



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102018012614-8 A2



(22) Data do Depósito: 20/06/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 24/12/2019

(54) **Título:** PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE FARINHA, BISCOITO TIPO COOKIE CONTENDO FARINHA DE CLADÓDIOS DE PALMA, E USO DA FARINHA DE CLADÓDIOS DE PALMA, SUBMETIDO AO PRÉ-TRATAMENTO ULTRASSÔNICO

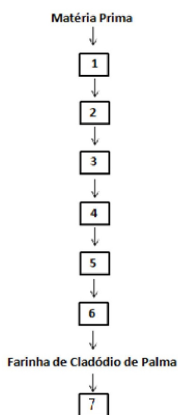
(51) **Int. Cl.:** A23L 19/00; A21D 13/80; A21D 6/00; A21D 13/04; A23L 3/48; (...).

(52) **CPC:** A23L 19/09; A21D 13/80; A21D 6/00; A21D 13/04; A23L 3/48; (...).

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO.

(72) **Inventor(es):** JULIANA GONDIM DE ALBUQUERQUE; PATRICIA MOREIRA AZOUBEL.

(57) **Resumo:** PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE FARINHA, BISCOITO TIPO COOKIE CONTENDO FARINHA DE CLADÓDIOS DE PALMA, E USO DA FARINHA DE CLADÓDIOS DE PALMA, SUBMETIDO AO PRÉ-TRATAMENTO ULTRASSÔNICO A presente invenção descreve sobre a elaboração de um biscoito contendo farinha de cladódios de palma, em que a farinha de cladódios de palma se destaca por ser submetida ao pré-tratamento ultrassônico, para a sua produção, o que resulta em um menor gasto energético durante a produção da farinha (por exemplo, menor tempo de secagem), e melhor qualidade nutricional. O pré-tratamento ultrassônico evita a degradação dos componentes presentes na matéria-prima; dessa forma, o biscoito contendo farinha de cladódios de palma, da presente invenção, se destaca por ser uma composição alimentícia mais saudável para o consumo humano, por conter mais compostos bioativos e maior valor nutricional. Adicionalmente, a presente invenção também descreve sobre um processo para a produção da farinha de cladódios de palma, e sobre a aplicação da mesma. A presente invenção se situa nos campos de produtos alimentícios.



PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE FARINHA, BISCOITO TIPO *COOKIE* CONTENDO FARINHA DE CLADÓDIOS DE PALMA, E USO DA FARINHA DE CLADÓDIOS DE PALMA, SUBMETIDO AO PRÉ-TRATAMENTO ULTRASSÔNICO

→ Campo da invenção

001. A presente invenção descreve um produto alimentício, mais especificamente descreve um biscoito do tipo *cookie* contendo farinha de cladódios de palma submetida a uma etapa de pré-tratamento ultrassônico. A presente invenção se situa nos campos de produtos alimentícios.

→ Antecedentes da invenção

002. Os cladódios de palma podem ser utilizados na elaboração de farinhas para enriquecer alimentos pobres em fibras e/ou minerais (Ramírez-Moreno *et al.*, 2015). Entretanto, durante o processamento da palma para a produção de farinha, muitas perdas nutricionais ocorrem em decorrência da utilização de processos tecnológicos inadequados. Devido a isso, a secagem convencional, que vem sendo utilizada desde a antiguidade como um dos principais métodos de preservação de alimentos, tem sido assistida pelo pré-tratamento com ultrassom (Chaikhama e Prangthip, 2015; Markowski e Zielinska, 2010).

003. A utilização do ultrassom como pré-tratamento para reduzir o teor de água inicial ou modificar a estrutura dos tecidos, surge com a finalidade de tornar a secagem por ar aquecido mais curta e, conseqüentemente, reduzir os custos de produção e preservar o valor nutricional dos alimentos (Nowacka *et al.*, 2012). Tal método já foi testado e sua eficiência comprovada em diversos alimentos, dentre os quais podemos citar a manga (Medeiros *et al.*, 2016), a maçã (Nowacka *et al.*, 2012), a cenoura (Villamiel *et al.*, 2013), a batata (Schössler, Thomas e Knorr, 2012) e a banana (Azoubel *et al.*, 2010).

004. Por outro lado, é importante ressaltar que o fato de se utilizar o pré-tratamento ultrassônico nem sempre resulta em uma melhoria na qualidade do produto obtido, principalmente no que diz respeito à preservação nutricional. Por exemplo, conforme observado no estudo desenvolvido por Medeiros *et al.* (2016), ocorreu um decréscimo acentuado nas concentrações de compostos fenólicos totais e de carotenoides totais em mangas submetidas ao pré-tratamento com ultrassom. Ou seja, a combinação dos processos que envolvem o pré-tratamento ultrassônico nem sempre irá proporcionar os mesmos resultados em todos os alimentos, principalmente no que concerne à preservação de seus nutrientes. Por isso, é importante estudar o comportamento individual de cada alimento submetido à combinação de diversas características técnicas com o intuito de estabelecer as melhores condições de processamento tecnológico, considerando as interferências intrínsecas e extrínsecas específicas de cada matéria-prima, o que irá influenciar diretamente na qualidade final do produto.

005. Adicionalmente, destaca-se que farinhas de matérias-primas não convencionais (tal como a da presente invenção) associadas à farinha de trigo e submetidas ao pré-tratamento ultrassônico, podem ser utilizadas na elaboração de produtos de panificação. E nesse grupo de alimentos, os biscoitos se destacam devido ao seu amplo consumo (Pineli *et al.*, 2015) e à possibilidade de agregar valor nutricional (Rodrigues *et al.*, 2012).

006. Estudos mostram a degradação de flavonoides, antocianinas e ácido ascórbico observada após o processo de sonicação em suco de morango (Tiwari *et al.*, 2008). Vale ressaltar que a degradação do ácido ascórbico parece ocorrer em função do tempo (Gómez-López *et al.*, 2010), o que ratifica a importância da identificação de um binômio Tempo x Temperatura.

007. Estudo realizado por Valdramidis *et al.* (2010), observou a

degradação de nutrientes antioxidantes, como a tiamina e a riboflavina no leite, assim como de ácido ascórbico e de carotenoides no suco de laranja.

008. O uso de ultrassom em processamento de polpa de tomate reduziu a funcionalidade do produto por uma diminuição da bioacessibilidade do licopeno juntamente com mudanças de viscosidade (Anese *et al.*, 2013).

009. Portanto, os estudos supracitados corroboram que a utilização do tratamento ultrassônico nem sempre irá proporcionar a preservação dos nutrientes, pelo contrário, poderá vir a degradá-los, dependendo da natureza intrínseca e extrínseca da amostra a ser submetida a tal tratamento prévio.

010. Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos, que tratam sobre o tema.

011. O artigo intitulado “*Effect of ultrasound banana cv Pacovan drying kinetics*”, descrito por Patrícia M. Azoubel, Maria A e colaboradores em 2009, descreve um estudo que analisa o efeito da utilização de uma etapa de pré-tratamento de bananas com ultrassom na desidratação da mesma. No estudo, é utilizada a adição de uma etapa de pré-tratamento da banana com ultrassom, para que seja possível reduzir o tempo e a temperatura envolvidos no processo de desidratação.

012. O documento CN 103918954 revela sobre um método de processamento de alimentos através da utilização de ondas ultrassônicas para o processamento de alimentos, e um dispositivo para processamento de alimentos. Em especial, o documento descreve que referido método de processamento de alimentos não produz substâncias prejudiciais ao consumidor e consegue manter as características sensoriais e nutricionais do alimento processado. Adicionalmente, o

documento descreve que no método proposto a temperatura do alimento fica em torno de -5 a 95 °C e que a frequência do ultrassom utilizado é de 20 a 200kHz, sendo que, nessa faixa de temperatura e frequência descrita, qualquer alimento pode ser processado.

013. Na dissertação de mestrado de Renan Pereira de Gusmão, intitulada “Avaliação dos aspectos tecnológicos envolvidos na obtenção da farinha de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* L. Miller)” e publicada em 2011, aborda um processo de produção de farinha de palma forrageira. Por outro lado, diferentemente da presente invenção, no documento não é apresentada ou sugerida a utilização de cladódios de palma, bem como não sugere uma etapa com pré-tratamento ultrassônico.

014. Dessa forma, entende-se que nenhum dos documentos apresentados acima antecipam os objetos da presente invenção, visto que não descrevem um processo para produção de farinha de cladódios de palma (*Opuntia ficus-indica*) submetida a um pré-tratamento ultrassônico, tal como não descreve a produção de biscoito contendo a dita farinha de cladódio de palma.

015. Não obstante, a inventividade da invenção é reforçada pelo estudo de Medeiros *et al.* (2016), que comprova que pré-tratamento ultrassônico nem sempre irá proporcionar os mesmos resultados em todos os alimentos. Dessa forma, mesmo que o artigo “*Effect of ultrasound banana cv Pacovan drying kinetics*”, nesse documento não é revelado nem sugerido a utilização de cladódio de palma. Também, o documento CN 103918954, apesar de descrever um método aplicável para qualquer alimento, contendo uma faixa de temperatura de -5 a 95 °C e de frequência de pré-tratamento ultrassônico de 20 a 200kHz, este documento não permitiria a identificação da faixa de temperatura utilizada na presente invenção, nem mesmo a faixa de frequência utilizada, para obter o efeito surpreendente para os cladódios de

palma. Ainda, nenhum dos documentos anteriormente descritos, apresentam ou sugerem processo ou produto com as mesmas etapas e componentes, conforme descrito na presente invenção.

016. Além disso, reforça-se que embora na dissertação de mestrado descrita por Renan Pereira de Gusmão em 2011, descreva sobre um processo apresentando as etapas de coleta da palma forrageira, limpeza, corte, pesagem, secagem, moagem, separação granulométrica e condicionamento, não é sugerido nem esperado a adição de uma etapa de pré-tratamento ultrassônico, pois, não se sabe, se a utilização deste processo poderia atribuir vantagens nutricionais para o produto final. Mais precisamente, seria muito menos sugerido ou esperado a realização das características da presente invenção.

017. Para a presente invenção, o binômio Tempo x Temperatura do processo foi extremamente importante para desencadear o efeito técnico surpreendente de preservação nutricional significativamente melhor.

018. Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

019. Dessa forma, faz-se necessário a identificação de processos que em que os nutrientes não sejam perdidos em decorrência da utilização de processos pouco adequados ao perfil do alimento manejado, o que reduz o seu potencial nutricional. Em especial torna-se necessário a identificação de tais processos para cladódios de palma, para impactar positivamente na composição nutricional do produto, com destaque para os compostos antioxidantes, que são sensíveis ao tratamento térmico de secagem tradicional. Não obstante faz-se necessário a busca por novos ingredientes mais saudáveis para o

consumo humano, contendo mais compostos bioativos e com maior valor nutricional. Tal como, a aplicabilidade desses ingredientes.

→ **Sumário da invenção**

020. Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir da elaboração de um biscoito contendo farinha de cladódios de palma, em que a farinha de cladódios de palma se destaca por ser submetida ao pré-tratamento ultrassônico para a sua produção, o que resulta em um menor gasto energético durante a produção da farinha (por exemplo, menor tempo de secagem) e melhor qualidade nutricional. O pré-tratamento ultrassônico, evita a degradação dos componentes presentes na matéria prima, dessa forma, o biscoito contendo farinha de cladódios de palma da presente invenção se destaca por ser uma composição alimentícia, mais saudável, para o consumo humano, por conter mais compostos bioativos e maior valor nutricional. Adicionalmente, a presente invenção também descreve sobre um processo para a produção da farinha de cladódios de palma e sobre a aplicação da mesma.

021. Em um primeiro objeto a invenção descreve um processo para produção de farinha com potencial funcional, em que a dita farinha é farinha de cladódio de palma, compreendendo as seguintes etapas de:

- provisão de cladódios de palma cortados em escala de unidades a centenas de milímetros;
- condicionamento dos cladódios de palma cortados em um meio capaz de submeter cladódios de palma cortados em um banho ultrassônico, contendo água destilada na proporção de cerca de 1:4 (m/m) de cladódios cortados e água, em que o dito banho ocorre em uma frequência de ultrassom de 24 a 26kHz, com uma intensidade de 4869 a 4871W/m² e uma temperatura de 29 a 31 °C por um período de tempo

de 29 a 31 minutos;

- secagem do produto obtido na etapa anterior;
- trituração do produto seco obtido até que o produto esteja num tamanho suficiente para passar por uma peneira de 80 a 100 mesh;
- provisão de uma farinha a partir dos cladódios de palma cortados e submetidos por uma etapa de pré-tratamento ultrassônico (3).

