

16

Valor nutricional e processamento do pinhão

Rossana Catie Bueno de Godoy
Carlos Wanderlei Piler de Carvalho
Manoela Estefânea Boff Zortéa Guidolin
Mônika Ikeda
Regina Isabel Nogueira
Cristiane Vieira Helm
Felix Emilio Prado Cornejo
Fernanda Janaína Oliveira Gomes da Costa
Angela Gava Barreto

Introdução

A semente de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, conhecida como pinhão, é um alimento típico e tradicional da região Sul do Brasil, com grande aceitação devido ao seu sabor característico. É tido pelos consumidores como um alimento benéfico à saúde, nutritivo e que pode ser ingerido por toda a família. Tem forte apelo cultural, pois seu consumo remete às memórias familiares de infância, rurais e folclóricas (Zuin; Zuin, 2008; Godoy et al., 2018).

O uso do pinhão para a elaboração de alimentos, dentro do conceito de sustentabilidade de *A. angustifolia*, contribui de forma significativa para a valorização da espécie (Zanette, 2010; Pinto et al., 2012). A renda total obtida com a exploração do pinhão é 22% maior que aquela oriunda da extração da madeira (Guerra et al., 2002). Todo e qualquer processo que agregue renda à semente de araucária colabora, significativamente, para a sua preservação (Zanette, 2010; Pinto et al., 2012).

Uma das estratégias de aproveitamento do pinhão é sua inclusão como ingrediente na gastronomia, o que já vem ocorrendo de forma sistemática e contínua (Godoy et al., 2013). Outra vertente é o seu processamento em alimentos de longa duração, que possam estender o período de oferta anual que é limitado, devido ao baixo grau de industrialização.

A carência de produtos elaborados com pinhão constitui num dos principais entraves dessa cadeia produtiva, sendo fundamental o desenvolvimento e a disponibilização de produtos de maior valor agregado (Corso et al., 2002; Balbinot et al., 2008).

O pinhão como matéria-prima agroindustrial

O pinhão é formado basicamente pelo tegumento que é o envoltório externo duro, conhecido por casca, pelo endosperma que é o material de reserva alimentar e pelo embrião (Figura 1).



Figura 1. Semente de pinhão com casca (tegumento); endosperma e embrião.

As sementes são carnosas, tendo de 3 cm a 8 cm de comprimento, por 1 cm a 2,5 cm de largura e peso médio de 8,7 g. A sua forma é cônica-arredondada-oblonga, com ápice terminando com um espinho achatado e curvado para a base (Reitz; Klein, 1966; Carvalho, 1994). A amêndoa é branco-róseo-clara, rica em reservas energéticas, principalmente amido e aminoácidos. No centro da semente, encontra-se o embrião com os cotilédones brancos ou rosados claros, que são retos

ou com a extremidade dobrada e constituem cinco sextos do comprimento do embrião (Reitz; Klein, 1966; Carvalho, 1994). Sua casca possui coloração acastanhada, amarelada ou avermelhada (Godoy et al., 2018). A parte comestível é muito dura quando crua, necessitando, portanto, de um processo de abrandamento de sua textura para permitir o consumo.

Um dos fatores limitantes ao processamento alimentício do pinhão é a retirada das cascas. Tradicionalmente, essa etapa é realizada usualmente com auxílio de uma faca adaptada para esta finalidade, o que torna o processo inadequado para aplicações agroindustriais de beneficiamento do material. A Embrapa Agroindústria de Alimentos desenvolveu uma alternativa para o descascamento e a separação das cascas e amêndoas de pinhão, com posterior desidratação e obtenção de uma farinha (Cornejo et al., 2014).

Nesse processo, o pinhão é submetido a trituração em um moinho de facas para rompimento da casca, sem a utilização da peneira de separação por tamanho (Figura 2). O material resultante é uma mistura de casca e amêndoa (parte comestível). Essa mistura é colocada em uma caixa coletora contendo água potável (B) e, devido à diferença de densidade entre os dois materiais, ocorre a separação. As cascas flutuam e, dessa forma, são facilmente retiradas da água, com o auxílio de uma peneira. Quando a casca é removida por completo, escorre-se cuidadosamente a



Figura 2. Descascamento mecânico do pinhão (A) moinho de facas; trituração do pinhão inteiro (B); material triturado na água (C); secagem das amêndoas e cascas (D).



água da caixa coletora com as amêndoas trituradas ao fundo. Dessa forma, tem-se o material totalmente separado.

Para a secagem das amêndoas, poderá ser utilizado qualquer sistema que atinja a temperatura no intervalo de 50 °C a 60 °C e que tenha uma circulação de ar de, pelo menos, 0,5 m s⁻¹. Após um período de 18 a 24 horas, as amêndoas desidratadas apresentam teor de umidade de 3,5% a 5,0%, devendo ser trituradas em moinho de facas/martelo com peneira de abertura de 2 mm ou com malha diferente, conforme a granulometria desejada, para obtenção da farinha.

Valor nutricional do pinhão

Do ponto de vista nutricional, o pinhão como matéria-prima é um alimento que contém carboidratos complexos como o amido, amido resistente, fibras alimentares, minerais, baixos teores de lipídios e sódio. Alguns compostos presentes no pinhão têm caráter funcional como os antioxidantes e o amido resistente, com potencial de promoção de saúde para o consumidor. O amido resistente é um tipo de amido que não é completamente digerido e absorvido no estômago ou no intestino delgado. Em vez disso, passa para o cólon e é convertido em ácidos graxos de cadeia curta pela microbiota, o que é benéfico à saúde.

