

Cladódios de figueira-da-índia para a indústria alimentar

Os cladódios jovens da figueira-da-índia, dado o seu valor nutricional e funcional, podem ser utilizados para consumo humano, após processamento tecnológico, dando origem a produtos de elevado valor acrescentado.

M. Margarida Sapata, Armando Ferreira,
M. Manuela Oliveira . INIAV, I.P.



Em Portugal, a cultura da figueira-da-índia (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) tem vindo a ter cada vez mais importância devido à plantação de novos pomares. Trata-se de uma cultura antiga e nova ao mesmo tempo, com provas dadas, e cuja preocupação deverá centrar-se na esfera das empresas portuguesas, nomeadamente no domínio do contexto agrogeológico e socioeconómico português.

A cultura tem vindo a ter um grande impacte, apresentando-se como uma alternativa de grande versatilidade. Os frutos e os cladódios (caules carnudos em forma circular, elíptica, oboval ou rômbica) podem ser utilizados na alimentação humana, tanto em fresco, como após processamento tecnológico e industrialização, dando origem a produtos alternativos de elevado valor acrescentado e com tempo de vida útil alargado e que podem vir a ser um nicho de mercado economicamente viável e rentável.

A valorização tecnológica dos frutos é muito diversificada, como, por exemplo: minimamente processados; desidratados; sumos e concentrados; polpas; compotas e geleias; extração de óleo de sementes.

O processamento de cladódios jovens ou nopalitos e a sua utilização para consumo é uma realidade, fazendo parte de muitas culturas gastronómicas de países como o México, Sicília, Argélia, Chile, Norte de África, Brasil, Japão e Estados Unidos da América, onde são considerados alimentos nobres, servidos em restaurantes e hotéis de luxo, e

de outras na Europa e na Ásia, consumidos como alimentos exóticos.

Assim, e tendo conhecimento dos benefícios que trazem para a saúde, abordamos os processos tecnológicos que achamos de maior interesse para a diversificação e obtenção de produtos derivados e com maior tempo de conservação.

Valor nutricional e propriedades funcionais

Os cladódios jovens são compostos principalmente por água (91-92%), fibra dietética (3,5%), cinzas (1,3%), proteína (0,7-1%), lípidos (0,3%) e glúcidios (5,6%), valor calórico (ca. 41 kcal/100 g), sais minerais, nomeadamente Ca (200 mg/100 g), P (93-166 mg/100 g), Mg (52 mg/100 g), K (257 mg/100 g), Fe (2,8 mg/100 g) e Na (2 mg/100 g), vitamina C (ac. ascórbico 11 mg/100 g, baixo teor de carotenoides (30 µg/100 g) e 17 aminoácidos, dos quais oito essenciais, daí serem considerados um alimento funcional. Os hidrocoloides (mucilagem), presentes tanto nos cladódios como nos frutos (casca e polpa), em diferentes percentagens, podem ser integrados como ingredientes para o delineamento de novos alimentos.

A composição química e o valor nutricional, em fresco, dependem da variedade, da idade da planta, do estado de maturação e das

condições ambientais, podendo ser comparados ao da alface, alcachofra, acelga, berinjela, espinafre, de entre outros.

Devido ao seu valor nutricional e funcional, podem ser incluídos numa dieta de baixo teor calórico, visto existir uma relação direta entre o consumo de fontes naturais de fibra dietética, ou seja, fibras resistentes às enzimas digestivas, e a saúde, nomeadamente no controlo e/ou prevenção de algumas doenças, como colesterol, diabetes e obesidade.

Aproveitamento agroindustrial

Os cladódios, com o tempo, lenhificam e podem chegar a transformar-se em verdadeiros caules lenhosos, o que, para estes fins, não devem ser considerados. Para que possam ser utilizados na alimentação humana, os cladódios jovens devem ser colhidos entre 30 a 60 dias após o abrillamento, terem um peso entre 80 a 120 g e cerca de 15 a 20 cm de comprimento. Na prática, devem ter um tamanho semelhante à palma da mão de uma pessoa adulta, sem espinhos e facilmente quebráveis quando dobrados, e apresentarem-se frescos, túrgidos, tenros, finos e de cor verde brilhante.

Ao abordar-se o tema da industrialização, deve ter-se em conta a composição química



Figura 1 – Etapas de preparação para o processamento de cladódios jovens

e as características tecnológicas das diferentes partes da planta, que servem de base para uma correta aplicação dos processos de conservação.

A presença de polifenóis, se bem que sejam interessantes para a dieta alimentar como antioxidantes, causam escurecimento, o que gera problemas em alguns processos de conservação.

Por outro lado, há que ter também em consideração a acidez, que varia durante o dia, devido ao seu tipo particular de fotossíntese, que corresponde ao metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), onde a abertura noturna dos estomas permite a fixação de CO₂, minimizando as perdas de água durante o dia, o que conduz à sua acidificação gradual. Há que conjugar, para além do efeito da acidez, ainda o do pH e o do teor de sólidos solúveis totais (°Brix), que constituem os parâmetros mínimos de implementação do processo industrial.

