considerado padrão de fibra alimentar (Gutkoski & Pedó, 2000). A amostra analisada foi adquirida no comércio local, comercializada pela Yoki® e não exigiu preparo específico. As três amostras de um só lote foram guardadas em frascos de boca larga, em local ventilado e ao abrigo da luz até o momento das análises.

2.2 Análises

2.2.1 Granulometria

O perfil granulométrico das amostras foi estabelecido em equipamento vibratório Produtest (Modelo T), composto por sete peneiras e fundo, cujas aberturas variaram de 1,41 mm a 0,053 mm. Três amostras de 500 g foram submetidas à vibração na regulagem máxima por 15 minutos. A seguir as massas de amostras retidas em cada peneira, expressas como porcentagem da massa inicial de acordo com Dias e Leonel (2006).

2.2.2 Coloração e Microscopia ótica

A coloração e luminosidade das amostras de fibras foram aferidas diretamente no material empregando o aparelho Konica Minolta (Chroma Meter CR-400, Japão). Adotou-se o sistema CIEL L*, a* e b*, em que os valores de L* (luminosidade ou brilho) variam do preto (0) ao branco (100), os de a* do verde (-60) ao vermelho (+60) e os de b* do azul (-60) ao amarelo (+60).

A confecção de lâmina para a avaliação microscópica foi estabelecida por coloração diferencial por lugol 1% (Newproo) e safranina 2,5% (Vetec) para visualização da distribuição de fibras e grânulos de amido residuais nas amostras, observou-se em microscópio BEL® e fotografadas com aumento de 100x.

2.2.3 Análises bromatológicas e potencial calórico

A determinação de umidade seguiu o método do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), com cálculos realizados pela diferença de massa inicial e final após secagem a 105 °C por 24 horas, valores expressos em porcentagem (%). Os valores de pH determinados em potenciômetro calibrado (Tecnal® pHmeter TEC-2) em amostras de 10g de (base seca) diluídas em 100mL de água deionizada mantidas previamente sob agitação durante 20 minutos (IAL, 2008). A acidez foi determinada na mesma suspensão usada na determinação do pH, mantida sob agitação constante. Acrescentou-se 2 gotas de fenolftaleína e a titulação foi realizada com NaOH 0,1 mol L⁻¹. Os resultados expressos em NaOH 100 g⁻¹ de amostra seca (IAL, 2008).

Os carboidratos determinados diretamente nas amostras, representando todos os açúcares, complexos (ART) e simples (AR) (Somogyi, 1945; Nelson, 1994). Para Açúcar Redutor Total (ART) a hidrólise foi realizada pelo método enzimático, com alfa-1,4-glucano-4-glucanohidrolase (EC. 3.2.1.1 Novozymes®), permanecendo sob agitação contínua por 180 minutos a 95°C. Os teores de glicose inicialmente presentes foram descontados dos brancos (amostra sem enzima). Uma curva padrão construída a partir de uma solução de glicose variando de 0 a 200 µg mL⁻¹, sendo os resultados de AR e ART expressos g 100 g⁻¹ de massa seca.

As proteínas dosadas como nitrogênio total pelo método 960.52 (AOAC, 2000), com fator de conversão de nitrogênio em proteína de 6,25. Os lipídeos analisados por extração em soxhlet empregando éter de petróleo como solvente e o teor de cinzas calculados após incineração em mufla (550-570°C), pela massa de resíduo remanescente, ambos conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Para dosar os compostos fenólicos totais das amostras moídas, foram preparados extratos metanólicos para a determinação do conteúdo de fenólicos totais conforme Swain e Hills (1959). O reagente colorimétrico foi o Folin–Ciocalteu (Dinâmica® P.A.). Foi estabelecida uma curva padrão utilizando Ácido Gálico (Synth® P.A.) de 0,10 a 15,00 µg, na qual os fenólicos calculados pela Equação. $y = 8,528 x + 0,0252$ com $r^2 = 0,993$, onde y é a concentração de fenólicos expressos como ácido gálico em µg g⁻¹ e x é a absorbância medida

A fração fibra alimentar foi determinada pelo método descrito por Van Soest (1963) e Van Soest e Wine (1968) e expressas como fibra detergente ácido (FDA) e fibra detergente neutro (FDN). O teor de fibra alimentar total foi determinado pelo método enzimático segundo procedimento descrito pela AOAC (2000), com a utilização de α-amilase (Termamyl®), digestão enzimática com protease (Alcalase®) e amiloglicosidase (AMG®) para a hidrólise.

O valor energético total foi estimado seguindo-se os valores de conversão de Atwater, no qual se multiplicou o conteúdo de carboidratos e proteínas por 4 kcal g⁻¹ e o de lipídios por 9 kcal g⁻¹ (Wilson et al., 1982).

2.2.4 Propriedades funcionais de fibras

O índice de absorção de água (IAA) e o índice de solubilidade em água (ISA) foram determinados segundo metodologia de Anderson et al. (1969). Para a determinação do índice de absorção de óleo (IAO), a metodologia foi adaptada de IAA, com a substituição da água por óleo de soja, segundo Seibel e Beléia (2009).