O pinhão é um alimento calórico, devido à grande quantidade de amido (35%), que é o maior constituinte na sua composição centesimal. Contém alto valor energético (160 kcal 100 g⁻¹) e baixo teor de lipídios (<1%) e proteínas (7%) (Soares et al., 2014). Além disso, pode ser considerado um alimento funcional por conter altos teores de fibras alimentares (13 g 100 g⁻¹), compostos fenólicos antioxidantes e amido resistente (3 g 100 g⁻¹), segundo Timm et al. (2014). Portanto, o consumo de pinhão pode trazer diversos benefícios à saúde humana, como prevenir doenças intestinais, acelerar o trânsito gastrointestinal e reduzir o índice glicêmico (Cordenunsi et al., 2004; Pisa et al., 2013).

Dados parciais de pesquisas realizadas pela Embrapa Florestas, com pinhões coletados em diferentes épocas do ano, indicaram algumas variações na composição físico-química das sementes (Heberle et al., 2015). O material foi coletado no Banco Ativo de Germoplasma de araucária, localizado em Colombo, PR, durante o ano de 2014 (Tabela 1), aos 34 anos de idade. Os pinhões precoces foram coletados de março a abril, os de ciclo médio coletados de maio a junho e os tardios coletados de julho a agosto.

Tabela 1. Composição centesimal média de amostras e valor calórico total de pinhão de ciclo precoce, médio e tardio (base úmida).

Composição	Pinhão		
	Precoce	Ciclo médio	Tardio
Umidade (g 100 g ⁻¹)	46,04	47,19	49,19
Minerais (g 100 g ⁻¹)	1,24	1,35	1,48
Fibra alimentar total (g 100 g ⁻¹)	13,31	15,20	10,32
Proteínas (g 100 g ⁻¹)	5,70	7,30	8,00
Lipídios (g 100 g ⁻¹)	0,97	0,41	0,58
Carboidratos totais (g 100 g ⁻¹)	32,74	28,55	30,43
Valor Calórico Total (kcal 100 g ⁻¹)	162,49	147,09	158,94

Fonte: Heberle et al. (2015).



A composição também pode variar de acordo com a forma com que o pinhão é processado, em geral cozido ou assado. O processo de cocção incorpora compostos fenólicos presentes na casca que migram para a amêndoa durante o cozimento, sendo benéfico à saúde (Cordenunsi et al., 2004).

A fração mineral do pinhão é composta por cobre, zinco, manganês, ferro, magnésio, cálcio, fósforo, enxofre e sódio. Porém, merece destaque o fornecimento de potássio ao organismo humano, mineral que ajuda a controlar a pressão arterial e também a baixa concentração de sódio (Valor Nutricional do Pinhão, 2018) (Tabela 2).

Corrêa e Helm (2010) determinaram o perfil de ácidos graxos em amostras de pinhão cru e cozido e relataram os ácidos linoleico e oleico como os principais, cujas concentrações para o pinhão cru foram de 47,66% e 21,40% e para o pinhão cozido de 38,29% e 28,35%, respectivamente. Esses ácidos contribuem para a redução do colesterol do sangue e, conseqüentemente, auxiliam na prevenção de doenças cardiovasculares (Corrêa et al., 2010).

Tabela 2. Composição mineral média de amostras de pinhão (mg 100 g⁻¹).

Cu	0,20	0,17
Zn	0,66	0,58
Mn	0,19	0,24
Fe	0,90	1,55
Mg	49,38	40,70
Ca	24,72	29,93
P	135,43	117,80
S	39,20	36,91
K	692,13	500,46
Na	0,67	1,53

Fonte: Valor Nutricional do Pinhão (2018).

Amido de pinhão

Dentre os produtos que podem ser obtidos a partir do pinhão, o amido merece especial atenção em função das possibilidades de uso deste ingrediente, tanto para a área farmacêutica e química, quanto para a própria indústria alimentícia.

Na indústria de alimentos, a viscosidade e o poder geleificante do amido são influenciados pela proporção de amilose/amilopectina, teor de proteína e lipídio, além da estrutura, forma e tamanho dos grânulos. Estes são fatores fundamentais para a sua utilização, bem como o controle de propriedades mecânicas, de textura, adesão, tendência à retrogradação, entre outras (Smith, 2001; Daiuto et al., 2002).

O amido pode ser extraído do pinhão de acordo com a metodologia descrita por Costa et al. (2014) (Figura 3). O revestimento principal (casca espessa lignificada) e a película que adere às sementes devem ser removidos, assim como o embrião (maior porção lipídica da semente) nas etapas iniciais do processo. As amêndoas são, então, trituradas com o dobro do volume de água, durante cinco minutos, aproximadamente.

A suspensão é filtrada em tecido de poliéster fino ou em peneira com abertura de 0,053 mm e decantada. Também pode ser usada a centrifugação como opção a decantação. Nesse caso, a solução é centrifugada sob 2.000 rpm, por cinco minutos. A água resultante da decantação ou centrifugação é descartada, cuidadosamente, preservando o precipitado no fundo do recipiente. Segue para secagem em estufa com circulação de ar forçado, por 24 horas, com controle de temperatura para que não exceda 40 °C.