022. Assim, é outro objetivo da invenção a produção de biscoitos contendo farinha com potencial funcional, em que a farinha com potencial funcional é farinha de cladódios de palma submetida ao processo de pré-tratamento ultrassônico. Dessa forma, em um segundo objeto, a presente invenção descreve um biscoito do tipo *cookie* contendo farinha de cladódios de palma, conforme definido no primeiro objeto, contendo em sua composição uma mistura de farinha de cladódios de palma e farinha de trigo em uma razão de 1:4 (m/m), em que a dita mistura de farinhas representa de 11 a 55% em relação ao peso total do biscoito.

023. Em um terceiro objeto, a invenção refere-se ao uso da farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico para a elaboração de produtos alimentícios, preferencialmente produtos de panificação.

024. Ainda, o conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados refere-se à farinha de cladódios de palma submetidas a um pré-tratamento ultrassônico. Sendo, que os contextos reivindicados têm como objetivo promover melhoras nutricionais em produtos alimentícios, preferencialmente produtos de panificação, mais preferencialmente biscoitos.

025. Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

→ **Breve descrição das figuras**

026. Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, são apresentadas 10 figuras.

027. A Figura 1 mostra um fluxograma por diagramas de blocos, que traz uma representação gráfica do processo de produção de farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico. As operações unitárias são representadas na ordem numérica como: (1) seleção, higienização da matéria-prima e remoção dos acúleos; (2) corte; (3) pré-tratamento com ultrassom; (4) secagem; (5) trituração; (6) peneiramento; (7) acondicionamento da farinha.

028. A Figura 2 mostra a farinha de cladódios de palma com pré-tratamento ultrassônico (FCP).

029. A Figura 3 mostra o fluxograma da elaboração das farinhas de cladódios de palma.

030. A Figura 4 mostra as farinhas de cladódios de palma com e sem pré-tratamento ultrassônico. Legenda: FCF = farinha com pré-tratamento ultrassônico; FSP = farinha sem pré-tratamento ultrassônico.

031. A Figura 5 mostra o fluxograma da elaboração de biscoitos adicionados ou não de cladódios de palma obtidos por diferentes métodos de secagem.

032. A Figura 6 mostra biscoitos elaborados com farinha de cladódios de palma submetidos ou não ao pré-tratamento com ultrassom. Legenda: BC = biscoito controle; BPU = biscoito elaborado com 20% da farinha de cladódios de palma submetidos ao pré-tratamento com ultrassom; BPS = biscoito elaborado com 20% da farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

033. A Figura 7 mostra a cinética de secagem dos cladódios de palma.

034. A Figura 8 mostras os pontos experimentais (e) e preditos (p)

do adimensional de umidade (MR) para a curva de secagem dos cladódios de palma utilizando o modelo exponencial de dois termos.

035. A Figura 9 mostra a curva de calibração de glicose.

036. A Figura 10 mostra a curva de calibração do β -caroteno.

→ **Descrição detalhada da invenção**

037. O Nordeste brasileiro apresenta elevada quantidade de palma (*Opuntia ficus-indica*), principalmente na região semiárida. Entretanto, esta cactácea é economicamente pouco utilizada. Ademais, estudos demonstram o potencial nutricional que os seus cladódios apresentam e que propicia amplamente o seu consumo. Porém, ainda são poucas as pesquisas direcionadas para a exploração do seu potencial funcional como fonte na alimentação humana. Neste contexto, a presente invenção descreve a inédita produção de biscoitos utilizando farinha de cladódios de palma pré-tratados com ultrassom, como proposta para uma alternativa de fonte de renda, bem como favorecer a segurança alimentar e nutricional da população, fornecendo assim, subsídios para um melhor aproveitamento deste alimento regional com potencial econômico e funcional.

038. Através dos resultados observados na presente invenção, foi possível demonstrar pela primeira vez o potencial econômico encontrado na utilização do pré-tratamento com ultrassom na secagem de cladódios de palma, uma vez que houve uma redução média de 4 horas no período total de secagem, o que representa maior produção e menor gasto energético para a indústria de alimentos.

039. Não obstante, a utilização da etapa de pré-tratamento em ultrassom resultou em farinha de cladódios de palma com maior valor nutricional, destacando-se os ácidos fenólicos, vitamina C, clorofilas (total, A e B), bem como os carotenoides totais. Esses compostos refletem o potencial funcional e a qualidade final de biscoitos

elaborados a partir desta farinha, que também apresentou melhor qualidade microbiológica bem como aceitação sensorial satisfatória.

040. A utilização de cladódios de palma resulta em produtos com elevada qualidade nutricional, com destaque para os teores de proteínas, de fibras dietéticas, bem como de compostos antioxidantes e de minerais. Devido à sua composição, esses alimentos podem proporcionar potenciais ações terapêutico-funcionais e, portanto, a utilização dos cladódios representa uma alternativa para agregar valor nutricional a um produto largamente consumido no Brasil e no mundo, como é o caso do biscoito. Deste modo, a crescente demanda da indústria alimentícia pelo desenvolvimento de novos produtos que tragam benefícios à saúde e que sejam economicamente viáveis ratifica a ação inovadora da presente invenção.

→ **Cladódios de palma**

041. Na presente invenção, os cladódios de palma (*Opuntia ficus-indica*), variedade gigante (verdura), foram fornecidos pela EMATER-PB, situada no município de Algodão de Jandaíra, região do semiárido paraibano, Nordeste do Brasil. Foram colhidos 120kg da matéria-prima (cladódios de palma), através de dois lotes de 60kg, sendo o primeiro lote colhido no mês de setembro/2015, e o segundo, em outubro/2015. Ambos os lotes foram provenientes do mesmo cultivar e colhidos sob as mesmas condições. Os cladódios foram colhidos após 45 dias de brotação, em período matutino, às 6h, cujos critérios de seleção foram: uniformidade da cor (verde brilhante), tamanho das raquetes (15-20cm) e ausência de fisiopatias.

→ **Processo de produção da farinha de cladódios de palma, pré-tratados com ultrassom**

042. O processo da presente invenção tem por objetivo a produção de uma farinha de cladódios, em que a dita farinha contém

melhor valor nutricional, sendo que tal característica provém de uma etapa de pré-tratamento por ultrassom, que auxilia na manutenção (evita degradação) dos componentes presentes na matéria prima para o produto final. O processo pode ser visualizado pelo fluxograma da Figura 1, em que a etapa de pré-tratamento (3) destaca-se por promover os efeitos técnicos surpreendentes na farinha de cladódios de palma obtida no final do processo.

043. Adicionalmente, as etapas dos processos podem ser melhor entendidas abaixo.

→ Preparação da matéria-prima (cladódio de palma)

044. A preparação da matéria prima é a etapa inicial do processo e envolve (1) seleção, higienização da matéria-prima e remoção dos acúleos. Nesta etapa, após a seleção realizada, as amostras são submetidas à imersão em solução clorada, em uma quantidade e tempo suficiente para promover desinfecção de toda matéria prima coletada. Após a higienização ocorre a remoção dos acúleos dos cladódios, em que tal remoção compreende o auxílio e lâminas e movimentação mecânica.

045. Em seguida, os cladódios de palma selecionados, higienizados e sem acúleos são cortados (2) com o auxílio de um processador de alimentos, com o objetivo de produzir cortes na escalada de unidades a centenas de milímetros, em relação à largura, altura e comprimento. Para que em seguida possa ser adicionado em pelos um recipiente contendo água destilada, para ocorrer o pré-tratamento com ultrassom (3).

→ Pré-tratamento com ultrassom (3)

046. A etapa de pré-tratamento com ultrassom (3) é realizada da seguinte forma: após o corte da matéria prima (2), a mesma é posta em um recipiente capaz de submeter seu conteúdo a ondas ultrassônicas, preferencialmente esse recipiente é elaborado a partir do vidro. Dentro

do recipiente, encontra-se a amostra cortada e água destilada, na proporção de 1:4 (m/m) de amostra e água.

047. O processo de pré-tratamento com ultrassom (3) ocorre por um tempo de 29 a 31 minutos, preferencialmente 29,5 a 30 minutos, e compreende um banho ultrassônico com termostato, sem agitação mecânica. A temperatura utilizada no processo é de 29 a 31 °C, preferencialmente 29,5 a 30 °C e a frequência de ultrassom utilizada é de 24 a 26kHz, preferencialmente 24,5 a 25,5kHz e a intensidade de 4869 a 4871W/m², preferencialmente 4869,5 a 4870,5W/m².

→ **Secagem (4)**

048. Posteriormente, o produto obtido após o processo de pré-tratamento em ultrassom (3) é submetido a um processo de secagem (4). Em que, a secagem pode ser realizada por diferentes métodos para fornecer calor para o material, tais como condução, radiação e convecção. Este último é um dos métodos mais comum, onde o calor sensível é transferido para o material por convecção. O agente de secagem (o ar pré-aquecido) passa sobre ou através do sólido, evaporando a umidade e transportando-a para fora do secador. A secagem convectiva utilizando um secador de leito fixo é a mais amplamente utilizada. ´

049. Para fins de ilustração da invenção e não limitativos, uma vez que outros processos de secagem poderiam ser utilizados, conforme descritos anteriormente, a secagem pode ser realizado em leito fixo (secagem convectiva), com velocidade constante do ar de secagem (1 a 3m/s) e temperatura entre 44 a 46 °C. Ainda, o tempo de secagem a ser utilizado deve variar de acordo com a quantidade do produto a ser secado, em que o produto deve ser retirado quando se encontrar em equilíbrio dinâmico com o ar de secagem, para isso deve-se pesar o produto a em tempos em tempos, até que não haja mais variações no

peso.

→ **Produção da farinha de cladódios de palma**

050. Não obstante, após a secagem (4) da matéria prima que passou pelas etapas prévias (1), (2) e (3), ela é submetida a uma etapa de trituração (5), em um multiprocessador de alimentos, para que as amostras sejam reduzidas a tamanhos pequenos. De preferência, as amostras são trituradas ao ponto de poderem ser peneiradas (6) em peneiro de 80 a 100 mesh para obtenção de uma farinha.

051. Adicionalmente, a farinha obtida após o peneiramento (6) pode passar uma etapa de acondicionamento (7), nessa etapa é preferencial que a farinha seja mantida em um recipiente fechado, por exemplo, sacos de polietileno, e mantidas a temperatura ambiente, em um ambiente livre de contato com a luz, até a sua utilização, para elaboração de produtos alimentícios. Mais preferencialmente a elaboração de biscoitos do tipo *cookie*.

052. A farinha obtida pelos processos acima descritos podem ser observadas na Figura 2.

053. Na presente invenção, o pré-tratamento com ultrassom representou uma alternativa para preservação do potencial nutricional dos cladódios, resultando na obtenção do produto final (farinha de cladódios) com um potencial funcional. Ainda, os inventores da presente invenção realizaram estudos preliminares para avaliar se este tipo de tratamento iria impactar positivamente na composição nutricional do produto, uma vez que, conforme já reportado na literatura, nem sempre esse resultado é observado, principalmente no que se refere a combinação do pré-tratamento ultrassônico e secagem. Esses estudos preliminares incluíram análise da composição nutricional da farinha, com destaque para os compostos antioxidantes, que são sensíveis ao tratamento térmico de secagem tradicional, sendo seus

resultados positivos.

054. Entre os efeitos surpreendentes observados na presente invenção, destaca-se de maneira não exaustiva, que a etapa (3) executada ordenadamente com as outras etapas, conforme anteriormente descrito, proporciona uma farinha com destaque na: concentração de ácido ferúlico, 3,4-dihidroxibenzoico, quercetina e kaempferol (concentrações 25, 54, 48 e 25% maiores que a farinha não submetida à etapa (3)); e concentração de compostos antioxidantes, como, por exemplo, vitamina C, clorofilas (total, A e B), carotenos totais (concentrações 23, 8 e 100% (dobro) maiores que quando comparadas à farinha não submetida à etapa (3)). Outros benefícios do emprego da etapa (3) podem ser melhor visualizados nos exemplos.

055. No caso da presente invenção o binômio Tempo x Temperatura do processo foi extremamente importante para as qualidades da farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico.

→ Biscoito contendo a farinha de cladódio de palma, submetida ao pré-tratamento ultrassônico

056. A sociedade tem buscado cada vez mais adotar um estilo de vida saudável e isso inclui o aumento da demanda por alimentos com esse conceito. Assim, a indústria tem desenvolvido produtos de natureza funcional, com o objetivo de se adaptar às necessidades atuais dos consumidores.