2.3 Análises dos resultados

Todas as análises foram realizadas com três repetições e os resultados expressos em matéria seca (MS), sendo composto por média e desvio padrão. As médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) (StatSoft, 2008).

3. Resultados e Discussão

O farelo de araruta e de outras amiláceas é formado por fibras presentes na matéria-prima, contendo parte dos demais componentes, como minerais, amido residual, proteínas, entre outros. Para fins elucidativos, uma comparação entre os três tipos de materiais fibrosos estudados é apresentada, mesmo que sejam materiais botânicos muito diferentes (sementes, raízes e rizomas). A aparência física dos farelos é apresentada na Figura 1 e as características de coloração na Tabela 1. O farelo de trigo teve aparência mais áspero em sua superfície, enquanto o farelo de mandioca tem aparência mais homogênea. O farelo de araruta apresenta superfície mais desigual.

Figura 1. Aparência física de farelos de trigo (A), mandioca (B) e araruta (C).



Fonte: Autores (2022).

A coloração avaliada pelo sistema Cielab é amplamente empregada na área de alimentos, pois correlaciona consistentemente os valores de cor com a percepção visual. Neste sentido, o farelo de trigo é mais escuro, tendo valores de luminosidade de 52,65%, e coloração significativamente maiores tanto para vermelho quanto amarelo (7,26 e 18,30) respectivamente. O farelo de araruta foi o material fibroso mais claro quando observado diretamente, no entanto estatisticamente os farelos de mandioca (58,51 L%) e araruta (61,53 L%) não apresentaram diferença significativa quanto a luminosidade e a coloração.

Tabela 1. Coloração de farelos de trigo, mandioca e araruta pelo sistema CIELab (média de três repetições).

Análise	Trigo	Mandioca	Araruta*
Luminosidade (L%)	52,65 ± 1,31b	58,51 ± 0,86a	61,53 ± 0,13a
Vermelho (a+)	7,26 ± 0,13a	4,40 ± 0,02 b	4,00 ± 0,11b
Amarelo (b+)	18,30 ± 0,08a	16,53 ± 0,23b	17,69 ± 0,10b

*Extração em laboratório; Médias seguidas pela mesma letra em cada linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%.
Fonte: Autores (2022).

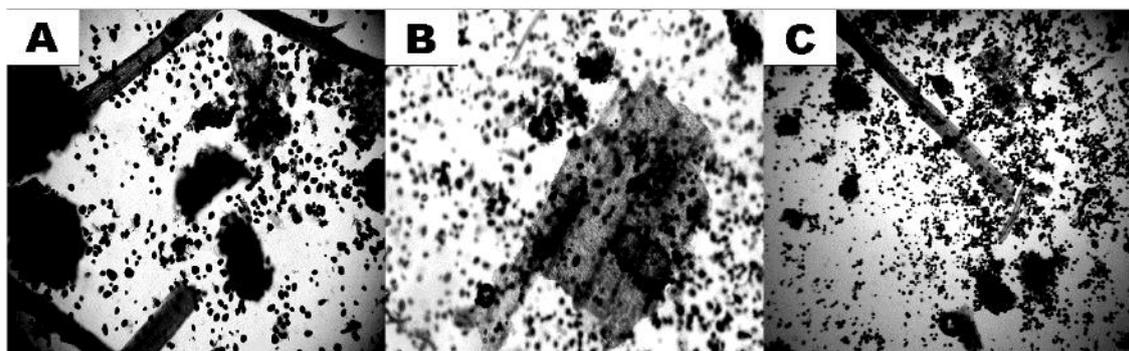
Embora todas tenham sido moídas, em laboratório ou na indústria, o aspecto foi bastante diferente entre as amostras, permitindo melhor visualizar o efeito da granulometria (Figura 1 e Tabela 2). A fibra de trigo e o farelo de mandioca também

se diferem pela tecnologia de extração, podendo ser visualizado pelas análises de caracterização bromatológica e também por meio da análise de microscopia, conforme pode ser visualizado na Figura 2. Nesta imagem podem ser visualizados os grânulos de amido residuais, ainda em esta do granular e as fibras.

O tamanho de partículas é importante no desenvolvimento da sensação que proporciona durante o processo de mastigação, além de influir na digestão dos alimentos, nas características nutricionais e no caso das fibras, nas propriedades funcionais do material, como a capacidade de absorção e retenção de água e lipídeos e formação do bolo fecal (Zaragoza et al., 2001). A granulometria deve também atender à preferência do consumidor, mas pode ser ajustada através de moagens.

Houve pouca variabilidade entre as repetições de cada amostra, visto pelos baixos valores de coeficiente de variação. O farelo de trigo empregado como padrão comercial apresentou granulometria mais grossa, com 75,6% das partículas entre 600 e 426 μm . Já o farelo de mandioca apresentou uma grande variabilidade de tamanho de partículas, como é obtido com equipamentos industriais comerciais (Vilpoux, 2003), a granulometria do farelo de mandioca, representa a o perfil que seria obtido com o farelo de araruta caso passe a ser processado.