Figura 3. Fluxograma do processamento do amido de pinhão

O amido é, então, macerado e submetido a peneira fina com abertura de 0,063 mm (Figura 4).



Figura 4. Amido de pinhão.

As micrografias dos grânulos de amido de pinhão encontram-se na Figura 5 e as imagens obtidas com e sem luz polarizada na Figura 6. O tamanho dos grânulos de amido de pinhão variou entre 7 μm e 20 μm (diâmetro médio) (Zortéa-Guidolin et al., 2017b).

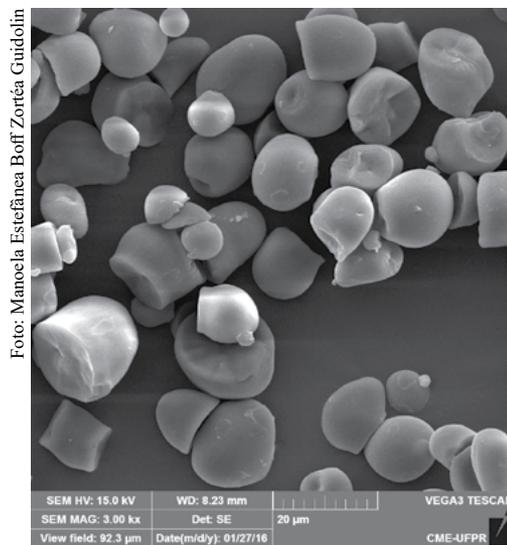


Figura 5. Micrografia dos grânulos de amido de pinhão obtida por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Aumento de 3.000 vezes.

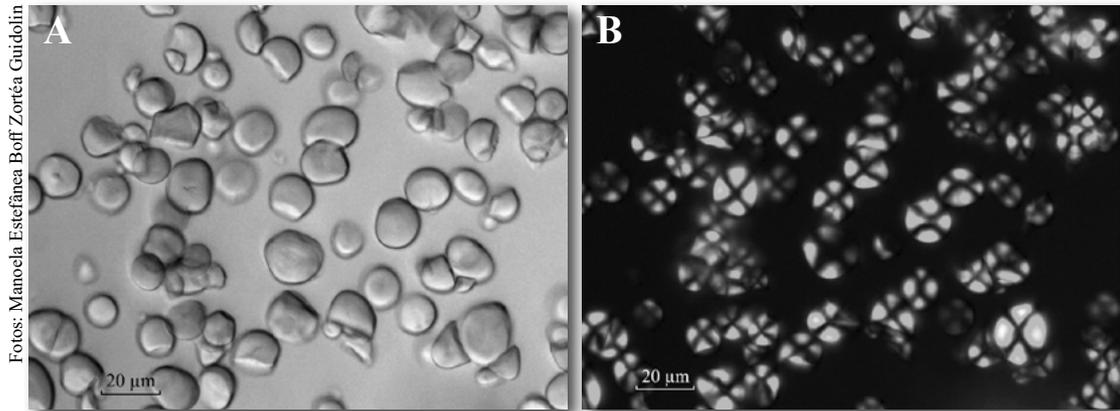


Figura 6. Micrografias de amidos de pinhão sem (A) e com (B) luz polarizada, com ampliação de 400 vezes.

Quando comparados aos grânulos de amido de outra fonte mais comum, como a mandioca, por exemplo, os grânulos de amido de pinhão apresentam diâmetros menores, porém são morfologicamente semelhantes (Cereda, 2001), ou seja, possuem formas túrgidas e homogêneas, com característica de forma oval, elipsóide hemisférica ou truncada e superfície sem irregularidades.

Os amidos de pinhão apresentam cristalinidade do tipo C, típica do amido de ervilha e de algumas variedades de feijão (Rosenthal et al., 1974). A amilopectina dos amidos de pinhão apresenta massa molecular média ponderada (M_w) de $3,0-3,9 \times 10^8 \text{ g mol}^{-1}$, raio médio de rotação z (R_z) de 270-283 nm. Além disso, segundo Zortéa-Guidolin et al. (2017b), este tipo de amido é composto por amilopectina, com maiores proporções de cadeias de tamanho médio-curto grau de polimerização (DP) de 13 a 24 e comprimento médio de cadeia ramificada de 19,7-21,4 unidades de glicose anidra (AGU). Quanto maior a presença de cadeias curtas de amilopectina, mais fracas são as interações entre as moléculas, o que permite que cadeias curtas absorvam água rapidamente e alcancem facilmente um elevado poder de inchamento (Singh et al., 2006; Chung et al., 2011).

Além disso, sobre estes amidos, pode-se dizer que a temperatura de empastamento está diretamente relacionada à temperatura de gelatinização (T_0), ou seja, o momento da perda das interações de duplas hélices da amilopectina e birrefringência corresponde à perda da cristalinidade dos grânulos, a qual varia de $59 \text{ }^\circ\text{C}$ a $62 \text{ }^\circ\text{C}$, segundo análise de calorimetria exploratória diferencial (DSC).