057. Os cladódios de palma, devido às suas propriedades funcionais e ampla aplicabilidade, surgem como um insumo biotecnológico alternativo para agregar valor nutricional aos produtos amplamente consumidos, como é o caso do biscoito. Este alimento, uma vez considerado funcional, pode fornecer uma série de benefícios, não só para o próprio consumidor, como também para a sociedade como um

todo, uma vez que, além de promover a saúde do indivíduo, permite ainda reduzir as despesas no setor de saúde pública, bem como representa uma alternativa sustentável diante do crescente consumo de medicamentos que visam suprir a falta dos nutrientes adequados na dieta.

058. Sabendo que o Brasil é um grande produtor de palma, muito embora este vegetal não faça parte da cultura alimentar dos brasileiros, a realização desta pesquisa, que visou elaborar um biscoito de palma cujos cladódios foram submetidos a tratamento de sonicação, apresentando assim, características funcionais diferenciadas das encontradas atualmente, é ratificada e justificada.

059. Portanto, considerando os aspectos funcionais, sustentáveis e sensoriais na formulação de novos produtos para garantir o potencial comercial destes, a presente invenção tem como proposta: contribuir para a conservação, valorização e uso de uma planta abundante no semiárido brasileiro, como é o caso da palma, que apresenta um grande potencial econômico, funcional e comercial, como fonte de renda para pequenos, grandes produtores e para a indústria, bem como para combater a insegurança alimentar e nutricional da população.

060. O efeito técnico diferencial destes biscoitos consiste na etapa de obtenção de sua matéria-prima (farinha de cladódios de palma), na qual, através do pré-tratamento ultrassônico sob condições específicas para otimização de processo deste alimento, foi possível obter uma farinha com melhor qualidade nutricional, o que refletiu diretamente na qualidade final dos biscoitos produzidos. Adicionalmente, não seria esperada a utilização da farinha de cladódios de palma, visto que não é obvio a utilização de farinha de cladódios, tampouco a farinha de cladódios submetida ao pré-tratamento de ultrassom, menos ainda a utilização desta farinha para produção de biscoitos contendo boas características sensoriais para o consumidor e

bom efeito nutricional.

061. Assim, é outro objetivo da invenção a produção de biscoitos contendo farinha com potencial funcional, em que a farinha com potencial funcional é farinha de cladódios de palma submetida ao processo de pré-tratamento ultrassônico. Dessa forma, em um segundo objeto, a presente invenção descreve um biscoito do tipo *cookie* contendo farinha de cladódios de palma, conforme definido no primeiro objeto, contendo em sua composição uma mistura de farinha de cladódios de palma e farinha de trigo em uma razão de 1:4 (m/m), em que a dita mistura de farinhas representa de 11 a 55% em relação ao peso total do biscoito.

062. Em uma concretização deste objeto o biscoito tipo *cookie* contendo farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico, é utilizada em conjunto com a farinha de trigo em uma razão de 1:4 (m/m), em que: a farinha de cladódios de palma e farinha de trigo representam 10,5 a 56,5% em relação ao peso total do biscoito utilizado; o óleo vegetal representa de 13,5 a 15,5% em relação ao peso total do biscoito utilizado; o açúcar branco representa de 13,5 a 15,5% em relação ao peso total do biscoito utilizado; o açúcar mascavo representa de 13,5 a 15,5% em relação ao peso total do biscoito utilizado; o sal representa de 0,35 a 0,49% em relação ao peso total do biscoito utilizado; o fermento representa de 0,35 a 0,49% em relação ao peso total do biscoito utilizado; os ovos representam de 0,23 a 0,33% em relação ao peso total do biscoito utilizado.

063. Em outra concretização, o biscoito tipo *cookie* contendo farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico, é utilizada em conjunto com a farinha de trigo em uma razão que varia de 1:4 a 2:8, em que: a farinha de cladódios de palma e farinha de trigo representam 11,11 a 55,55% em relação ao peso total do biscoito utilizado; o óleo vegetal representa de 14,3 a 14,5% em

relação ao peso total do biscoito utilizado; o açúcar branco representa de 14,3 a 14,5% em relação ao peso total do biscoito utilizado; o açúcar mascavo representa de 14,3 a 14,5% em relação ao peso total do biscoito utilizado; o sal representa de 0,41 a 0,43% em relação ao peso total do biscoito utilizado; o fermento representa de 0,41 a 0,43% em relação ao peso total do biscoito utilizado; os ovos representam de 0,27 a 0,29% em relação ao peso total do biscoito utilizado.

→ Uso da farinha de cladódios de palma, submetida ao pré-tratamento ultrassônico

064. A farinha de cladódios de palma aqui descrita é voltada para a elaboração de produtos de panificação, principalmente em produtos que envolvam uma grande quantidade de farinhas, pois são nesses produtos que se observará um bom aumento em seu valor nutricional, quando comparado com a produção com a farinha de trigo convencional. Como exemplos de produtos de panificação em que a farinha de cladódios de palma pode ser utilizada destacam-se: biscoitos, pães, bolos, farinhas enriquecidas, doces, etc. Preferencialmente, a presente invenção descreve sobre a elaboração de biscoitos.

065. Dessa forma, num outro objeto a presente invenção descreve sobre o uso da farinha de cladódios de palma submetido ao pré-tratamento ultrassônico para a elaboração de produtos alimentícios, preferencialmente produtos de panificação.

066. Em uma concretização deste objeto, a presente invenção descreve o uso da farinha de cladódios de palma submetidos ao pré-tratamento ultrassônico para a produção de biscoitos.

→ Exemplos - concretizações

067. Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma. Adicionalmente, os exemplos

aqui descritos têm o enfoque de mostrar as vantagens sobre o biscoito tipo *cookie* contendo a farinha submetida ao pré-tratamento ultrassônico, a farinha, e a comparação dos mesmos com e sem a etapa de pré-tratamento ultrassônico.

→ **Exemplo 1: Cinética de secagem de palma, com e sem pré-tratamento ultrassônico, e obtenção das farinhas**

- Preparação das amostras

068. A elaboração das farinhas de cladódios de palma foi realizada de acordo com as etapas descritas na Figura 3. Após a seleção realizada conforme descrito no tópico anterior, as amostras foram submetidas à imersão em solução clorada a 200ppm por três minutos, para lavagem e desinfecção. Os cladódios permaneceram em caixas plásticas vazadas, a temperatura ambiente por 1h.

069. Posteriormente, foi realizada a remoção manual dos acúleos dos cladódios, com o auxílio de uma faca. As amostras foram seccionadas em tiras com 17mm de largura, 3mm de altura e 150mm de comprimento, utilizando um multiprocessador de alimentos (Philips Walita®, Brasil). Por último, parte das amostras foi submetida ao pré-tratamento com ultrassom (FCP) e método de secagem por ar aquecido (FSP), para fins comparativos.

- Pré-tratamento com ultrassom

070. Foi utilizado um cladódio para cada corrida experimental, totalizando cinco corridas com diferentes intervalos de tempo (10, 20, 30, 50 e 60 minutos). Após o corte, a amostra foi dividida em dois béqueres de 250mL contendo água destilada. A relação amostra/água utilizada foi de 1:4 (m/v), sendo 42,5g de amostra e 170mL de água em cada béquer, com a finalidade de evitar interferências que comprometessem os resultados. Portanto, o peso inicial total de amostra para cada corrida foi de 85g.

071. Em seguida, cada amostra foi submetida a ondas ultrassônicas nos tempos supracitados. Os experimentos foram conduzidos em um banho ultrassônico com termostato (Unique, modelo USC-2850A, Brasil), sem agitação mecânica e temperatura de 30°C. A frequência de ultrassom utilizada foi de 25kHz e a intensidade foi de 4870W/m², sendo os experimentos realizados em triplicata.

072. Após remoção da solução, as amostras de cada grupo foram secas com papel absorvente para retirada do excesso hídrico, pesadas e depois submetidas à etapa de secagem por ar aquecido.

- Secagem convectiva

073. Para o processo de secagem das amostras com e sem pré-tratamento foi utilizado um secador de leito fixo (secador de bandejas) (Sulab, Brasil), de aço inoxidável, velocidade constante do ar de secagem (2,0m/s) e temperatura de 45°C. Para manter a condição de ar constante apenas uma bandeja foi usada com uma única camada de amostra sobre ela. Vale ressaltar ainda que a quantidade de amostra utilizada para a secagem sem pré-tratamento correspondeu à mesma que foi usada nas corridas experimentais com ultrassom, ou seja, um cladódio, totalizando 85g de massa inicial total.

074. A pesagem das amostras foi realizada em uma balança semi-analítica digital. Os intervalos de tempo utilizados na pesagem foram de 15 em 15 minutos durante a primeira hora de processo, de 30 em 30 minutos para as duas horas seguintes e de 1 em 1 hora até que o equilíbrio dinâmico entre a amostra e o ar de secagem fosse alcançado.

- Cinética de secagem dos cladódios de palma e ajustes com modelos matemáticos

075. O estudo da cinética de secagem convectiva foi realizado a partir dos dados do adimensional de umidade (MR) (Equação 1), usando os modelos descritos na Tabela 1 (Equações 2-7) para ajuste aos dados experimentais.

$$MR = \frac{X - X_e}{X_0 - X_e} \quad (\text{Equação 1}),$$

onde: X é o teor de umidade no tempo t (kg água/kg sólido seco); X_0 é a umidade inicial (kg água/kg sólido seco) e X_e é o teor de umidade de equilíbrio (kg água/kg sólido seco).

Tabela 1: Modelos utilizados para descrever a cinética de secagem dos cladódios de palma

Modelo	Equação
Exponencial simples	$MR = \exp(-kt)$ (Equação 2)
Page	$MR = \exp(-k(t^n))$ (Equação 3)
Henderson e Pabis	$MR = a \bullet \exp(-kt)$ (Equação 4)
Logarítmico	$MR = a \bullet \exp(-kt) + c$ (Equação 5)
Exponencial de dois termos	$MR = a \bullet \exp(-kt) + b \bullet \exp(-wt)$ (Equação 6)
Wang e Singh	$MR = 1 + at + bt^2$ (Equação 7)

k, n, a, b, c, w: parâmetros utilizados nos modelos; t: tempo de secagem; MR: adimensional de umidade.

076. Para verificar o ajuste de todos os modelos aos dados experimentais, foi calculado o erro médio relativo (E), que é definido como a diferença relativa entre os valores experimentais e os preditos (Equação 8).

$$E(\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{V_e - V_p}{V_e} \right| \cdot 100 \quad (\text{Equação 8}),$$

onde: N é o número de dados experimentais; V_e é o valor experimental e V_p é o valor calculado. Valores de E inferiores ou iguais a 12% foram considerados como adequados aos dados experimentais.

● Produção das farinhas

077. De posse dos resultados da cinética de secagem dos cladódios de palma, foi definido o tempo ideal de processamento das amostras (equilíbrio dinâmico alcançado em menor tempo de análise), para que

estas fossem submetidas ao tratamento experimental estabelecido (30min de pré-tratamento com ultrassom e 8h de secagem convectiva). Já para as amostras que não foram submetidas ao pré-tratamento foi utilizado um período de 12h de secagem convectiva. Em seguida, todas as amostras foram trituradas em multiprocessador (marca Magic Bullet) e peneiradas (80 mesh) para obtenção de farinha fina e homogênea (Figura 4). Posteriormente, foram acondicionadas em sacos de polietileno, fechadas e mantidas a temperatura ambiente ($26\pm 2^{\circ}\text{C}$), em um ambiente livre de contato com a luz, até a sua análise e utilização na elaboração dos biscoitos.

- Qualidade físico-química das farinhas de cladódios de palma

078. As farinhas foram submetidas às análises de acidez, pH e atividade de água. A composição centesimal foi determinada mediante as análises de umidade, resíduo mineral fixo, proteínas, carboidratos totais, fibras dietéticas (totais, solúveis e insolúveis) e lipídios. Foi avaliado também o perfil fenólico por cromatografia líquida de alta eficiência, vitamina C mediante concentração de ácido ascórbico, clorofilas total, A e B, carotenoides totais e minerais (cálcio, potássio, sódio e fósforo), sendo todas as análises realizadas em triplicata. Além de também ter sido avaliado o rendimento.

- Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial, de biscoitos produzidos com as farinhas de cladódios de palma

Elaboração dos biscoitos

079. Foram produzidos e caracterizados três tipos diferentes de biscoitos: um controle com 100% de farinha de trigo (BC) e dois experimentais, com substituição parcial da farinha de trigo por 20% da farinha de cladódios de palma. Um dos biscoitos experimentais foi elaborado a partir da farinha obtida com o pré-tratamento ultrassônico e o outro com a farinha sem o tratamento prévio, BPU e BPS, respectivamente. Vale ressaltar ainda, que tal percentual foi utilizado

uma vez que a literatura tem reportado este valor como concentração máxima a fim de garantir a aceitação sensorial de produtos cuja matéria-prima seja a palma.