Figura 2. Microscopia ótica de farelos de trigo (A), mandioca (B) e araruta (C).



Fonte: Autores (2022).

Silva (2012), apresentou valores de granulometria do farelo de mandioca, também comercial, com duas frações, 30% na mais grosseira e 64% em partículas menores que 180 μm . Em condições laboratoriais a amostra de farelo de araruta apresentou distribuição mais uniforme entre todas a peneiras, com 42,65% menor que 180 μm , ou seja, nestas condições o farelo de araruta pode potencialmente apresentar características de maior reatividade quando consumido, a depender de sua composição química.

Tabela 2. Caracterização do perfil granulométrico (percentual de retenção) de farelos de trigo, mandioca e araruta (média de três repetições).

Malha	Granulometria (%)		
	Trigo	Mandioca	Araruta*
1700 μm	00,08 \pm 0,01c	31,89 \pm 0,02a	00,71 \pm 0,01b
600 μm	48,77 \pm 0,02a	11,71 \pm 0,03b	07,30 \pm 0,03c
426 μm	26,83 \pm 0,03a	03,70 \pm 0,02c	11,56 \pm 0,01b
250 μm	20,65 \pm 0,70c	27,50 \pm 0,01a	24,11 \pm 0,04b
180 μm	01,90 \pm 0,01c	12,05 \pm 0,06b	13,67 \pm 0,02 ^a
< 180 μm	01,77 \pm 0,04c	13,15 \pm 0,05b	42,65 \pm 0,05 ^a

*Extração em laboratório; Médias seguidas pela mesma letra em cada linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%.
Fonte: Autores (2022).

Uma vez caracterizada em granulometria e aspecto, resta avaliar as características físico-químicas e suas propriedades como fibra funcional. A umidade das amostras não pode ser comparada uma vez que todas as amostras foram secas para melhor conservação, e atendem a Legislação Brasileira, cujo valor máximo é de 14% de umidade (Brasil, 1978).

A atividade de água é uma característica do produto e como pode ser observado na Tabela 3, todos os valores encontrados são menores que 0,6 dificultando o crescimento de microrganismos e reações químicas e enzimáticas (Sarantópoulos et al., 2001).

A comparação da acidez e pH mostra que houve diferença significativa para os três materiais fibrosos (Tabela 3), com maior acidez encontrada para o farelo de trigo, seguida pelo farelo de mandioca. O farelo de araruta apresentou a menor acidez, o que pode ser explicado pela extração em laboratório. Nas condições industriais em que o farelo de mandioca é obtido, é comum que demore até 24 horas para ser seco. Nesse tempo, se a temperatura é elevada, a massa pode chegar a fermentar (Silva, 2012). O pH acompanhou a variação da acidez.

Tabela 3. Caracterização físico-química de farelo de trigo, mandioca e araruta (médias de três repetições).

Análises	Trigo	Mandioca	Araruta*
Umidade (%)	10,47 ± 0,00b	05,81 ± 0,00c	12,91 ± 0,00a
Aw	00,49 ± 0,00b	00,38 ± 0,00c	00,52 ± 0,00a
pH	06,38 ± 0,01b	04,31 ± 0,03c	07,17 ± 0,01 ^a
Acidez (mL NaOH 100 g ⁻¹)	00,21 ± 0,00a	00,11 ± 0,06b	00,03 ± 0,00c

*Extração em laboratório; Médias seguidas pela mesma letra em cada linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%.
Fonte: Autores (2022).

Embora a acidez não interfira com a digestão, que é caracterizada por elevada acidificação no estômago com aproximadamente pH 1,5 (Cuppari, 2005), pode interferir no crescimento de microrganismos, juntamente a atividade de água, especialmente fungos e bactérias lácticas. A diferença de acidez não deverá interferir na aceitação do produto ou na avaliação nutricional porque um complemento alimentar é consumido em pequena proporção e em mistura com outros alimentos sólidos ou líquidos.

Não sendo sua função principal no organismo, o alimento fibroso não deve proporcionar, ou deve ser parcimonioso em gerar calorias, sob o risco de perder sua valorização no mercado. Os teores de açúcares redutores (AR) e açúcares redutores totais (ART) devem representar o potencial calórico dos farelos, uma vez que a quantidade de lipídeos e proteínas, mesmo considerando as diferenças para os farelos, não chega a ser significativo como valor nutricional e calórico (Tabela 4).