A viscosidade aparente da pasta dos amidos de pinhão pode ser determinada por uma suspensão de massa total de 28 g contendo 8% de amido (m/m em base seca) em água deionizada, submetida à leitura em um rápido visco-analisador modelo RVA-4 (Newport Scientific, Warriewood, Austrália). O seguinte regime de tempo/temperatura pode ser considerado: $50 \text{ }^\circ\text{C}$ durante um minuto, seguido de aquecimento até $95 \text{ }^\circ\text{C}$, a uma taxa de $6 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$, manutenção da pasta sob temperatura de $95 \text{ }^\circ\text{C}$, por cinco minutos e resfriamento de $95 \text{ }^\circ\text{C}$ a $50 \text{ }^\circ\text{C}$, a uma taxa de $6 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$. Durante todo o experimento, o RVA-4 mantém a suspensão sob agitação a 160 rpm (Song; Jane, 2000).

Desse modo, picos de viscosidade máxima que variam de 2.231,0 cP a 2.678,0 cP são medidos a partir da resistência do grânulo de amido ao colapso resultante da ação da temperatura e do atrito mecânico. Os mesmos são registrados durante o empastamento, quando os grânulos, em sua maioria, encontram-se totalmente inchados, após o início do aquecimento e antes do início do resfriamento. A manutenção da temperatura a $95 \text{ }^\circ\text{C}$ e agitação constante provocam o rompimento desses grânulos, a solubilização dos polímeros e o alinhamento molecular dentro do campo de



atrito do instrumento, causando uma redução da viscosidade (*breakdown*) de 797,5 cP a 1337,0 cP. Ao ocorrer resfriamento, alguns polissacarídeos liberados do interior dos grânulos começam a fazer novas associações por meio de novas ligações de hidrogênio e formam um precipitado ou gel, com aumento na viscosidade e opacidade da pasta. Este processo, chamado de retrogradação ou *setback*, varia de 1.046,5 cP a 1.429,5 cP, atingindo viscosidade final de 2.287,0-2.955,0 cP (Stahl et al., 2007; Costa et al., 2013; Zortéa-Guidolin et al., 2017b).

De acordo com Englyst et al. (1992) e, ainda, Ramos et al. (2009), o amido é classificado conforme a velocidade com a qual é digerido *in vitro*: amido rapidamente digerido (ARD), amido lentamente digerido (ALD) ou amido resistente (AR), em função da sua estrutura físico-química, da sua susceptibilidade à hidrólise enzimática, e de acordo com a taxa de liberação de glicose e sua absorção no trato gastrointestinal.

Do ponto de vista nutricional, o amido de pinhão apresenta níveis consideráveis de amido de baixa digestibilidade (ALD) e amido resistente (AR), tornando-o promissor quando utilizado para alimentos saudáveis / nutricionais (shakes, farinhas, suplementos nutricionais).

Pré-mistura de bolo com farinha de pinhão

O mercado de misturas prontas para bolos tem crescido muito nos últimos anos, levando as empresas a investirem na melhoria de produtos tradicionais, tais como o enriquecimento nutricional, formulações inovadoras, além de alternativas para nichos específicos, como é o caso das pessoas celíacas, que têm intolerância ao glúten (Gujral; Rosell, 2004; Pellegrini; Agostoni, 2015).

A farinha de pinhão, por não possuir glúten, é adequada ao segmento de produtos para pessoas celíacas. As farinhas sucedâneas às de trigo devem apresentar propriedades capazes de reduzir, ao máximo, os efeitos negativos da substituição, evitando diferenças tecnológicas e sensoriais na obtenção dos novos alimentos. Além disso, o produto desenvolvido deve ser economicamente viável para o mercado dos consumidores celíacos (Borges et al., 2006).

Para atingir os parâmetros esperados de um determinado produto, as proporções dos ingredientes de uma mistura devem ser ajustadas de forma que não haja falha na homogeneização no produto final (Onwulata, 2005). Os ingredientes utilizados para o desenvolvimento da pré-mistura de bolo para celíacos foram: farinha de pinhão, farinha de arroz, amido de milho, açúcar, gordura, fermento químico sal e aditivos.

A farinha de pinhão foi obtida conforme o processo desenvolvido e descrito por Godoy et al. (2020), o qual inclui as etapas de seleção da matéria-prima, descascamento mecânico, secagem e moagem (Figuras 7 e 8). O produto apresenta 4,95% de umidade; 80,99% de amido; 5,98% de proteína; 1,56% de lipídios; 4,77% de fibra bruta e 1,75% de cinzas. O perfil mineral é composto (em mg 100 g⁻¹) de: cálcio 22,40; cobre 0,47; ferro 1,70; fósforo 130,47; magnésio 39,91; manganês 0,58 e zinco 0,83 (Barreto et al., 2015, 2017).

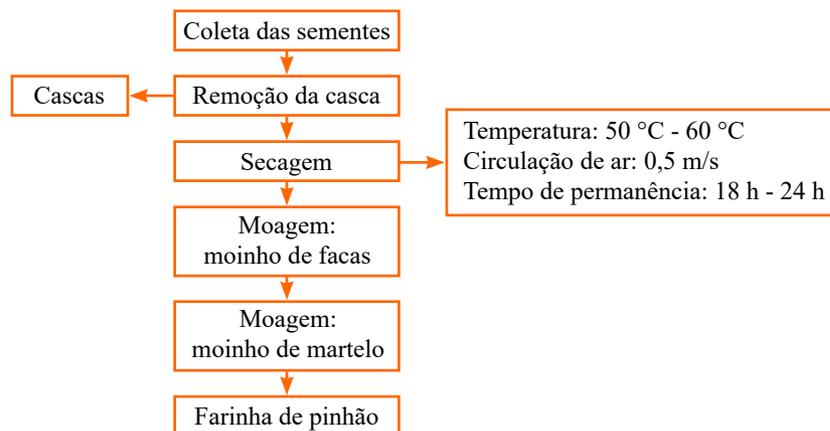
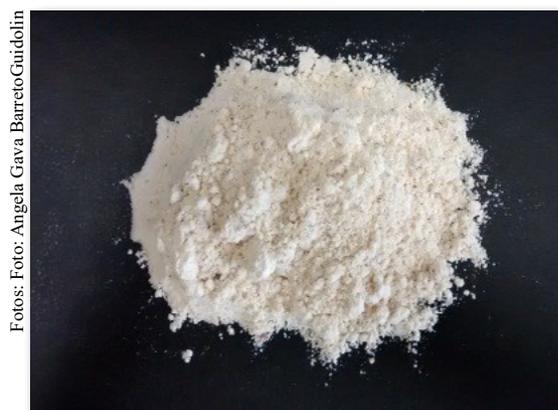