080. Os biscoitos foram elaborados baseado nas formulações (Tabela 2) e de acordo com o fluxograma de elaboração de biscoitos (Figura 5).

Tabela 2: Formulação de biscoitos, adicionados ou não, de cladódios de palma, obtidos por diferentes métodos de secagem

Ingredientes/Formulações	BC	BPU	BPS
Farinha de Trigo (%)	100	80	80
Farinha de broto de palma (%)	----	20	20
Óleo vegetal (%)	25	25	25
Açúcar branco (%)	25	25	25
Açúcar mascavo (%)	25	25	25
Sal (%)	2	2	2
Fermento (%)	2	2	2
Ovos (%)	0,5	0,5	0,5

% (p/p) em relação a 100g (ou 100%) da farinha (trigo + farinha de broto de palma); BC - biscoito controle; BPU - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma, submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma, sem pré-tratamento com ultrassom.

081. Para a elaboração dos biscoitos (Figura 6), após a etapa de mistura de ingredientes secos e úmidos, o fermento foi adicionado, deixando a massa em repouso por 15 minutos. Em seguida, ela foi aberta com cilindro e os biscoitos, moldados com auxílio de uma forma, colocados em assadeiras de aço inoxidável e assados a 150°C por 25 minutos (tempo determinado pela coloração externa do biscoito -

amarelo dourado), resfriados e armazenados em sacos de polietileno, em temperatura ambiente ($26 \pm 2^\circ \text{C}$), até serem analisados físico-química e sensorialmente.

Qualidade físico-química dos biscoitos

082. Os biscoitos, além de serem analisados através dos mesmos parâmetros físico-químicos estudados nas farinhas, também foram avaliados quanto ao peso, espessura e diâmetro, antes e após a cocção.

Controle microbiológico dos biscoitos

083. O controle microbiológico dos biscoitos inclui a enumeração dos coliformes totais, termotolerantes, contagem em placas de bolores e leveduras, e pesquisa de *Salmonella sp.* Todas as análises foram realizadas em triplicata e em conformidade com o preconizado pela legislação brasileira vigente.

Análise sensorial dos biscoitos

084. Foi realizada através do recrutamento de 120 julgadores não treinados, mediante disponibilidade de participação e o hábito de consumir biscoito. No experimento foram utilizados testes afetivos (de aceitação, preferência e intenção de compra), com delineamento inteiramente casualizado, três tratamentos (biscoitos BC, BPU e BPS), avaliados em única sessão.

085. Os testes para avaliação dos atributos de cor, aparência, aroma, sabor, textura e avaliação global, foram realizados utilizando escala hedônica de nove pontos (1 = desgostei extremamente, 9 = gostei extremamente), sendo também avaliadas a intenção de compra com escala hedônica de cinco pontos (1 = certamente não compraria, 5 = certamente compraria) e a preferência por ordenação entre as amostras.

→ **Exemplo 2: Cinética de secagem da palma, com e sem pré-tratamento ultrassônico, e obtenção das farinhas**

086. As farinhas elaboradas com e sem pré-tratamento de sonicação apresentaram período total de secagem de 8 e 12h, respectivamente. Estudo realizado por López e Vaca (2009) com cladódios de palma inteiros, com e sem acúleos, cujas características de secagem foram temperatura de 45°C e velocidade de ar de 1,5m/s, demonstrou que o tempo total de secagem foi de 50h, aproximadamente o quádruplo do tempo utilizado na presente pesquisa. Já na secagem de tiras de palma cortadas com 10cm de largura e 1cm de altura em estufa com circulação de ar a uma temperatura de 75°C observou-se que o período total de secagem foi de 23h (Castillo *et al.*, 2013), quase o dobro de tempo encontrado no presente estudo.

087. Em outro estudo, tiras de palma com 3mm de altura foram secas a uma temperatura de 40°C durante 12h para posterior obtenção de farinha (Cornejo-Villegas *et al.*, 2010), sendo estas condições semelhantes às adotadas no presente trabalho, com o mesmo período total de secagem para amostras que não foram submetidas ao pré-tratamento. Portanto, a geometria e a espessura das amostras de palma a serem secas têm importância direta na redução do tempo de secagem.

088. É importante ressaltar que até então não há relato no meio científico a respeito da utilização de pré-tratamento com sonicação visando otimizar o tempo de secagem de cladódios de palma. Entretanto, a literatura reporta a utilização satisfatória desse método para outros tipos de amostras.

089. Estudo realizado por Medeiros *et al.* (2016) utilizou o pré-tratamento ultrassônico na secagem de mangas e a utilização do método possibilitou uma redução de 23% no tempo de secagem total. Já para a secagem de maçãs, o pré-tratamento com sonicação proporcionou um decréscimo de 30% no tempo de processo (Nowacka *et al.*, 2012). Redução semelhante foi encontrada no presente estudo

(33%). Do ponto de vista industrial, essa redução pode não envolver apenas uma elevada taxa de produção, mas uma significativa economia de energia.

- Qualidade físico-química das farinhas de cladódios de palma

090. As baixas umidades encontradas associadas ao baixo pH e à baixa atividade de água apresentada propicia uma maior estabilidade às farinhas, sendo assim consideradas como de difícil proliferação microbiana. Este fato corrobora os resultados positivos obtidos no presente estudo para as análises microbiológicas dos produtos finais. El-Safy (2013) também encontrou baixos valores para umidade e pH em farinha de cladódios de palma, 6,78% e 3,27, respectivamente.

091. O elevado conteúdo de cinzas encontrado nas farinhas indica uma presença significativa de minerais nesse tipo de alimento. Enquanto que, a elevada quantidade de carboidratos encontrada ratifica o seu alto valor energético total bem como a possibilidade de incorporação destas no enriquecimento de pães, biscoitos e outras receitas, cujo nutriente predominante é o carboidrato.

092. O elevado conteúdo de proteínas encontrado reflete a possibilidade de agregar valor nutricional a produtos que apresentem teor reduzido de proteínas. A legislação brasileira vigente preconiza que, para um alimento ser considerado fonte de proteínas, este deve apresentar pelo menos 6g desse nutriente a cada porção. Portanto, esses produtos são considerados como alimento fonte de proteínas, uma vez que apresentam um valor médio de 6,31g desse nutriente em cada porção de 50 gramas (Brasil, 2012).

093. As farinhas de cladódios de palma apresentaram concentrações elevadas de fibras dietéticas totais, solúveis e insolúveis. Isso indica que tais produtos são considerados como alimento com alto conteúdo de fibras, conforme estabelecido pela legislação brasileira vigente, uma vez que estas apresentam teor superior a 2,5g/porção de

50g (Brasil, 2012).

094. Com relação às características antioxidantes, as farinhas de cladódios de palma com e sem pré-tratamento ultrassônico apresentaram concentrações significativas para o perfil fenólico, com destaque para o ácido ferúlico, quercetina e kaempferol. Também houve destaque para o teor de vitamina C. Tais resultados podem ser justificados pelo colapso da célula vegetal em amostras submetidas ao pré-tratamento com sonicação. Isso ocorre uma vez que, sob estas condições de estresse, as membranas celulares e as organelas se rompem, sendo as enzimas liberadas através dos vacúolos. Isso irá afetar diretamente a concentração de fenóis e, conseqüentemente, a atividade e o potencial antioxidante deste produto (Akhmazillah, Farid e Silva, 2013). Portanto, a utilização do ultrassom constitui uma alternativa de preservação da qualidade nutricional dos alimentos (Chaikhama e Prangthip, 2015).

095. Todos os sete fenólicos encontrados em concentrações significativas no presente estudo apresentam atividade antioxidante, conforme descrito por El-Mostafa *et al.* (2014). Tal função tem sido intimamente associada à potencialização de efeitos promotores da saúde através da prevenção de diversas doenças, uma vez que neutraliza os radicais livres. Esses compostos são gerados pelo próprio organismo e estão diretamente relacionados ao aparecimento de várias enfermidades, entre as quais: doenças vasculares, cardíacas e, até mesmo, a formação de células cancerígenas.

096. Em relação ao teor de vitamina C, valor inferior foi obtido por El-Safy (2013) (24,37mg de ácido ascórbico/100g). Essas diferenças podem ser justificadas devido aos efeitos degradantes da utilização de temperaturas elevadas, tempo de exposição, tipo de calor usado e processos oxidativos envolvidos (Jaramillo-Flores, González-Cruz e Cornejo-Mazón, 2003).

097. As farinhas elaboradas no presente estudo são classificadas como alimentos com alto conteúdo de vitamina C (Brasil, 2012), uma vez que apresentam muito mais que 30% (mg/dia) da IDR recomendada para este nutriente (45mg/dia), considerando o valor médio de 25,61mg/porção de 50g (Brasil, 2015). Já o *Institute of Medicine* (2006) preconiza a ingestão de vitamina C entre 75 e 90mg/dia para adultos (homens e mulheres) e gestantes, sendo a faixa estabelecida para lactantes mais ampla (115 a 120mg/dia). De acordo com esta recomendação, as farinhas obtidas com e sem pré-tratamento ultrassônico no presente estudo correspondem a aproximadamente 34,27% e 27,82%, respectivamente, das necessidades diárias para adultos e gestantes, e a 24,06% e 19,54%, respectivamente, das necessidades para lactantes.

098. Nesse contexto, as farinhas de cladódios de palma podem ser consideradas uma excelente fonte de compostos bioativos, que combatem os radicais livres, reduzindo assim, o risco de desenvolvimento de doenças crônicas degenerativas. De forma mais específica, os flavonoides, como a quercetina e o kaempferol, apresentam atividade anti-inflamatória, bloqueando assim, a atuação de proteínas pró-inflamatória (citocinas e quimiocinas), podendo atuar também como uma barreira protetora da mucosa intestinal (Hoensch e Oertel, 2015; Silva, 2010).

099. Em relação aos minerais, do ponto de vista da legislação brasileira vigente e, considerando porções de 50g, as farinhas de cladódios de palma com e sem pré-tratamento ultrassônico elaboradas no presente estudo são classificadas como alimentos com muito baixo teor de sódio (média de 31,5mg/porção de 50g). Isso se deve ao fato de que elas apresentam menos de 40mg/porção de 50g dos produtos. As farinhas também são classificadas como alimento com alto conteúdo de cálcio (Brasil, 2012), uma vez que a porção apresenta em média 315mg

desse nutriente, portanto, concentrações superiores a 30% da IDR (1000mg/dia) (Brasil, 2005), o que ratifica o potencial nutricional desses alimentos.

100. O *Institute of Medicine* (2006) estabelece os valores médios de 1100mg de cálcio por dia para adultos e de 1150mg para gestantes e lactantes. As farinhas obtidas no presente estudo representam aproximadamente 28,62% das recomendações diárias para adultos e 27,38% para gestantes e lactantes. Para o potássio, as recomendações médias diárias variam de 4,7g para adultos e gestantes a 5,1g para lactantes e, portanto, as farinhas representam em média 26,76% e 24,67% dessa quantidade, respectivamente. Por fim, o referido Instituto preconiza a ingestão de 1,5g/dia de sódio e as farinhas produzidas contêm em média 2,07% desse valor.

• Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial, de biscoitos produzidos com as farinhas de cladódios de palma

101. Todos os biscoitos elaborados a partir das farinhas de cladódios de palma apresentam teor de cinzas dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente (3g/100g) (Brasil, 2005). Os biscoitos experimentais são classificados como alimentos fontes de proteínas e de fibras. Fazendo uma comparação entre o biscoito controle e os experimentais, estes últimos apresentam conteúdo aumentado de proteínas e de fibras, uma vez que há um aumento maior que 25% nas concentrações desses nutrientes, conforme preconizado pela legislação brasileira vigente (Brasil, 2012).

102. Portanto, tais considerações corroboram que a utilização da farinha de cladódios de palma na elaboração de biscoitos agrega valor nutricional através de uma maior concentração de proteínas e de fibras. Estas últimas estão diretamente relacionadas com a regulação do trânsito intestinal, glicemia, dislipidemia e com a consequente redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas (El-Mostafa *et al.*,

2014).