O farelo de araruta previamente desidratado com 12,91% de umidade, apresentou teor de carboidrato total de 43,80 g 100 g⁻¹ que resultaria em 175,2 kcal 100 g⁻¹, caso fosse ingerido, esse valor alto deve-se a presença de amido em forma de grânulos na amostra inicial conforme é possível verificar na Figura 2. Os farelos de trigo e mandioca apresentaram baixos valores, devido a maior eficiência no processo de extração de farinha e amido na indústria, com 26,37 g 100 g⁻¹ (105,48 kcal 100 g⁻¹) e 29,16 g 100 g⁻¹ (116,64 kcal 100 g⁻¹), respectivamente. A lavagem intensa com água para extração do amido deveria ter removido a maior parte dos açúcares solúveis dos farelos de mandioca e araruta, diferentemente do que ocorre no processamento de fibra de trigo, onde a casca, rica em fibras, minerais e vitaminas, constitui o subproduto da moagem denominado farelo (AGEITEC, 2017).

Os valores de carboidratos totais para o farelo de mandioca corroboram com os valores disponíveis na literatura, que variam de 20 a 50% da composição do material, estando associado a eficiência do equipamento empregado no processo de extração (Leonel et al., 1998; Ghildyal & Lonsane 1990; Saito et al., 2006). Os valores expressos na Tabela 4 para potencial

calórico total acompanharam a variação dos carboidratos (AR e ART) com 228 kcal 100 g⁻¹ para o farelo de araruta, o que segundo o Ministério da Saúde (Brasil, 2005) perfaz cerca de 17% do consumo na necessidade calórica de pessoas adultas. Quando comparado com a fibra de trigo comercial com apenas cerca de 200 kcal 100 g⁻¹, o potencial calórico reforça o maior problema dos resíduos de matérias-primas amiláceas, que é alto teor calórico para um suplemento alimentar. A fibra de trigo, com as menores concentrações de componentes não fibrosos totais proporciona 106 kcal de calorias, perfil mais adequado.

Tabela 4. Caracterização bromatológica e potencial calórico de farelo de trigo, mandioca e araruta (média de três repetições).

Análises	Trigo	Mandioca	Araruta*
Composição Nutricional	g 100 g⁻¹		
Açúcares Redutores	03,54 ± 0,21 c	07,42 ± 0,36 a	05,77 ± 0,33 b
Açúcares Redutores Totais	26,37 ± 0,87 c	29,16 ± 1,51 b	43,80 ± 0,16 a
Proteína Bruta	06,90 ± 0,06 a	01,80 ± 0,71 c	04,90 ± 0,18 b
Lipídeo Total	01,80 ± 0,11 c	02,37 ± 0,01 b	02,23 ± 0,00 a
Cinzas	02,62 ± 0,32 b	01,44 ± 0,05c	03,49 ± 0,38 ^a
Valor Calórico (Kcal 100 g⁻¹)	149c	144b	228a
Compostos Fenólicos Totais (µg 100 g⁻¹)	29,04 ± 0,02a	01,53 ± 0,33c	24,80 ± 0,02b

*Extração em laboratório; Médias seguidas pela mesma letra em cada linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%.
 Fonte: Autores (2022).

Os demais componentes (carboidratos solúveis – AR, proteína bruta e lipídeos totais) foram baixos para representar valores nutricionais significativos em um alimento rico em fibra, mas são adequados para alimento fibroso, onde o objetivo não é alimentar, mas sim promover a saúde. No farelo de mandioca os valores de proteínas foram próximos aos citados por Saito, Cabello e Fukushima (2006) com 1,75 e 1,80% respectivamente. Para a fração mineral, avaliada pelos teores de fibras, os valores foram maiores para o farelo de araruta, sendo estes componentes essenciais para a promoção de saúde, assim como os compostos secundários, especialmente a classe de compostos fenólicos que apresenta importante atividade bioativa no corpo humano, destacando a ação antioxidante contra os radicais livres, com valores significativos para o farelo de trigo e araruta, enquanto que a matéria-prima mandioca apresentou baixos valores, de apenas 01,53 µg 100 g⁻¹. Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008), propuseram uma classificação para frutos segundo o teor de fenólicos a cada 100 g, considerando baixo (<10 µg), moderado (10 a 50 µg) e alto (>50 µg), neste sentido, os farelos de trigo e araruta poderiam entre os teores médios, tendo em vista que não existe este tipo de classificação para componentes residuais, especialmente de matérias-primas amiláceas.

Fibra alimentar é qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano, determinado segundo os métodos publicados pela AOAC, em sua edição mais atual (Brasil, 2001). A quantificação da fração fibrosa dos farelos é apresentada na Tabela 5. A fibra é considerada como alimento funcional e desempenha no organismo, funções importantes, como promover sensação de saciedade, interfere no metabolismo dos lipídeos e carboidratos e na fisiologia do trato gastrointestinal, além de assegurar uma absorção mais lenta dos nutrientes (Cukier et al., 2005).

O consumo diário de fibras recomendando na alimentação para homens e mulheres saudáveis é de 25 g dia⁻¹ (Vitolo, 2008). A Portaria n° 27 (1998) que identifica os produtos quanto ao conteúdo de seus constituintes relata que, quanto ao conteúdo de fibras alimentares, é preconizado como um produto com “alto teor” de fibras aquele que apresente cerca de 6 g de fibras em 100 g de produto sólido e potencial “fonte” de fibras para 3 g em 100 g de produto.