Figura 7. Diagrama do processo de obtenção da farinha de pinhão.



Fotos: Foto: Angela Gava BarretoGuidolin

Figura 8. Farinha de pinhão.

Além da farinha de pinhão, foi adicionada farinha de arroz, tradicionalmente usada em produtos isentos de glúten, por não ter sabor pronunciado (Turabi et al., 2010); amido, responsável pela formação da estrutura do produto final (Souza; Andrade, 2000); açúcar, como amaciante da massa e sabor (Griswold, 1972; El-Dash; Germani, 1994); gordura, para manutenção da textura e dos aromas; fermento, para ganho de volume da massa (Moretto; Fett, 1999); sal, como realçador de sabor (El-Dash; Germani, 1994; Calvel, 2003) e aditivos químicos, para melhorar a textura e a conservação, durante a vida útil (Whiterhurst, 2004).

A incorporação de farinha de pinhão promove a redução progressiva nas propriedades de viscosidade final e tendência à retrogradação dos produtos elaborados como bolos, podendo atribuir ao produto final maior estabilidade e resistência às influências externas, como a umidade relativa e a temperatura. Além disso, contribui para o aumento no teor de fibras, promovendo um produto mais enriquecido. Bolos contendo 37,5% da farinha de pinhão (Figura 9) na pré-mistura tiveram boa aceitação em relação ao sabor, com textura mais estável ao longo do tempo, quando comparados aos bolos para celíacos contendo apenas farinha de arroz (Ikeda et al., 2018).



Foto: Mônica Ikeda

Figura 9. Bolos elaborados com pré-mistura contendo farinha de pinhão em diversas concentrações.

***Snacks* ou extrusados de pinhão**

Segundo Fellows (2006), as mudanças econômicas, a evolução da industrialização, a disponibilidade de alimentos bem como formas de trabalho vêm transformando os estilos tradicionais de vida, incluindo-se aqui os hábitos alimentares. Em decorrência da mudança no estilo de vida e pressionados pela falta de tempo, os consumidores estão deixando para os produtores de alimentos a tarefa de encontrar soluções simples para se alimentar de modo mais fácil, rápido e prazeroso. Nesta linha, os alimentos do tipo *snacks* tornaram-se comuns no hábito alimentar da maior parte da população mundial. Para a produção de *snacks*, a tecnologia do cozimento por extrusão termoplástica é utilizada.

O alto teor de carboidratos (83,62%) na farinha de pinhão, sendo superior aos níveis de carboidratos encontrados no milho e arroz, que possuem 77,9% (Nascimento et al., 2012) e 80,16% (Carvalho et al., 2012), respectivamente, evidencia que o uso desta matéria-prima tem alta aplicabilidade para a extrusão termoplástica (Zortéa-Guidolin et al., 2017a).

O processo de extrusão termoplástica consiste em uma rosca ou parafuso sem fim que empurra o material através de uma matriz. A matriz constitui-se de uma peça com um ou mais furos circulares ou de outro formato, como triangular, em formato de lua etc. A extrusora pode possuir um ou dois parafusos, sendo a de dois parafusos a de maior valor de mercado, uma vez que proporciona maior versatilidade ao se adequar a diferentes tipos de misturas.

O termo termoplástico é oriundo do uso de temperatura, a qual pode ser adicionada ao sistema na forma de resistências elétricas, vapor ou, até mesmo, na forma de conversão de energia mecânica em térmica, por excessivo atrito do parafuso. Quando a matéria-prima é amilácea, ou seja, possui teor de amido superior a 50%, como é o caso da farinha de pinhão da araucária (~70%), a mistura ao ser processada deve estar com umidade inferior a 20% e a temperatura do cilindro da extrusora deve ser maior que 100 °C. Assim, este sistema de diversas variáveis deve ser controlado para a obtenção de um produto com características desejáveis, tais como expansão e crocância.