103. O biscoito controle não apresentou ácidos fenólicos, flavonoides, vitamina C nem clorofilas (total, A e B), sendo o teor de carotenoides totais, pouco significativo. Já os biscoitos experimentais apresentaram teores expressivos desses nutrientes, refletindo assim, as características antioxidantes destes produtos. Houve diferença estatística significativa entre os biscoitos experimentais e isso pode ser justificado pelo fato de que a farinha que não foi submetida ao pré-tratamento com ultrassom foi exposta por maior período de tempo ao processo de secagem por ar aquecido e, a termossensibilidade apresentada por esses nutrientes, reduz as suas concentrações iniciais. Portanto, a temperatura e o tempo de exposição são de suma importância na manutenção dessas substâncias nos alimentos (Santos-Zea, Gutiérrez-Urbe e Serna-Saldívar, 2011).

104. O biscoito elaborado com farinha de cladódios de palma submetidos ao pré-tratamento com sonicação apresentou alto conteúdo de vitamina C, uma vez que contém concentração maior que 30% da IDR estabelecida para este nutriente (15,01mg de ácido ascórbico/100g). Esse produto inovador também pode ser classificado como alimento com conteúdo aumentado de vitamina C quando comparada aos biscoitos controle e experimental com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento, uma vez que apresenta um aumento de mais de 10% desse nutriente (Brasil, 2012; Brasil, 2005).

105. Com relação aos minerais, o biscoito controle não apresentou fósforo, contendo baixas concentrações de potássio, cálcio e sódio quando comparado aos biscoitos experimentais. Não houve diferenças estatísticas significativas entre os parâmetros avaliados para estes últimos, podendo os mesmos ser classificados como alimentos com muito baixo teor de sódio de acordo com a legislação brasileira vigente. Os biscoitos experimentais também são classificados como alimentos

com conteúdo aumentado de cálcio, uma vez que apresentam um aumento de mais de 10% das concentrações desse mineral em comparação ao biscoito controle (Brasil, 2012; Brasil, 2005).

106. Vale ressaltar que, nesse contexto, os minerais presentes nos biscoitos experimentais garantem o equilíbrio metabólico do organismo, com destaque para o potássio e o cálcio. O potássio é o principal cátion intracelular que contribui para o metabolismo e para a síntese das proteínas e do glicogênio, desempenhando também um importante papel na excitabilidade neuromuscular e na regulação do teor de água do organismo. Já o cálcio está diretamente relacionado com a qualidade dos ossos, metabolismo do ferro, bom funcionamento do coração e liberação de neurotransmissores no cérebro (El-Mostafa *et al.*, 2014).

107. Os biscoitos apresentaram qualidade microbiológica adequada para o consumo humano, em conformidade com os padrões estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. O número de unidades formadoras de colônia (UFC), obtido a partir da contagem de bolores e leveduras para todos os produtos, foi bem inferior ao máximo permitido (10^4) pela legislação vigente para alimentos similares a estes, uma vez que não há legislação específica que estabeleça os limites de bolores e leveduras para biscoitos (Brasil, 2001).

108. O biscoito elaborado com farinha submetida ao pré-tratamento ultrassônico apresentou os melhores resultados para a análise microbiológica de bolores e leveduras a nível estatístico ($2,5 \times 10^1$ UFC/g), em comparação com os demais (BC e BPS), o que corrobora o efeito benéfico da utilização de sonicação também no controle de microrganismos (Awad *et al.*, 2012).

109. Não houve diferenças estatísticas significativas entre os biscoitos experimentais para todos os atributos avaliados no teste de aceitação. Entretanto, o biscoito controle diferiu estatisticamente dos

experimentais nos atributos cor, aroma e textura. A quantidade de farinha de palma utilizada torna o produto com uma coloração mais escura, o que pode justificar a diminuição, ainda que mínima, na sua aceitabilidade. A textura foi modificada devido à granulação resultante da elevada concentração de fibras nos biscoitos experimentais. E, o aroma suave de herbácea também refletiu na aceitabilidade destes produtos.

110. Tais aspectos também foram observados por Castillo *et al.* (2013) em alfajores elaborados com farinha de palma. Também foram analisados por El-Safy (2013) e Ayadi *et al.* (2009) em bolos elaborados com a mesma matéria-prima. Todos os produtos apresentaram aceitação sensorial satisfatória, inclusive os biscoitos da presente pesquisa, sendo ratificado, portanto, que limites devem ser estabelecidos no que concerne à utilização da palma, a fim de garantir uma boa aceitação sensorial destes alimentos. E, a literatura tem reportado que o uso de 20% dessa matéria-prima para agregar valor nutricional a diversos produtos tem sido bem aceito pelos consumidores (Castillo *et al.*, 2013; El-Safy, 2013; Ayadi *et al.*, 2009).

111. Portanto, para a indústria de alimentos, o presente produto apresenta não apenas destaque a nível funcional como também um elevado potencial comercial a partir de um alimento regional pouco explorado, o que destaca ainda mais a originalidade e ação inovadora deste.

→ Exemplo 3: Cinética de secagem da palma, com e sem pré-tratamento ultrassônico, e obtenção das farinhas

112. O pré-tratamento de 30 minutos em banho ultrassônico foi o que apresentou o equilíbrio dinâmico entre a amostra e o ar de secagem em menor período de tempo, reduzindo em aproximadamente 4h o processo de secagem (Figura 7). Portanto, a farinha submetida ao pré-

tratamento com ultrassom teve o seu processo de secagem concluído depois de 8h. Já o equilíbrio dinâmico na farinha que não passou pelo tratamento prévio foi alcançado somente após 12h. Vale ressaltar ainda que não houve diferença estatística significativa nas três repetições de cada corrida realizada ($p < 0,05$).

113. Os ajustes dos modelos aos dados experimentais de secagem dos cladódios de palma submetidos ao pré-tratamento ultrassônico de 30 minutos ou que não foram submetidos ao tratamento prévio, e os parâmetros obtidos foram descritos na Tabela 3. Verifica-se que o modelo exponencial de dois termos foi o que apresentou melhor ajuste (Figura 8).

Tabela 3: Parâmetros dos modelos matemáticos de secagem, erro relativo médio (E) e coeficiente de determinação (R^2), para as amostras de cladódios de palma secas

Modelo	Com pré-tratamento			Sem pré-tratamento		
	Parâmetros	E(%)	R^2	Parâmetros	E(%)	R^2
Exponencial de dois termos	a = 0,7408	5,2432	0,9997	a = 0,1253	11,1468	0,9985
	k = 0,1131			k = 0,0147		
	b = 0,2590			b = 0,8724		
	w = 0,0162			w = 0,0603		
Henderson e Pabis	a = 0,9807	45,0479	0,9741	a = 0,9898	27,7688	0,9956
	k = 0,0586			k = 0,0490		
Exponencial simples	k = 0,0597	48,6761	0,9736	k = 0,0495	28,2880	0,9954
Page	k = 0,0780	85,7143	0,7395	k = 0,0772	85,7301	0,6296
	n = 19,0207			n = 19,0340		
Logarítmico	a = 0,8583	133,8332	0,9139	a = 0,8446	149,5606	0,8253
	k = 2,2843			k = 1,6002		
	c = 0,1417			c = 0,1554		

k, n, a, b, c, w: parâmetros utilizados nos modelos; t: tempo de secagem; E: erro relativo médio; R^2 : coeficiente de determinação.

• Qualidade físico-química das farinhas de cladódios de palma

114. Na Tabela 4, estão expressos os valores médios para os parâmetros físico-químicos das farinhas obtidas com e sem pré-tratamento ultrassônico. Houve diferença estatística significativa entre as duas amostras de farinha para os parâmetros acidez e pH ($p < 0,05$), sendo a farinha de cladódios de palma com pré-tratamento de sonicação a que apresentou os maiores valores médios para acidez e, consequentemente, menores para pH. Ambas as farinhas apresentaram alto teor de carboidratos totais, resultando em produtos de elevado valor calórico. Também se destacaram as elevadas concentrações de cinzas, proteínas e fibras dietéticas totais, solúveis e insolúveis.

Tabela 4: Parâmetros físico-químicos das farinhas elaboradas, com e sem pré-tratamento ultrassônico

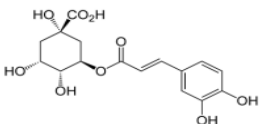
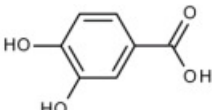
Parâmetros	FCP	FSP
Acidez titulável ¹	3,42±0,06 a	3,11±0,01 b
pH	3,89±0,05 b	4,01±0,07 a
Atividade de água	0,42±0,00 a	0,40±0,00 a
Umidade (%)	8,91±0,02 a	8,87±0,02 a
Cinzas ²	23,32±0,01 a	23,11±0,04 a
Carboidratos totais ²	60,99±0,08 a	60,57±0,03 a
Proteínas ²	12,77±0,02 a	12,48±0,01 a
Lipídios ²	1,44±0,03 a	1,23±0,09 a
Fibras dietéticas totais ²	48,99±0,07 a	48,91±0,05 a
Fibras dietéticas solúveis ²	10,03±0,05 a	9,04±0,02 a
Fibras dietéticas insolúveis ²	37,87±0,08 a	36,98±0,09 a
VET ³	308,00±0,00 a	303,27±0,00 a

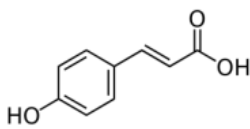
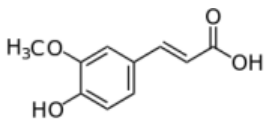
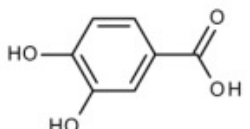
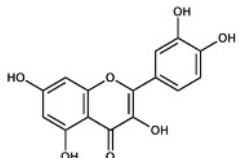
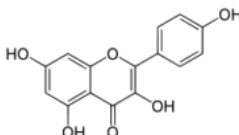
¹g/100mL de ácido cítrico; ²g/100g da amostra; ³VET = valor energético total (kcal/100g); médias $\pm$ desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); FCP - farinha com pré-tratamento ultrassônico; FSP - farinha sem pré-tratamento ultrassônico.

115. Na Figura 9, está expressa a curva analítica da glicose que foi utilizada para quantificar a concentração de carboidratos na presente invenção.

116. Uma das formas de verificar as características antioxidantes das farinhas foi através do perfil fenólico, sendo identificados e quantificados os sete principais ácidos orgânicos e flavonoides encontrados nesse produto nas condições cromatográficas previamente estabelecidas (Tabela 5), sendo os demais encontrados em quantidades traço (a exemplo do ácido salicílico, 4-hidroxibenzoico, nicotiflorin e rutina). Houve diferença estatística significativa para todos os compostos entre as farinhas elaboradas ($p < 0,05$), com destaque para o ácido ferúlico, 3,4-dihidroxibenzóico, quercetina e kaempferol, que apresentaram aproximadamente concentrações 25, 54, 48 e 25% maiores, respectivamente, na farinha submetida ao pré-tratamento com ultrassom.

Tabela 5: Principais ácidos fenólicos e flavonoides nas farinhas

Nome sistemático	Fórmula estrutural	[] FCP	[] FSP
Ácido clorogênico		4,12 $\pm$ 0,01 a	3,55 $\pm$ 0,02 b
Ácido gálico		3,01 $\pm$ 0,00 a	2,49 $\pm$ 0,01 b

Ácido p-cumárico		16,09±0,01 a	15,02±0,02 b
Ácido ferúlico		33,89±0,01 a	27,01±0,01 b
3,4-dihidroxibenzóico		7,71±0,00 a	5,02±0,01 b
Quercetina		49,78±0,01 a	33,67±0,01 b
Kaempferol		168,95±0,00 a	134,66±0,01 b

*concentração em mg/100g; médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$); FCP - farinha com pré-tratamento ultrassônico; FSP - farinha sem pré-tratamento ultrassônico.

117. Ainda visando avaliar as características antioxidantes das farinhas, têm-se, na Tabela 6, os valores médios dos resultados obtidos nas análises de vitamina C, clorofilas (total, A e B), e de carotenoides totais. Houve diferença estatística significativa para todos os parâmetros analisados ($p<0,05$) e a farinha submetida ao pré-tratamento ultrassônico apresentou 23% maior conteúdo de vitamina C, 8% maior concentração de clorofila total e aproximadamente o dobro do teor de carotenoides em comparação ao valor encontrado para a farinha que não foi submetida ao pré-tratamento. Na Figura 10, está representada a curva analítica de β -caroteno utilizada na determinação de carotenoides totais no presente estudo.