Tabela 5. Caracterização da fração fibra de farelo de trigo, mandioca e araruta e suas respectivas propriedades funcionais (média de três repetições).

Análises	Trigo	Mandioca	Araruta*
Fração Fibra		g 100 g⁻¹	
Fibra Detergente Neutro (FDN)	60,04 ± 0,02a	60,04 ± 0,01a	38,21 ± 0,02c
Fibra Detergente Ácido (FDA)	12,91 ± 0,03c	29,22 ± 0,01a	23,28 ± 0,02 b
Fibra Alimentar Total (FAT)	46,21 ± 0,01a	44,32 ± 0,04b	41,45 ± 0,02c
Propriedades Funcionais		g g⁻¹	
Índice de Absorção de Água (IAA)	3,85 ± 0,09c	4,92 ± 0,68 b	4,94 ± 0,92a
Índice de Absorção de Óleo (IAO)	2,84 ± 0,05c	3,36 ± 0,36 b	3,57 ± 0,31a
Índice de Solubilidade de Água (ISA)	12,20 ± 1,44a	1,73 ± 0,71 b	3,38 ± 0,39c

*Extração em laboratório; Médias seguidas pela mesma letra em cada linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%.
Fonte: Autores (2022).

O teor de fibra bruta não foi avaliado porque tem sido gradualmente abandonado uma vez que, segundo Filisetti (2006) subestimam os teores de celulose e lignina. O método de Fibra Detergente Ácida (FDA) corresponde à fração de fibras insolúveis que inclui em celulose, hemicelulose e lignina. A fração solúvel é composta por gomas, mucilagens e a maioria das pectinas (IAL, 2008).

A comparação direta é dificultada por serem materiais botânicos muito diferentes, apesar de serem matérias-primas amiláceas, mas ainda assim é válido para mostrar a variabilidade dos componentes, especialmente o padrão de fibras de farelo de trigo, uma vez que a literatura ressalta que esse material é considerado a fibra padrão (Pandey et al., 2000; Gutkoski & Pedó, 2000) que apresenta aproximadamente 60 g 100 g⁻¹ da fração FDN e com menor teor de FDA. Os resultados concordam também com Fisher (2011), que cita para o farelo de trigo média de 9,66% de fibra bruta, com 40,59% de FDN. Para farelo de mandioca, Leonel (1998) obteve 16,30 % de FDA, 38,70 % de FDN, valores estes inferiores aos encontrados neste trabalho. O farelo de trigo constitui uma boa fonte de proteínas e minerais, além de ser uma rica fonte de fibra alimentar. A fibra de farelo de trigo é principalmente do tipo insolúvel e, desta maneira, seu consumo pode contribuir para o tratamento de constipação intestinal e outras desordens relacionadas (Stevenson et al., 2012).

O farelo de araruta e de mandioca apresentaram maiores teores de fração de fibras solúveis (FDN). A influência das fibras solúveis no trato alimentar está relacionada à sua habilidade de reter água e formar géis e também ao seu papel como substrato para fermentação de bactérias colônicas (Makki et al., 2018). Esses resultados são citados na literatura para farelos de mandioca, com média para FDN de 42,93% conforme relatado por Silva, (2012) e 40 % por Raupp et al., (2004). Os resultados obtidos para farelo de mandioca concordam com Cereda (1996) que afirma que aproximadamente 85% das fibras alimentares encontradas no farelo de mandioca são fibras de caráter insolúvel.

No aspecto da fração fibra alimentar total (Tabela 5), os farelos, embora tenham diferido significativamente, apresentaram teores que variaram de 41,45 a 46,21 g 100 g⁻¹. O teor de fibra alimentar do farelo de trigo analisado foi um pouco maior que o citado por Raupp et al. (2004) que cita 31,70 % de fibra alimentar, evidenciando que esses valores podem variar. Neste caso o teor de FAT no farelo de araruta e de mandioca seriam maiores que o do farelo de trigo neste estudo.

Além da quantidade, é necessário estabelecer a funcionalidade das fibras como alimento. Segundo Elleuch et al. (2011), Lobo e Silva (2003) e Pereira (2007) a funcionalidade é sua capacidade de reter água e assim aumentar o volume fecal, que as fibras conseguem acelerar o trânsito intestinal, estimulando a fermentação colônica e reduzindo o risco de doenças do trato gastrointestinal. No critério Índice de Absorção de Água (IAA) o farelo de trigo comercial apresentou o pior desempenho,

enquanto o farelo de araruta apresentou a melhor absorção, seguido pelo farelo de mandioca, mostrando que poderia aumentar o bolo fecal em maior intensidade que o produto comercializado.