A farinha de pinhão (Figuras 7 e 8) com diferentes umidades foi submetida a diferentes variações de velocidade e temperatura, durante o processo de extrusão termoplástica, a fim conhecer o seu comportamento e definir parâmetros de processamento. Farinhas de pinhões descascados e secos foram acondicionadas com diferentes teores de umidade (15,5% a 22,0%) em base úmida e uma

extrusora de parafuso único 19/20 DN (Brabender, Duisburg, Alemanha), acoplada a um reômetro de torque Plasti-Corder Lab Station (Brabender, Duisburg, Alemanha), equipada com matriz circular de 3 mm de diâmetro, parafuso com taxa de compressão de 4:1, girando na velocidade variável de 130 rpm a 250 rpm. A taxa de alimentação foi fixada em 5 kg h^{-1} . O perfil de temperatura desta extrusora de três zonas de aquecimento foi de $50 \text{ }^\circ\text{C}$ e $100 \text{ }^\circ\text{C}$, correspondentes às regiões de alimentação e de mistura, respectivamente, e variável de $136 \text{ }^\circ\text{C}$ a $200 \text{ }^\circ\text{C}$ na terceira e última zona de aquecimento. É importante destacar que o conhecimento das condições de umidade da farinha de pinhão, velocidade de rotação do parafuso e temperatura da última zona de aquecimento foram necessários para estabelecer as melhores condições para a obtenção de produtos extrusados com melhor expansão e textura.

Os produtos extrusados passam por secagem após saírem da matriz (Carvalho; Ascheri, 2004), a fim de garantir maior crocância, diminuição da atividade de água e da atividade microbiana. Esses efeitos acarretam aumento na vida de prateleira do produto, devido a uma redução na velocidade das reações de degradação.

O diagrama de fluxo de produção, desde a matéria-prima inicial (pinhões) até a obtenção do produto final (*snacks*/extrusados de pinhão) encontra-se na Figura 10.



Figura 10. Diagrama de fluxo de produção de extrusados de pinhão.

Seguindo os parâmetros definidos nesse processo, aproximadamente 375 g de extrusados (com aproximadamente 7,0% umidade) foram obtidos a partir de 1 kg de pinhão (com casca e aproximadamente 43,0% de umidade), o equivalente a 37,5% de rendimento em base úmida (Figura 11).



Foto: Manoela Estefânea Boff Zortéa Guidolin

Figura 11. Extrusados de pinhão.

No processamento de extrusão de produtos amiláceos, diferente da temperatura que não influenciou na característica dos mesmos, a umidade tem importante papel na expansão e textura do produto final. A farinha de pinhão com umidade elevada (acima de 20%) gerou extrusados com maior dureza, mensurada com auxílio de um texturômetro, e mais claros (com maior luminosidade), além de serem menos expandidos ou compactos, menores índices de expansão seccional (IES) e volumétrico (IEV). O aumento da velocidade de rotação do parafuso (de 100 rpm para 250 rpm) resultou em extrusados com maior expansão e de melhor crocância.

Os extrusados de pinhão possuem sabor natural e atributos sensoriais aceitáveis, o que pode gerar economia em relação à industrialização deste produto alimentar, uma vez que a adição de aromatizantes não é necessária. Além disso, esses fornecem uma opção viável para dietas sem glúten e são também alimentos ricos em carboidratos ($86,20 \pm 1,16\%$ em base seca), com baixo conteúdo lipídico ($0,88 \pm 0,13\%$ de lipídios) e considerável teor de fibra alimentar ($4,68 \pm 0,55\%$) (Zortéa-Guidolin et al., 2017a).

Desse modo, o cozimento da farinha de pinhão por extrusão termoplástica pode ser uma alternativa interessante, para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios a partir de sementes de pinhão, como extrusados expandidos, farinhas pré-cozidas originadas da moagem de extrusados e cereais matinais de vários formatos, pois apresentam ótima expansão e textura.

Referências

- BALBINOT, R.; GARZEL, J. C.; WEBER, K. S.; RIBEIRO, A. B. Tendências de consumo e preço de comercialização do pinhão (semente da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.), no Estado do Paraná. **Revista do Setor de Agrárias e Ambientais**, v. 4, n. 3, p. 463-472, 2008.
- BARRETO, A. G.; NOGUEIRA, R. I.; MATTOS, L. S. de; GODOY, R. C. B. de; FREITAS, S. P. Effect of drying temperature on the nutritional quality of the pinhão (*Araucaria angustifolia*) flour. In: EUROPEAN DRYING CONFERENCE, 5., 2015, Budapest. **Eurodrying'2015**. Budapest: [s. n.], 2015.
- BARRETO, A. G.; SOBRAL, L. de A.; GUERRA, A. F.; NOGUEIRA, R. I.; GODOY, R. C. B. de; FREITAS, S. P. Moisture sorption isotherms and shelf life evaluation of pinhão (*Araucaria angustifolia*) flour. In: EUROPEAN DRYING CONFERENCE, 6., 2017, Liège. **Innovations in drying: bridging the gap between academia and industry: book of abstracts**. Liège: [s.n.], 2017. 7 p.