Tabela 6: Características antioxidantes das farinhas de cladódios de palma, com e sem tratamento ultrassônico

Parâmetros	FCP	FSP
Vitamina C ¹	56,55±0,04 a	45,91±0,01 b
Clorofila total ²	164,22±0,09 a	151,98±0,21 b
Clorofila A ²	88,44±0,06 a	79,01±0,03 b
Clorofila B ²	42,14±0,08 a	38,91±0,09 b
Carotenoides totais ³	2,91±0,03 a	1,58±0,05 b

¹mg de ácido ascórbico/100g da amostra; ²mg/100g da amostra; ³mg de β-caroteno/100g da amostra; médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); FCP - farinha com pré-tratamento ultrassônico; FSP - farinha sem pré-tratamento ultrassônico.

118. Não houve diferença estatística significativa entre as amostras (p<0,05) com relação às concentrações de minerais (Tabela 7). As farinhas apresentaram baixas quantidades de fósforo, moderado teor de sódio e elevadas concentrações de cálcio e potássio.

Tabela 7: Conteúdo de minerais nas farinhas de cladódios de palma, com e sem pré-tratamento ultrassônico

Minerais	FCP	FSP
Potássio (K)	2517,13±0,07 a	2514,00±0,09 a
Cálcio (Ca)	630,49±0,01 a	628,92±0,02 a
Sódio (Na)	62,95±0,08 a	62,41±0,03 a
Fósforo (P)	0,08±0,02 a	0,07±0,01 a

*mg/100g da amostra; médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); FCP - farinha com pré-tratamento ultrassônico; FSP - farinha sem pré-tratamento ultrassônico.

119. As farinhas elaboradas com cladódios de palma apresentaram um rendimento entre 13 e 10%, com e sem pré-tratamento, respectivamente, havendo diferença estatística significativa entre estas (Tabela 8).

Tabela 8: Rendimento das farinhas

Parâmetros	Farinhas	
	FCP	FSP
Peso inicial dos cladódios (g)	500±0,00 a	500±0,00 a
Peso final das farinhas (g)	65,22±0,08 a	54,35±0,05 b
Rendimento (%)	13,04±0,00 a	10,87±0,00 a

*médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); FCP - farinha com pré-tratamento ultrassônico; FSP - farinha sem pré-tratamento ultrassônico.

• Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial, de biscoitos produzidos com as farinhas de cladódios de palma

120. Na Tabela 9, estão expressos os valores médios de 10 unidades de cada formulação de biscoito referentes aos dados físicos (diâmetro, espessura e peso) dos biscoitos controle e experimentais com e sem pré-tratamento ultrassônico, nos períodos pré e pós-cocção. Observa-se uma redução estatisticamente significativa no tamanho dos biscoitos associada ao aumento de espessura e de peso destes ($p < 0,05$), ao comparar o biscoito controle com os experimentais.

Tabela 9: Características físicas dos biscoitos elaborados com farinhas de cladódios de palma, submetidas ou não ao pré-tratamento com ultrassom

Características	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Diâmetro pré-cocção	40,02±0,00 a	40,02±0,00 a	40,02±0,00 a

Diâmetro pós-cocção	41,96±0,01 a	41,45±0,03 b	41,41±0,09 b
Diferença	1,94±0,00 a	1,43±0,00 b	1,39±0,00 b
Espessura pré-cocção	4,12±0,00 a	4,12±0,00 a	4,12±0,00 a
Espessura pós-cocção	4,32±0,07 b	4,51±0,01 a	4,56±0,01 a
Diferença	0,20±0,00 b	0,39±0,00 a	0,44±0,00 a
Peso pré-cocção	5,05±0,00 a	5,05±0,00 a	5,05±0,00 a
Peso pós-cocção	4,02±0,07 b	4,38±0,08 a	4,35±0,04 a
Diferença	-1,03±0,00 b	-0,67±0,00 a	-0,70±0,00 a

*diâmetro e espessura em mm e peso em g; médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$); BC - biscoito controle; BPU - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

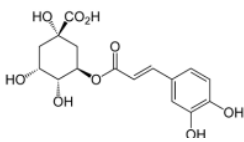
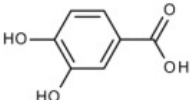
Tabela 10: Parâmetros físico-químicos de biscoitos elaborados com farinha de cladódios de palma, submetidas a diferentes pré-tratamentos

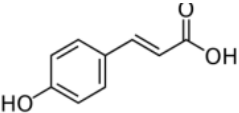
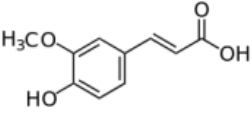
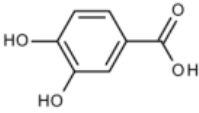
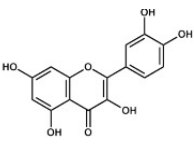
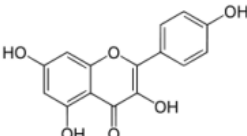
Parâmetros	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Acidez titulável ¹	0,16±0,03 b	0,27±0,05 a	0,28±0,09 a
Umidade (%)	6,99±0,04 b	9,57±0,06 a	9,41,01 a
Cinzas ²	1,01±0,06 b	2,87±0,03 a	2,82±0,08 a
Carboidratos totais ²	78,99±0,03 b	82,01±0,08 a	81,90±0,03 a
Proteínas ²	5,21±0,07 b	7,44±0,03 a	7,39±0,08 a
Lipídios ²	2,04±0,09 a	2,12±0,06 a	2,09±0,02 a
Fibras dietéticas totais ²	0,27±0,08 b	3,31±0,02 a	3,29±0,09 a
Fibras dietéticas solúveis ²	0,12±0,06 b	1,31±0,04 a	1,27±0,08 a
Fibras dietéticas insolúveis ²	0,14±0,02 b	1,95±0,06 a	1,93±0,09 a

VET³ 355,16±0,00 b 376,88±0,00 a 375,97±0,00 a
¹g/100mL de ácido cítrico; ²g/100g da amostra; ³VET = valor energético total (kcal/100g); médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); BC - biscoito controle; BPU - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

121. Em todos os biscoitos, o perfil fenólico diferiu estatisticamente, conforme ilustrado na Tabela 11 (p<0,05). O biscoito elaborado com farinha de cladódios de palma submetidos ao pré-tratamento ultrassônico foram os que apresentaram os melhores resultados, enquanto que, no biscoito controle não foram encontrados compostos fenólicos. O biscoito experimental com farinha que não foi submetida ao pré-tratamento de sonicação apresentou aproximadamente apenas 36, 33, 48, 54 e 59% do teor de ácido clorogênico, gálico, p-cumárico, ferúlico e 3,4-dihidroxibenzóico e de quercetina e kaempferol, respectivamente, encontrado no biscoito experimental cuja farinha foi submetida ao pré-tratamento.

Tabela 11: Principais ácidos fenólicos e flavonoides encontrados nos biscoitos

Nome sistemático	Fórmula estrutural	[] BC	[] BPU	[] BPS
Ácido clorogênico		¹ NE	0,25±0,01 a	0,09±0,01 b
Ácido gálico		¹ NE	0,15±0,01 a	0,05±0,02 b

Ácido p-cumárico		¹ NE	2,11±0,00 a	1,02±0,01 b
Ácido ferúlico		¹ NE	5,53±0,01 a	2,99±0,00 b
3,4- dihidroxibenzóico		¹ NE	0,61±0,00 a	0,33±0,00 b
Quercetina		¹ NE	8,49±0,01 a	5,01±0,02 b
Kaempferol		¹ NE	41,18±0,00 a	24,89±0,01 b

*concentração em mg/100g; ¹NE = composto não encontrado; médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); BC - biscoito controle; BPU - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

122. Ainda com relação às características antioxidantes, o biscoito controle não apresentou vitamina C nem clorofilas (total, A e B), enquanto que houve diferença estatística significativa para os parâmetros vitamina C e carotenoides totais dos biscoitos experimentais, sendo o elaborado com farinha submetida ao pré-tratamento o que apresentou maiores valores médios (p<0,05) (Tabela 12). Vale ressaltar ainda que o biscoito com farinha sem pré-tratamento ultrassônico apresentou apenas 16% dos carotenoides totais encontrados no biscoito cuja farinha foi submetida à sonicação, e este último apresentou aproximadamente o triplo de vitamina C.

Tabela 12: Características antioxidantes dos biscoitos elaborados com farinha de cladódios de palma, sob diferentes condições

Parâmetros	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Vitamina C ¹	⁴ NE	15,01±0,03 a	4,98±0,07 b
Clorofila total ²	⁴ NE	21,44±0,05 a	20,87±0,08 a
Clorofila A ²	⁴ NE	13,50±0,02 a	12,01±0,03 a
Clorofila B ²	⁴ NE	7,12±0,07 a	6,91±0,07 a
Carotenoides totais ³	0,05±0,09 c	0,89±0,03 a	0,14±0,05 b

¹mg de ácido ascórbico/100g da amostra; ²mg/100g da amostra; ³mg de β-caroteno/100g da amostra; ⁴NE = composto não encontrado; médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); BC - biscoito controle; BPU - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

123. Na Tabela 13, estão expressos os valores médios referentes ao teor de minerais dos biscoitos. Não houve diferença estatística significativa entre as amostras experimentais para todos os minerais analisados. Os biscoitos experimentais apresentaram quantidades significativamente maiores para os minerais potássio e cálcio em comparação ao biscoito controle, enquanto que a concentração de fósforo foi baixa entre as amostras.

Tabela 13: Conteúdo de minerais nos biscoitos elaborados

Minerais	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Potássio (K)	0,12±0,09 b	449,10±0,04 a	448,04±0,03 a
Cálcio (Ca)	0,07±0,08 b	121,41±0,01 a	119,12±0,07 a

Sódio (Na)	1,23±0,03 b	15,35±0,02 a	15,01±0,03 a
Fósforo (P)	¹ NE	0,01±0,07 a	0,01±0,04 a

*mg/100g da amostra; ¹NE = composto não encontrado; médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); BC - biscoito controle; BPU - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

124. Os biscoitos experimentais apresentaram maior rendimento da massa e, conseqüentemente, da quantidade de biscoitos produzidos, havendo diferença estatística significativa entre as três amostras analisadas (p<0,05) (Tabela 14).

Tabela 14: Rendimento dos biscoitos

Parâmetros	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Peso inicial da massa (g)	500±0,00 a	500±0,00 a	500±0,00 a
Peso final dos biscoitos (g)	412,90±0,8 c	432,21±0,06 a	421,43±0,05 b
Rendimento (%)	82,58±0,00 c	86,44±0,00 a	84,29±0,00 b
Unidades de biscoitos (und)	103±0,00 c	108±0,00 a	105±0,00 b

*médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); BC - biscoito controle; BPU - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

125. Na Tabela 15, estão apresentados os resultados para o controle microbiológico dos biscoitos. O biscoito elaborado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento com ultrassom foi o que apresentou menor contagem em placa de bolores e leveduras,

diferindo estatisticamente dos demais biscoitos ($p < 0,05$).

Tabela 15: Análise microbiológica dos biscoitos

Parâmetros	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Contagem em placas bolores e leveduras ¹	$3,9 \times 10^2 \pm 0,01$ a	$2,5 \times 10^1 \pm 0,01$ b	$3,8 \times 10^2 \pm 0,02$ a
Coliformes totais ²	<3,0	<3,0	<3,0
Coliformes termotolerantes ²	<3,0	<3,0	<3,0
Salmonela	Ausência/25g	Ausência/25g	Ausência/25g

¹UFC/g; ²NMP/g; médias $\pm$ desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); BC - biscoito controle; BPU - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

126. O perfil dos julgadores que participaram da análise sensorial dos biscoitos foi avaliado no que se refere ao gênero, faixa etária e ocupação. Estes foram, majoritariamente, do gênero feminino (67%), tinham entre 20 e 25 anos de idade (59%) e eram alunos de graduação (45%). Não houve diferença estatística significativa entre as médias das notas para os biscoitos experimentais em todos os atributos avaliados ($p < 0,05$) (Tabela 16). Os atributos cor, aroma e textura diferiram entre o biscoito controle e os experimentais, variando de ‘gostei muito’ a ‘gostei muitíssimo’, entretanto a aceitação global foi semelhante entre os biscoitos. Sobre a intenção de compra, os resultados também diferiram estatisticamente ($p < 0,05$), sendo o biscoito controle o mais aceito, seguido dos biscoitos experimentais, variando de ‘provavelmente compraria’ a ‘certamente compraria’.