Surpreendentemente o farelo de mandioca apresentaram o maior teor, concordando com Silva (2012), que explica esse valor pelo teor de amido, que pode absorver varia vezes seu peso em água. Esse desempenho pode ser explicado pelo maior teor de fibra solúvel que é importante para conferir viscosidade em razão de sua maior capacidade de absorção de água. Avaliando-se o papel fisiológico, estas fibras desempenham papel importante como agente hipocolesterolêmico e hipoglicêmico. Em contrapartida, as fibras insolúveis apresentam maior densidade e porosidade, sendo importantes para o aumento volume fecal e para o bom funcionamento intestinal.

A adição destas fibras em produtos alimentícios agrega valor, conferindo-lhe o papel de alimento funcional. (Vitolo, 2008), o que poderia aumentar a valorização do farelo de araruta. O índice de absorção de óleo valorizou o farelo de araruta em relação ao farelo comercial de trigo, resultado esse oposto ao obtido para absorção de água. O farelo de araruta mostrou-se o melhor entre os materiais fibrosos avaliados para essa característica, seguido do farelo de mandioca. O desempenho do farelo de trigo encontra apoio na literatura pois segundo Zaragoza et al. (2001) reapresenta 2,91 g g⁻¹ para de IAA, 2,32 g g⁻¹ para IOA e 2,48 g g⁻¹ para ISA.

Segundo Ravi e Suselamma (2005), os sítios apolares das cadeias de proteínas apresentam a capacidade de reter lipídeos. Quando comparado os resultados com outros farelos citados em outros estudos, o farelo de araruta apresentou (Zaragoza et al., 2001) perfis de absorção de água e óleo, que foram opostos ao Índice de Solubilidade (IS).

Em função dos resultados obtidos, o farelo de araruta obtido diretamente dos rizomas pode ser considerado um alimento fonte de fibras alimentares e aporte energético para indivíduos saudáveis, entretanto para determinados grupos de pessoas torna-se necessário tratamento para a redução do potencial calórico, ou seja, a hidrólise e remoção do amido residual.

4. Conclusão

A composição físico-química do farelo de araruta revelou que este resíduo apresenta potencial para ser empregado como subproduto em indústrias extratoras de amido.

Quando relacionado os teores de carboidratos totais, estes foram mais elevados para este material, estando relacionado ao processo de extração de amido, perfazendo cerca de 17% da recomendação diária de consumo de carboidratos de um adulto saudável.

O farelo de araruta apresentou cerca de 25 µg 100 g⁻¹ de compostos fenólicos, o que pode ser considerado como um diferencial deste material fibroso, face a valorização que os fenólicos apresentam atualmente na nutrição.

Quanto à fração fibras, o farelo de araruta apresentou cerca de 39 g 100 g⁻¹ de componentes de FDN e cerca de 23 g 100 g⁻¹ para FDA, com total médio de 41 g 100 g⁻¹ em fibra alimentartotal (FAT). Quanto a funcionalidade, apresentou índice de absorção em água, de 5 g 100 g⁻¹, enquanto que a índice de absorção em óleo ficou em 3,5 g 100 g⁻¹. Como consequência, o índice de solubilidade em água de 3 g 100 g⁻¹, pode ser considerado compatível com o teor de fibra detergente neutro.

O farelo apresentou 228 kcal por 100 g como valor calórico, o que ainda caracteriza um material fibroso de alto teor energético. Pode ser considerado um produto potencial fonte de fibras recomendado para adultos saudáveis, embora para sua valorização como suplemento fibroso deverá ter essas calorias reduzidas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Agência Brasileira de Pesquisa Agropecuária Empresa (Unidade EMBRAPA–CENARGEN) para prestação de serviços Apoio, suporte.