- BORGES, J. T. da S.; PIROZI, M. R.; LUCIA, S. M. D.; PEREIRA, P. C.; MORAES, A. R. F.; CASTRO, V. C. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração e bolos. **Boletim do Ceppa**, v. 24, n. 1, p. 145-162, 2006.
- CALVEL, R. **O pão francês e os produtos correlatos**: tecnologia e prática da panificação. Fortaleza: Senai/Certren-Departamento Regional do Ceará, 2003. p. 28-34.
- CARVALHO, A. V.; BASSINELLO, P. Z.; MATTIETTO, R. de A.; CARVALHO, R. N.; RIOS, A. de O.; SECCADIO, L. L. Processamento e caracterização de snack extrudado a partir de farinhas de quirera de arroz e de bandinha de feijão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 1, p. 72-83, 2012.
- CARVALHO, C. W. P. de; ASCHERI, J. L. R. **Produção de extrusados doces**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2004. 18 p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, 56).
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 639 p.
- CEREDA, M. P. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. 221 p.
- CHUNG, H.; LIU, Q.; LEE, L.; WEI, D. Relationship between the structure, physicochemical properties and in vitro digestibility of rice starches with different amylose contents. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 968-975, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.09.011>.
- CORDENUNSI, B. R.; MENEZES, E. W. de; GENOVESE, M. I.; COLLI, C.; SOUZA, A. G. de, LAJOLO, F. M. Chemical composition and glycemic index of Brazilian pine seeds (*Araucaria angustifolia*), **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, n. 11, p. 3412-3416, 2004.
- CORNEJO, F. E. P.; NOGUEIRA, R. I.; CARVALHO, C. W. P. de; GODOY, R. C. B. de; OLIVEIRA, A. H.; SANTOS, L. F. C.; BARRETO, A. G.; FREITAS, S. P. **Descascamento e secagem de pinhão (*Araucaria angustifolia*) para a obtenção de farinha**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2014. 3 p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Comunicado técnico, 206).
- CORRÊA, M. de F.; HELM, C. V. Caracterização da composição nutricional do pinhão in natura e cozido (*Araucaria angustifolia*). In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 9., 2010, Colombo. **Anais [...]**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. (Embrapa Florestas. Documentos, 198). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/873918>.
- CORRÊA, M. F.; CORDEIRO, C.; HELM, C. V.; PUCCI, P. B.; HANSEL, F. A. Caracterização química de farinhas de pinhão. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOPROCESSOS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS, 4.; ENCONTRO REGIONAL SUL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 10, 2010, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: UFPR, 2010. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/865170>.
- CORSO, N. M.; MARTINS, G.; SANTOS, A. J.; BITTENCOURT, E. A cadeia produtiva do pinhão no Estado do Paraná: aspectos produtivos e comerciais. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS, 2.; SEMINÁRIO EM TECNOLOGIA DA MADEIRA E PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIRÁVEIS, 1., 2002, Curitiba. **Aproveitamento tecnológico da floresta ibero-americana**: fonte de suprimento para o mundo: anais. [Curitiba]: Universidade Federal do Paraná: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, [2002?]. p. 138.
- COSTA, F. J. O. G. da; COUTO, J. M. C.; WASZCZYNSKYJ, N.; GODOY, R. C. B. de; CARVALHO, C. W. P. de; WALTER, E. H. M. **Extração de amido de pinhão**. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 349). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1012304>.
- COSTA, F. J. O. G. da; LEIVAS, C. L.; WASZCZYNSKYJ, N.; GODOY, R. C. B. de; HELM, C. V.; COLMAN, T. A. D.; SCHNITZLER, E. Characterisation of native starches of seeds of *Araucaria angustifolia* from four Germplasm Collections. **Thermochimica Acta**, v. 565, p. 172-177, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tca.2013.04.030>.
- DAIUTO, E. R.; CEREDA, M. P.; CARVALHO, L. J. C. B. Características e propriedades do amido extraído de camadas do tecido da raiz de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, p. 217-223, 2002.
- EL-DASH, A.; GERMANI, R. (ed.). **Tecnologia de farinhas mistas**: uso de farinhas mistas na produção de bolos. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1994. v. 7, 31 p.
- ENGLYST, H. N.; KINGMAN, S. M.; CUMMINGS, J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 46, suppl. 2, p. S33-S50, 1992.



- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.
- GODOY, R. C. B. de; DELIZA, R.; NEGRE, M. de F. de O.; SANTOS, G. G. dos. Consumidor de pinhão: hábitos, atributos de importância e percepção. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, e201801655, 8 p., 2018. DOI: <https://doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201801655>.
- GODOY, R. C. B. de; NEGRE, M. de F. de O.; MENDES, L. M.; SIQUEIRA, G. L. de A.; HELM, C. V. **O pinhão na culinária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 137 p.
- GODOY, R. C. B. de; NOGUEIRA, R. I.; CARVALHO, C. W. P. de; CORNEJO, F. E. P.; BARRETO, A. G.; FREITAS, S. P.; GUIDOLIN, M. E. B. Z. **Processamento de farinhas de pinhão crua e pré-cozida**. Colombo: Embrapa Florestas, 2020. 12 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 451). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1124084>.
- GRISWOLD, R. M. **Estudo experimental dos alimentos**. São Paulo: Edgar Blucher, 1972. 460 p.
- GUERRA, M. P.; SILVEIRA, V.; REIS, M. S.; SCHNEIDER, L. Exploração, manejo e conservação da Araucária (*Araucaria angustifolia*). In: SIMÕES, L. L.; LINO, C. F. (org.). **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. São Paulo: SENAC São Paulo, 2002. p. 85-101.
- GUJRAL, H. S.; ROSELL, C. M. Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. **Journal of Cereal Science**, v. 39, n. 2, p. 225-230, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2003.10.004>.
- HEBERLE, A. F.; SOARES, T. R.; HELM, C. V. Caracterização da composição química, minerais e perfil de ácidos graxos em amostras de pinhão: safra 2014. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 14., 2015, Colombo. **Anais [...]**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. p. 26-27. (Embrapa Florestas. Documentos, 278). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1023559>.
- IKEDA, M.; CARVALHO, C. W. P. de; HELM, C. V.; AZEREDO, H. M. C. de; GODOY, R. C. B. de; RIBANI, R. H. Influence of Brazilian pine seed flour addition on rheological, chemical and sensory properties of gluten-free rice flour cakes. **Ciência Rural**, v. 48, n. 6, e20170732, 2018.
- MORETTO, E.; FETT, R. **Processamento e análise de biscoitos**. São Paulo, 1999. 97 p.
- NASCIMENTO, E. M. G. C. do; CARVALHO, C. W. P. de; TAKEITI, C. Y.; FREITAS D. D. G. C.; ASCHERI, J. L. R. Use of sesame oil cake (*Sesamum indicum* L.) on corn expanded extrudates. **Food Research International**, v. 45, p. 434-443, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.009>.
- ONWULATA, C. **Encapsulated and powdered foods**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. 514 p.
- PELLEGRINI, N.; AGOSTONI, C. Nutritional aspects of gluten-free products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, p. 2380-2385, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7101>.
- PINTO, V. Z.; VANIER, N. L.; KLEIN, B.; ZAVAREZE, E. da R.; ELIAS, M. C.; GUTKOSKI, L. C.; HELBIG, E.; DIAS, A. R. G. Physicochemical, crystallinity, pasting and thermal properties of heat-moisture-treated pinhão starch. **Starch/Stärke**, v. 64, p. 855-863, 2012.
- PISA, T. P.; MATTOS, C. F. N. de; REIS, C. A. F. Composição química do pinhão com enfoque na fração do amido. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 12., 2013, Colombo. **Anais [...]**. Colombo: Embrapa Florestas, 2013. (Embrapa Florestas. Documentos, 253). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/978856>.
- RAMOS, D. P.; LEONEL, M.; LEONEL, S. Amido resistente em farinhas de banana verde. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 3, p. 479-483, 2009.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M. **Araucariáceas**. Itajai: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 62 p. (Flora ilustrada catarinense).
- ROSENTHAL, F. R. T.; NAKAMURA, T.; SPÍNDOLA, A. M. C.; JOCHIMEK, M. R. Structure of starch granules. Part 3. Some considerations of leguminosae and tuberosae. **Starch**, v. 26, p. 50-56, 1974.
- SINGH, J.; MCCARTHY, O. J.; SINGH, H. Physico-chemical and morphological characteristics of New Zealand Taewa (Maori potato) starches. **Carbohydrate Polymers**, v. 64, p. 569-581, 2006.
- SMITH, A. M. The biosynthesis of the starch granule. **Biomacromolecules**, n. 2, p. 335-341, 2001.



SOARES, T. R.; SUDOL, L. F.; HELM, C. V. Avaliação nutricional de pinhão em diferentes estádios de maturação. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 13., 2014, Colombo. **Anais** [...]. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. p. 21. (Embrapa Florestas. Documentos, 267). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1010700>.

SONG, Y.; JANE, J. Characterization of barley starches of waxy, normal, and high amylose varieties. **Carbohydrate Polymers**, v. 41, p. 365-377, 2000.

SOUZA, R. C. R.; ANDRADE, C. T. Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 24-30, 2000.

STAHL, J. A.; LOBATO, L. P.; BOCHI, V. C.; KUBOTA, E. H.; GUTKOSKI, L. C.; EMANUELLI, T. Physicochemical properties of Pinhão (*Araucaria angustifolia*, Bert, O. Ktze) starch phosphates. **LWT: Food Science and Technology**, v. 40, p. 1206-1214, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.07.015>.

TIMM, T. G.; TAVARES, L. B. B.; HELM, C. V. Avaliação nutricional e sensorial de barrinhas de cereais contendo suspensão de nanofibrilas de celulose de casca de pinhão. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 13., 2014, Colombo. **Anais** [...]. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. p. 22. (Embrapa Florestas. Documentos, 267). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1010710>.

TURABI, E.; SUMMU, G.; SAHIN, S. Quantitative analysis of macro and microstructure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. **Food Hydrocolloids**, v. 24, n. 8, p. 755-762, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.04.001>.

VALOR nutricional do pinhão. 2. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2018. Folder. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1108204>.

ZANETTE, F. **A araucária como fruteira para a produção de pinhões**. Jaboticabal, 2010. 25 p. (Série frutas nativas, 2).

ZORTÉA-GUIDOLIN, M. E. B.; CARVALHO, C. W. P.; GODOY, R. C. B.; DEMIATE, I. M.; SCHEER, A. P. Influence of extrusion cooking on in vitro digestibility, physical and sensory properties of Brazilian pine seeds flour (*Araucaria angustifolia*). **Journal of Food Science**, v. 82, n. 4, p. 977-984, 2017a. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13686>.

ZORTÉA-GUIDOLIN, M. E. B.; DEMIATE, I. M.; GODOY, R. C. B. de; SCHEER, A. de P.; GREWELL, D.; JANE, J. Structural and functional characterization of starches from Brazilian pine seeds (*Araucaria angustifolia*). **Food Hydrocolloids**, v. 63, p. 19-26, 2017b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.08.022>.

ZUIN, L. F. S.; ZUIN, P. B. Produção de alimentos tradicionais contribuindo para o desenvolvimento local/regional e dos pequenos produtores rurais. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 1, p. 109-127, 2008.

WHITERHURST, R. J. **Emulsifiers in food technology**. Northampton, UK: Blackwell Publishing, 2004. 264 p.