Tabela 16: Aceitação sensorial e intenção de compra dos biscoitos produzidos com farinha de cladódios de palma

Atributos	Biscoitos		
	BC	BPU	BPS
Aparência	8,41±0,11 a	8,46±0,22 a	8,44±0,18 a
Cor	8,92±0,25 a	7,22±0,17 b	7,20±0,21 b
Aroma	8,19±0,12 a	7,56±0,14 b	7,52±0,15 b
Sabor	8,17±0,95 a	7,99±0,21 a	7,98±0,13 a
Textura	8,42±0,10 a	7,89±0,18 b	7,87±0,15 b
Avaliação global	7,99±0,13 a	7,96±0,29 a	7,95±0,23 a
Intenção de compra	4,66±0,15 a	3,99±0,07 b	3,97±0,12 b

*médias ± desvio-padrão com letras diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); BC - biscoito controle; BPU - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

127. O biscoito controle foi o preferido entre os julgadores, seguido dos biscoitos experimentais (Tabela 17), refletindo a intenção de compra anteriormente demonstrada por estes.

Tabela 17: Ordenação da preferência dos julgadores (n = 120) pelos biscoitos elaborados com farinha de cladódios de palma

Amostras	Número de julgadores por ordem ¹			Soma das ordens ²
	1	2	3	
BC	14	29	77	303±0,00 a
BPU	21	41	58	277±0,00 b
BPS	23	44	53	270±0,00 b

¹1 = menos preferido, 3 = mais preferido; ²soma das ordens de cada amostra = (1 x nº de provadores) + (2 x nº de provadores) + (3 x nº

provadores); letras minúsculas sobrescritas indicam as diferenças significativas apresentadas entre os biscoitos ($p < 0,05$) pelo teste de Friedman; BC - biscoito controle; BPU - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma submetida ao pré-tratamento ultrassônico; BPS - biscoito formulado com farinha de cladódios de palma sem pré-tratamento com ultrassom.

128. Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

→ Referências

129. Azoubel, P. M.; Baima, M. A. M.; Amorim, M. R.; Oliveira, S. S. B. **Effect of ultrasound on banana cv Pacovan drying kinetics.** *Journal of Food Engineering*, 2010, 97:194-198.

130. Chaikhama, P.; Prangthip, P. **Alteration of antioxidative properties of longan flower-honey after high pressure, ultra-sonic and thermal processing.** *Food Bioscience*, 2015, 10:1-7.

131. Markowski, M.; Zielinska, M. **Air drying characteristics and moisture diffusivity of carrots.** *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 2010, 49(2):121-218.

132. Medeiros, R. A. B.; Barros, Z. M. P.; Carvalho, C. B. O.; Neta, E. G. F.; Maciel, M. I. S.; Azoubel, P. M. **Influence of dual-stage sugar substitution pretreatment on drying kinetics and quality parameters of mango.** *LWT - Food Science and Technology*, 2016, 67:167-173.

133. Nowacka, M.; Wiktor, A.; Śledź, M.; Jurek, N.; Witrowa-Rajchert, D. **Drying of ultrasound pretreated apple and its selected physical properties.** *Journal of Food Engineering*, 2012, 31:427-433.

134. Pineli, L. L. O.; Carvalho, M. V.; Aguiar, L. A.; Oliveira, G. T.; Celestino, S. M. C.; Botelho, R. B. A.; Chiarello, M. D. **Use of baru**

(Brazilian almond) waste from physical extraction of oil to produce flour and cookies. *LWT - Food Science and Technology*, 2015, 60(1):50-55.

135. Ramírez-Moreno, E.; Cordoba-Díaz, M.; Sanchez-Mata, M. C.; Marques, C. D.; Goñi, I. **The addition of cladodes (*Opuntia ficus indica* L. Miller) to instant maize flour improves physicochemical and nutritional properties of maize tortillas. *Food Science and Technology*, 2015, 62:675-681.**

136. Rodriguez, O.; Santacatalina, J. V.; Simal, S.; Garcia-Perez, J. V.; Femenia, A.; Rosselo, C. **Influence of power ultrasound application on drying kinetics of apple and its antioxidant and microstructural properties. *Journal of Food Engineering*, 2014, 129:21-29.**

137. Schössler, K.; Thomas, T.; Knorr, D. **Modification of cell structure and mass transfer in potato tissue by contact ultrasound. *Food Research International*, 2012, 49:425-431.**

138. Villamiel, M.; Gamboa-Santos, J.; Soria, A. C.; Montilla, A. **Quality parameters in convective dehydrated carrots blanched by ultrasound and convetional treatment. *Food Chemistry*, 2013, 141(1):616-624.**

139. Akhmazillah, M. F. N.; Farid, M. M.; Silva, F. V. M. **High pressure processing (HPP) of honey for the improvement of nutritional value. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2013, 20:59-63.**

140. Ayadi, M. A.; Abdelmaksoud, W.; Ennouri, M.; Attia, H. **Cladodes from *Opuntia ficus indica* as a source of dietary fiber: effect on dough characteristics and cake making. *Industrial Crops and Products*, 2009, 30:40-47.**

141. Awad, T. S.; Moharramb, H. A.; Shaltoutc, O. E.; Askerd, D.; Youssefd, M. M. **Applications of ultrasound in analysis, processing and**

quality control of food: a review. *Food Research International*, 2012, 48(2):410-427.

142. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12/11/2012, dispõe acerca do “Regulamento técnico sobre informação nutricional complementar”. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 12/11/2012.

143. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22/09/2005, dispõe acerca do “Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais”. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 23/09/2005.

144. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22/09/2005, aprova o “Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos”. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 23/09/2005.

145. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001, trata do “Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos”. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 10/01/2001.

146. Castillo, S. F.; Estrada, L.; Margalef, M. I.; Tóffoli, S. L. Obtaining nopal flour to elaborate alfajores high in fiber. *Diaeta*, 2013, 31(142):20-26.

147. Chaikhama, P.; Prangthip, P. Alteration of antioxidative properties of longan flower honey after high pressure, ultra-sonic and thermal processing. *Food Bioscience*, 2015, 10:1-7.

148. Cornejo-Villegas, M.; Acosta-Osorio, A.; Rojas-Molina, I.; Gutierrez Cortez, E.; Quiroga, M.; Gaytan, M.; *et al.* Study of the

physicochemical and pasting properties of instant corn flour added with calcium and fibers from nopal powder. *Journal of Food Engineering*, 2010, 96:401-409.

149. El-Mostafa, K.; El Kharrassi, Y.; Badreddine, A.; Andreoletti, P.; Vamecq, J.; El Kebbaj, M. S.; *et al.* Nopal cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a source of bioactive compounds for nutrition, health and disease. *Molecules*, 2014, 19:14879-14901.

150. El-Safy, F. S. Evaluation and utilization of cladodes flour in formulating functional sponge cake. *World Applied Sciences Journal*, 2013, 27(4):512-523.

151. Hoensch, H. P.; Oertel, R. The value of flavonoids for the human nutrition: short review and perspectives. *Clinical Nutrition Experimental*, 2015, 3:8-14.

152. Institute of Medicine. Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements. *National Academy Press*, Washington, DC, 2006.

153. Jaramillo-Flores, M. E.; González-Cruz, M.; Cornejo-Mazón, L. Effect of thermal treatment on the antioxidant activity and content of carotenoids and phenolic compounds of cactus pear cladodes (*Opuntia ficus-indica*). *Food Science and Technology International*, 2003, 9(4):271-278.

154. López, R. A.; Vaca, M. Drying of prickly pear cactus cladodes (*Opuntia ficus-indica*) in a forced tunnel. *Energy Conversion and Management Journal*, 2009, 50:2126-2132.

155. Medeiros, R. A. B.; Barros, Z. M. P.; Carvalho, C. B. O.; Neta, E. G. F.; Maciel, M. I. S.; Azoubel, P. M. Influence of dual-stage sugar substitution pretreatment on drying kinetics and quality parameters of mango. *LWT - Food Science and Technology*, 2016, 67:167-173.

156. Nowacka, M.; Wiktor, A.; Śledź, M.; Jurek, N.; Witrowa-Rajchert, D. Drying of ultrasound pretreated apple and its selected

physical properties. *Journal of Food Engineering*, 2012, 31:427-433.

157. Ramírez-Moreno, E.; Cordoba-Díaz, M.; Sanchez-Mata, M. C.; Marques, C. D.; Goñi, I. The addition of cladodes (*Opuntia ficus indica* L. Miller) to instant maize flour improves physicochemical and nutritional properties of maize tortillas. *Food Science and Technology*, 2015, 62:675-681.

158. Santos-Zea, L.; Gutiérrez-Urbe, J. A.; Serna-Saldívar, S. O. Comparative analyses of total phenols, antioxidant activity, and flavonol glycoside profile of cladode flours from different varieties of *Opuntia* spp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2011, 59(13):7054-7061.

159. Silva, J. F. M. Antiradical activity, nutritional potential and flavonoids of the cladodes of *Opuntia monacantha* (Cactaceae). *Food Chemistry*, 2010, 123:1127-1131.

160. Anese, M.; Mirolo, G.; Beraldo, P.; Lippe, G. Effect of ultrasound treatments of tomato pulp on microstructure and lycopene *in vitro* bioaccessibility. *Food Chemistry*, 2013, 136(2):458-463.

161. Gómez-López, V. M.; Orsolani, L.; Martínez-Yépez, A.; Tapia, M. S. Microbiological and sensory quality of sonicated calcium-added orange juice. *LWT - Food Science and Technology*, 2010, 43(5):808-813.

162. Pingret, D.; Fabiano-Tixier, A. S.; Chemat, F. Degradation during application of ultrasound in food processing: a review. *Food Control*, 2013, 31:593-606.

163. Tiwari, B. K.; O'Donnell, C. P.; Patras, A.; Cullen, P. J. Anthocyanin and ascorbic acid degradation in sonicated strawberry juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2008, 56(21):10071-10077.

164. Valdramidis, V. P.; Cullen, P. J.; Tiwari, B. K.; O'Donnell, C. P. Quantitative modelling approaches for ascorbic acid degradation

and non-enzymatic browning of orange juice during ultrasound processing. *Journal of Food Engineering*, 2010, 96(3):449-454.

REIVINDICAÇÕES

1) Processo para produção de farinha, caracterizado pela dita farinha ser de cladódio de palma, compreendendo as etapas de:

→ provisão de cladódios de palma cortados em escala de unidades a centenas de milímetros;

→ condicionamento dos cladódios de palma cortados em um meio, capaz de submeter estes cladódios num banho ultrassônico, em que o referido banho ocorre numa frequência de ultrassom de 24 a 26kHz, com uma intensidade de 4869 a 4871W/m², e uma temperatura de 29 a 31 °C, por um período de tempo de 29 a 31 minutos;

→ secagem do produto obtido na etapa anterior;

→ tritramento do produto seco obtido, até que este alcance tamanho suficiente para passar por uma peneira de 80 a 100 mesh;

→ provisão de uma farinha a partir dos cladódios de palma cortados e submetidos por uma etapa de pré-tratamento ultrassônico.

2) Processo, de acordo com a Reivindicação 1, caracterizado pelo meio, capaz de submeter cladódios de palma cortados em um banho ultrassônico, conter água destilada e cladódios cortados, em uma proporção de 1:4 (m/m).

3) Processo, de acordo com qualquer uma das Reivindicações de 1 a 2, caracterizado pelo acondicionamento dos cladódios cortados e água, a serem submetidos à etapa de pré-tratamento ultrassônico, ser realizado num recipiente de vidro.

4) Processo, de acordo com qualquer uma das Reivindicações de 1 a 3, caracterizado por compreender as etapas de:

(a) seleção, higienização e remoção dos acúleos dos cladódios de palma;

(b) corte, do produto obtido no final da etapa (a), compreendendo um processador de alimentos, para produzir cortes na escala de unidades a

centenas de milímetros;

(c) condicionamento, do produto obtido no final da etapa (b), num meio capaz de ser tratado com ultrassom, contendo água destilada, na proporção de cerca de 1:4 (m/m), de cladódios cortados e água;

(d) tratar o meio com um banho ultrassônico, com termostato, sem agitação mecânica, em que a frequência de ultrassom utilizada é de 24 a 26kHz, com uma intensidade de 4869 a 4871W/m², e uma temperatura de 29 a 31 °C, por um período de tempo de 29 a 31 minutos;

(e) secagem do produto obtido na etapa (d);

(f) trituração do produto obtido na etapa (e), até que este alcance tamanho suficiente para passar por uma peneira de 80 a 100 mesh;

(g) coleta do produto obtido na etapa (f), em que o dito produto é a farinha de cladódio de palma, submetida ao pré-tratamento ultrassônico, em que a secagem realizada na etapa (e) é efetuada por técnicas conhecidas na arte, por exemplo, condução, radiação e convecção, preferencialmente, é utilizada a secagem convectiva, com um secador de leito fixo, com uma secagem de ar constante, de 1 a 3m/s, e temperatura entre 44 a 46 °C.