Referências

- Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC. (2017). *Trigo*. http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000girlwnqt02wx5ok05vadr1qrnof0m.html.
- Amante, P. R., Santos, E. C. Z., Correia, V. T. V. & Fante, C. A. (2021). Research Notes: Benefits and Possible Food Applications of Arrowroot (Maranta Arundinaceae L.) *Journal of Culinary Science & Technology*, 19(6), 513-521, 10.1080/15428052.2020.1791295.
- Anderson, R. A., Conway, H. F., Pfeifer, V. F., & Griffin Junior, L. (1969). Gelatinization of Corn Grits by Roll-and Extrusion-Cooking. *Cereal Science Today*, (14)1, 4-12.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (2000). Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists. 17th ed. Virginia.
- Barros, H. E de. (2019). Desenvolvimento de produto à base de farelo de cacau (Theobroma cacao L.): biscoito tipo cookie./ *Hanna Elisia Araújo de Barros. Itapetinga: UESB*, 90p.
- Brasil. (2021). *Resolução ANVISA RDC 269, de 22 de setembro de 2005*. Dispõe do regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (DRI) de proteína, vitaminas e minerais. <http://legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18828&word>.
- Bernaude, F. S. R. e R. & Ticiania, C. (2013). Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, (57) 6, 397-405, doi.org/10.1590/S0004-27302013000600001.
- Brasil. (1978). Decreto nº 12.486, de 20 de outubro de 1978. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, 20-21.
- Brasil. (2005). Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia alimentar para a população brasileira: Promovendo a alimentação saudável. *Ministério da Saúde*.
- Călinoiu, L. F. & Vodnar, D.C. (2018). Grãos Integrais e Ácidos Fenólicos: Revisão sobre Bioatividade, Funcionalidade, Benefícios para a Saúde e Biodisponibilidade. *Nutrientes*, 10(11), 1615. <https://doi.org/10.3390/nu10111615>,
- Cereda, M. P. (1996). Caracterização, usos e tratamentos de resíduos da industrialização da mandioca. *Botucatu: Centro de Raízes Tropicais-Universidade Estadual Paulista*, p.56.
- Chhabra, S. (2018). Fibras Dietéticas e Benefícios para a Saúde. Em *Alimentação Funcional e Saúde Humana*. Springer: Cingapura, pp. 15-25.
- Cukier, C., Magnoni, D. & Alvarez, T. (2005). Nutrição baseada na fisiologia dos órgãos e sistemas. *Sarvier*.
- Cuppari, L. (2005). Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto. (2a ed.). *Manole*.
- Damat, D., Setyobudi, R. H., Soni, P., Tain, A., Handjani, H. & Chasanah, U. (2020). Modified arrowroot starch and glucomannan for preserving physicochemical properties of sweet bread. *Food Science and Technology, Ciênc. Agrotec*, 44, doi.org/10.1590/1413-7054202044014820.
- Deswina, P., Priadi, D. (2019). Development of arrowroot (Maranta arundinacea L.) as functional food based of local resource. In *Proceedings of the 6th International Symposium of Innovative Bioproduction Indonesia on Biotechnology and Bioengineering (ISIBIO)*.
- Dias, L. T. & Leonel, M. (2006). Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, 30 (4), 692-700.
- Dobranowski P. A. & Alain, S. (2021) Amido resistente, microbioma e modulação de precisão, Micróbios Intestinais, (13) 1, 10.1080/19490976.2021.1926842.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Christophe Blecker, C. & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124 (20), 411-421.
- Fideles, M. C., Bento, J. A. C., Ferreira, K. C., de Oliveira, A. L. M., Caliar, M. & Soares Júnior, M. S. (2019). Physicochemical and technological characteristics of arrowroot flour modified by ultrasound and low-temperature heat treatment. *Ciência Rural [online]*, 49 (10), doi.org/10.1590/0103-8478cr20181037.
- Filiseti, T. M. C. C. (2006). Fibra alimentar: definição e métodos analíticos. In: Lajolo, F.M. Menezes, E.W. de. *Edusp. (ed). Carbohidratos em alimentos regionales iberoamericanos*. 11, 257-286.
- Fisher, M. M. (2011). Efeitos de diferentes fontes de fibra na digestibilidade de nutrientes, nas respostas metabólicas pós-prandiais e na saúde intestinal de gatos. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)*.
- Friedman, M. (2013). Rice brans, rice bran oils, and rice hulls: Composition, food and industrial uses, and bioactivities in humans, animals, and cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(45), 10626-10641.

- García-Amezquita, L.E, Tejada-Ortigoza, V., Serna-Saldivar, S.O. & Welti-Chanes, J. (2018). Dietary fiber concentrates from fruit and vegetable by-products: processing, modification, and application as functional ingredients. *Food and Bioprocess Technology*, 11(8), 1439-1463. <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2117-2>.
- Ghildyal, N. P. & Lonsane, B. K. (1990). Utilization of cassava fibrous residue for the manufacture of value added products: an economic alternative to waste treatment. *Process Biochemistry*, 25 (2),35-39.
- Guilherme, D.O, Branco, F. P., Madeira, N. R., Brito, V. H., de Oliveira C. E., Jadoski, C. J. & Cereda, M. P. (2019). Valorization From Corm, Tuber, Rhizome, and Root Crops: The Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) Case. *Starches for Food Application*,167-222.
- Gutkoski, L. C. & Pedó, I. (2000). Aveia: composição química, valor nutricional e processamento. *Varela*, 191, 2000.
- IAL. (2008). Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. In: IAL. Normas Analíticas. *Instituto Adolfo Lutz*, 5 ed.
- Jefferson, A. & Adolphus, K. (2019). The Effects of Intact Cereal Grain Fibers, Including Wheat Bran on the Gut Microbiota Composition of Healthy Adults. *A Systematic Review. Front. Nutr.*, 6, 33.doi: 10.3389/fnut.2019.00033.
- Leonel, M. (1998). Uso de enzimas complementares na produção de etanol a partir de farelo de mandioca. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - *Universidade Estadual de São Paulo – UNESP (Faculdade de Ciências Agrônomicas)*.
- Leonel, M., Cereda, M., Roau, X. (1998). Cassava bagasse as a dietary food product. *Tropical Science*, 38, 224-228.
- Leonel, M., Cereda, M.P. (2002). Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas tuberosas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 22(1), 65-69.
- Leonel, M., Sarmiento, S.B.S. & Cereda, M.P. (2002). Processamento da araruta (*Maranta arundinacea* L.) para extração e caracterização da fração amilácea. *Brazilian Journal of Food Technology*, 5, 151- 155.
- Lobo, A. R. & Silva, G. M. L. (2003). Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. *Revista de Nutrição*, 16 (2), 219-226.
- Makki, K., Deehan, E. C., Walter J., Bäckhed, F. (2018). The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease, *Cell Host & Microbe*, (23) 6, 705-715, ISSN 1931-3128, doi.org/10.1016/j.chom.2018.05.012.
- Nelson, N. (1994). Uma adaptação fotométrica do método Somogyi para a determinação da glicose. *Biol. Chem*, 153, 375- 380.
- Pandey, A., Soccol, C. R., Nigam, P., Soccol, V. T., Vandenberghe, L. P. S. & Mohan, R. (2000). Biotechnological potential of agro-industrial residues. II: cassava bagasse. *Bioresource Technology*, 74 (1), 81-87.
- Pereira, K. D. (2007). Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27, 88-92.
- Ravi, R., Suselamma, N. S. (2005). Simultaneous optimization of a multi-response system by desirability function analysis of boondi making: a case study. *Journal of Food Science*. (70) 8, 539-547.
- Saito, I., Cabelo, C., Fukushima, R. S. (2006). Caracterização das fibras do farelo de mandioca residual após tratamento hidrotérmico. *Raízes e Amidos Tropicais*, 2 (1), 1-11.
- Sarantópoulos, C. I. G. L., Oliveira, L. M., Canaves, E. (2001). Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis. *CETEA/ITAL*.
- Seibel, N. F. & Beléia, A. P. (2009). Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [Glycine Max (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. *Brazilian Journal of Food Technology*, (12) 2, 113-122.
- Sharif, M. K., Butt, M.S., Anjum, F.M. & KHAN, S.H. (2014). Rice bran: A novel functional ingredient. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54 (6), 807-816, 10.1080/10408398.2011.608586.
- Silva, E. C. da. (2012). Potencial de aproveitamento do farelo de mandioca como fonte de fibra alimentar. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), *Universidade Estadual de Ponta Grossa*.
- Somogyi, M. (1945). Determination of blood sugar. *Journal of Biological Chemistry*, 160, 69-73.
- Statistica. (2008). Data Analysis Software System, v.8.0, *Stat-Soft*, www.statsoft.com.
- Stevenson, L., Phillips, F., O'sullivan, K. & Walton, J. (2012) Wheat bran: its composition and benefits to health, a European perspective. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, (63)8, 1001-1013, doi: 10.3109/09637486.2012.687366
- Subiria-Cueto, R., Coria-Oliveros, A.J., Wall-Medrano, A., Rodrigo-García, J., González-Aguilar, G. A., Martínez-Ruiz, N. R. & Alvarez-Parrilla, E. (2021). Produtos de padaria antioxidantes à base de fibras alimentares: uma nova alternativa para o uso de produtos vegetais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. ISSN 1678-457X. <https://doi.org/10.1590/fst.57520>.
- Swain, T. & Hills, W.E. (1959). The phenolic constituents of *Punus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 19, 63-68.
- Tungmunthum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A., & Yangsabai, A. (2018). Flavonoides e outros compostos fenólicos de plantas medicinais para aspectos farmacêuticos e médicos: uma visão geral. *Medicamentos*, 5(3), 93. <https://doi.org/10.3390/medicines5030093>.
- Van Soest, P. J. & Wine, R. H. (1968). The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fibre with permanganate. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, (51)1, 780-785.

Van Soest, P. J. (1963). Use of detergents in the analysis of fibrous foods. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 46, 829-835.

Vasco, C., Ruales, J. and Kamal-Eldin, A. (2008). Total Phenolic Compounds and Antioxidant Capacities of Major Fruits from Ecuador. *Food Chemistry*, 111, 816-823. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.054>

Vilpoux, O. (2003). Processos de produção de fécula de mandioca, comparação Brasil, Tailândia e China. In: Cereda, M. P., VILPOUX, O. Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino-americana. *Fundação Cargill*, (3) 7, 143-175.

Vitolo, M. R. (2008). Nutrição: da gestação ao envelhecimento. *Rubio*. 17-37.

Wang, Z., Zhong, J., Meng, X., Gao, J., Li, G., Sun, J., Li, X. & Chen, H. (2021). The gut microbiome-immuneaxis as a target for nutrition-mediated modulation of food allergy, *Trends in Food Science & Technology*, 114, 116-132, ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.021>.

Wilson, E. D., Santos, A. C. & Vieira, E. C. (1982). Energia. In: Oliveira, J. E. D., Santos, A. C. & Wilson, E. D. Nutrição básica, *Savier*.

Zaragoza, M. L. Z., Pérez, R. M. & Navarro, Y. T. G. (2001). Propiedades funcionales y metodología para sue valuación en fibra dietética. Fibra dietética em Iberoamérica: tecnologia y salud. *Varela*, 95-209.