5) Biscoito tipo *cookie* contendo farinha de cladódios de palma, conforme definido em qualquer uma das Reivindicações de 1 a 4, caracterizado por conter, em sua composição, uma mistura de farinha de cladódios de palma e farinha de trigo, em uma razão de 1:4 (m/m), em que a referida mistura de farinhas representa de 11 a 55%, em relação ao peso total do biscoito.

6) Biscoito tipo *cookie*, de acordo com a Reivindicação 5, caracterizado por compreender os seguintes componentes:

→ de 10,5 a 56,5%, em relação ao peso total do biscoito, da mistura de farinha de cladódios de palma e farinha de trigo;

→ de 13,5 a 15,5%, em relação ao peso total do biscoito, de óleo vege-

tal;

→ de 13,5 a 15,5%, em relação ao peso total do biscoito, de açúcar branco;

→ de 13,5 a 15,5%, em relação ao peso total do biscoito, de açúcar mascavo;

→ de 0,35 a 0,49%, em relação ao peso total do biscoito, de sal;

→ de 0,35 a 0,49%, em relação ao peso total do biscoito, de fermento;

→ de 0,23 a 0,33%, em relação ao peso total do biscoito, de ovos.

7) Uso da farinha de cladódios de palma, submetido ao pré-tratamento ultrassônico, conforme definida em qualquer uma das Reivindicações de 1 a 4, caracterizado por ser para a elaboração de produtos de panificação.

8) Uso, de acordo com a Reivindicação 7, caracterizado por ser para elaboração de biscoitos, pães e bolos.

9) Uso, de acordo com qualquer uma das Reivindicações de 7 a 8, caracterizado por ser para a elaboração de biscoitos.

FIGURAS

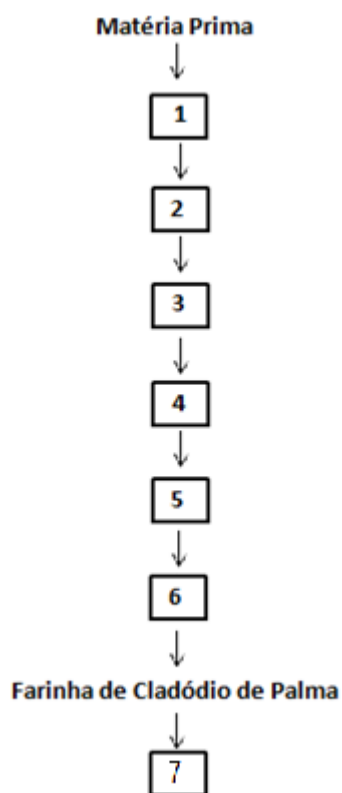


Figura 1



Figura 2

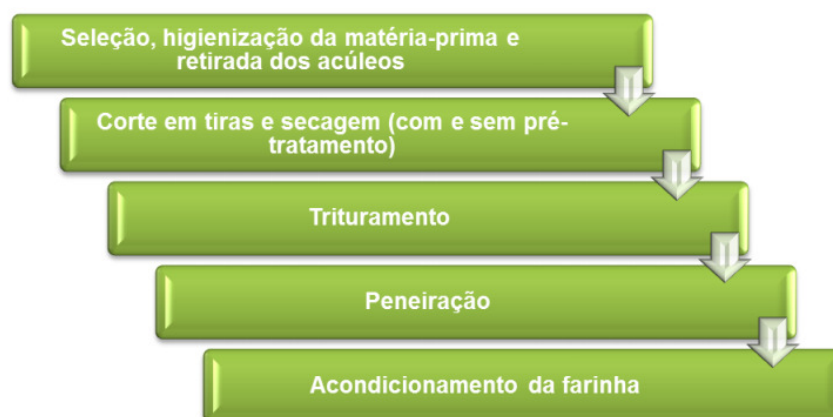


Figura 3



Figura 4

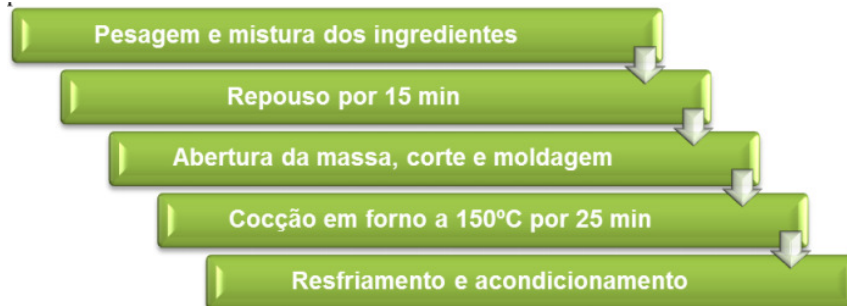


Figura 5

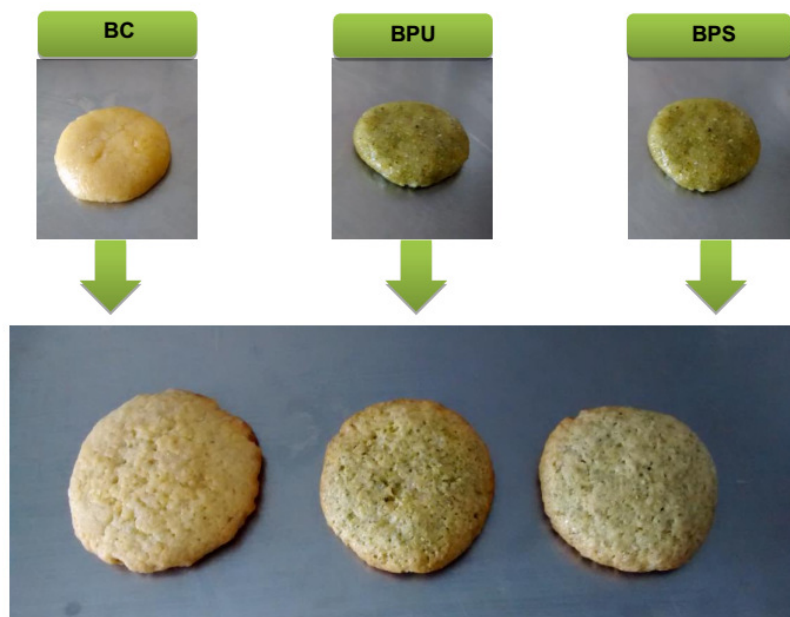


Figura 6

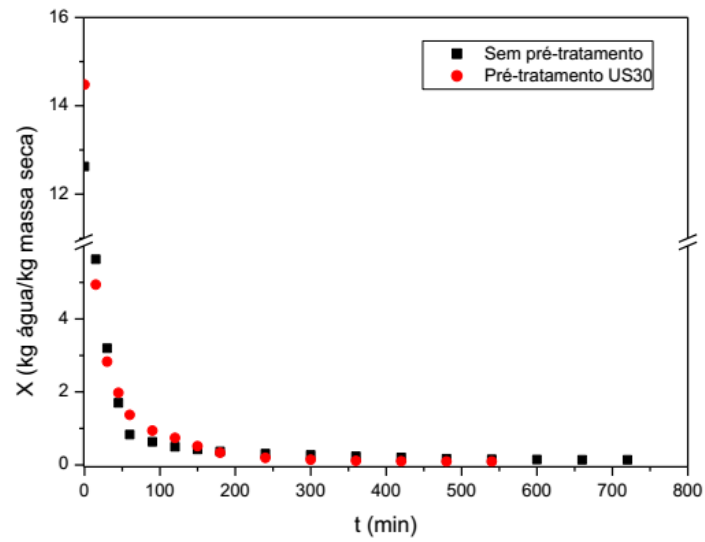


Figura 7

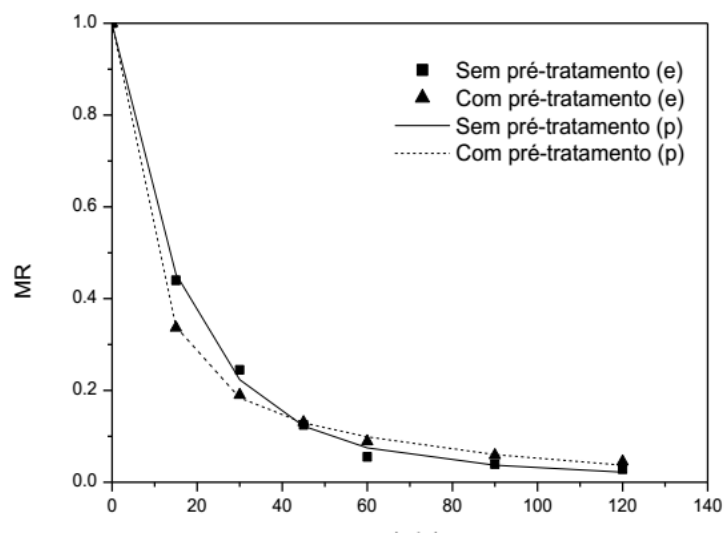


Figura 8

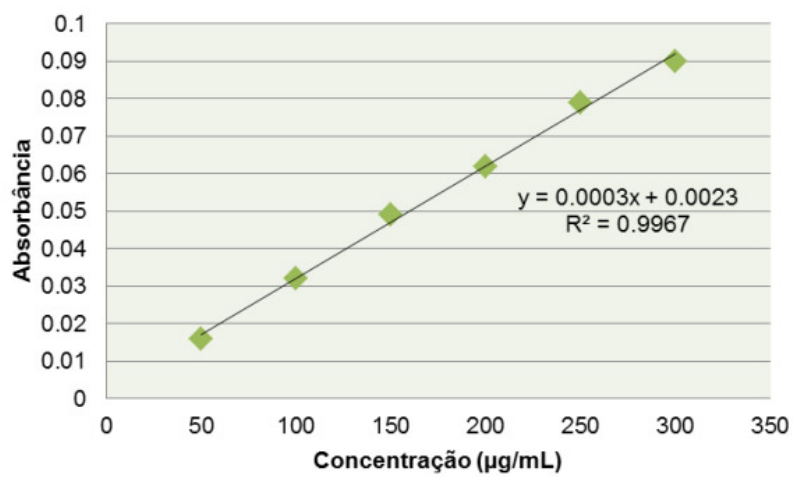


Figura 9

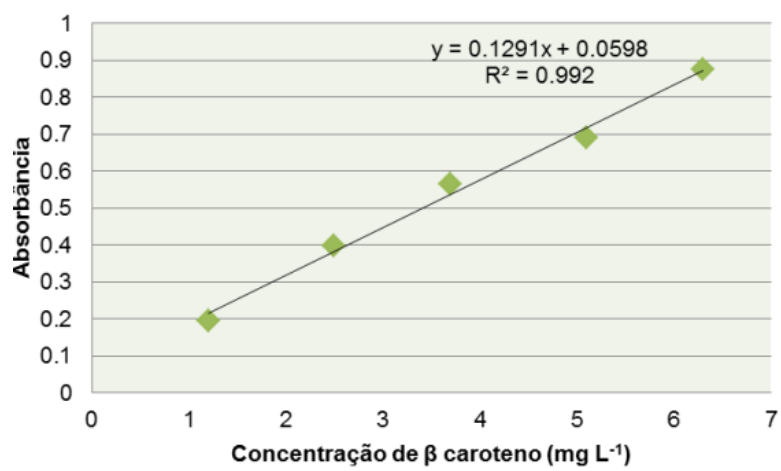


Figura 10

RESUMO**PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE FARINHA, BISCOITO TIPO *COOKIE* CONTENDO FARINHA DE CLADÓDIOS DE PALMA, E USO DA FARINHA DE CLADÓDIOS DE PALMA, SUBMETIDO AO PRÉ-TRATAMENTO ULTRASSÔNICO**

A presente invenção descreve sobre a elaboração de um biscoito contendo farinha de cladódios de palma, em que a farinha de cladódios de palma se destaca por ser submetida ao pré-tratamento ultrassônico, para a sua produção, o que resulta em um menor gasto energético durante a produção da farinha (por exemplo, menor tempo de secagem), e melhor qualidade nutricional. O pré-tratamento ultrassônico evita a degradação dos componentes presentes na matéria-prima; dessa forma, o biscoito contendo farinha de cladódios de palma, da presente invenção, se destaca por ser uma composição alimentícia mais saudável para o consumo humano, por conter mais compostos bioativos e maior valor nutricional. Adicionalmente, a presente invenção também descreve sobre um processo para a produção da farinha de cladódios de palma, e sobre a aplicação da mesma. A presente invenção se situa nos campos de produtos alimentícios.