Processo tecnológico e obtenção de produtos derivados

Logo após serem colhidos, os cladódios devem ser acondicionados, pois podem sofrer alterações devido à sua respiração e sofrerem golpes ou rompimentos causados pelos espinhos. Aconselha-se o transporte em caixas sem grande sobreposição, e mantendo o menor tempo de espera possível até ao seu processamento, para evitar perdas de qualidade.

As operações prévias ao processo tecnológico são de especial interesse, uma vez que, logo após a colheita, o estado da matéria-prima e a sua manipulação vai ter diretamente influência no produto final. As instalações e infraestruturas, os equipamentos e a qualidade da mão de obra são também pontos-chave.

Assim que chegam à unidade é efetuada uma seleção, sendo eliminados os cladódios danificados, fora de calibre ou defeituosos. Seguidamente, antes de qualquer processamento, torna-se indispensável a remoção dos gloquídeos (espinhos rudimentares),

normalmente executada de forma manual, com facas afiadas e por operadores treinados, operação que faz parte da limpeza. Após esta etapa, são aparados os bordos, mais grossos ou duros, retirada a superfície externa, através de corte raso no sentido longitudinal da folha. Caso seja necessário, são cortados em troços de diferentes formas, lavados com água clorada (80 ppm) que, para além de higienizar o produto, evita a oxidação dos tecidos e escurecimento, e escorridos, ficando preparados para alternativas de produtos (Fig. 1).

Através de processos de transformação industrial podem ser obtidos diversos produtos, acrescentando-lhes valor e um maior período de conservação. É o caso dos nopalitos minimamente processados, em salmoura, escabeche, marmelada e doces, sumos e néctares, barritas desidratadas, doces e confitados, mucilagem e em farinha para suplementos alimentares ou formulação de alimentos ricos em fibras e sobremesas (Fig. 2).

Minimamente processados

Os cladódios jovens podem ser consumidos em fresco. Dada a sua elevada perecibilidade (um dia à temperatura ambiente e cerca de seis dias a 5 °C), e para manter as condições de fresco, uma boa alternativa de con-

servação passa pela refrigeração combinada com embalagem em atmosfera modificada (MAP), onde se utilizam filmes de embalagem de permeabilidade seletiva ao O₂, CO₂ e vapor de água e aplicação ou não de misturas gasosas (atmosfera ativa ou passiva). Deste modo, se a permeabilidade do filme estiver adaptada à taxa de respiração do produto, será estabelecida uma atmosfera modificada de equilíbrio no interior da embalagem, o que permite aumentar consideravelmente o tempo de vida útil para cerca de 30 dias, sem significativas perdas de qualidade ou aumento da carga microbiana.

Apesar da conveniência deste método de conservação, o processamento pode causar danos físicos e provocar alterações, geralmente manifestas por escurecimento superficial, modificação da cor da superfície de verde brilhante para verde pardo e/ou exsudação de mucilagem. Contudo, se bem que mais oneroso que o produto a granel, estes nopalitos apresentam melhor forma de utilização e garantia de qualidade, desde que sejam devidamente acauteladas as condições de embalagem e a cadeia de frio. Nesta forma, podem ser consumidos como um vegetal verde, em saladas, molhos, sopas, guisados, ou utilizados, como ingrediente, numa diversidade de pratos, e também em "snacks" e/ou bebidas, etc.

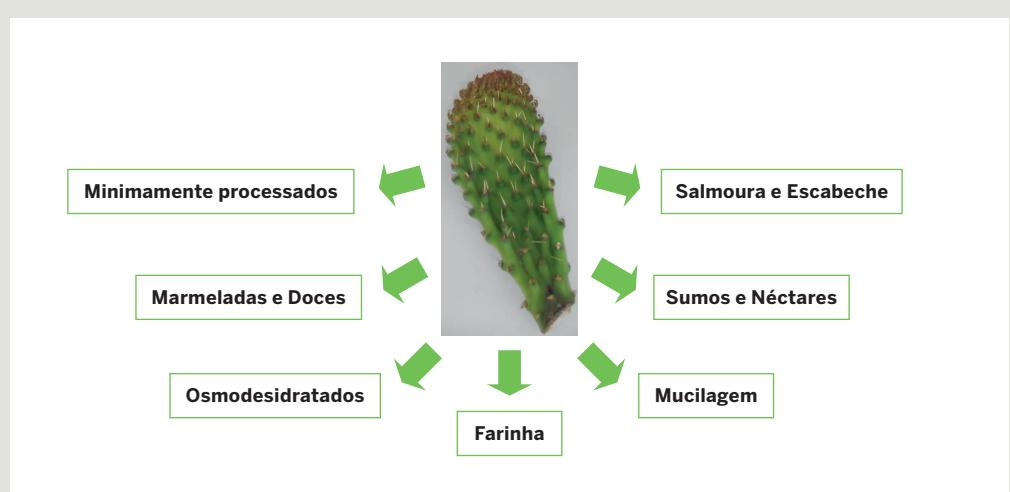


Figura 2 – Exemplos de alimentos à base de cladódios jovens



Figura 3 – Aspetos do processamento de marmelada de cladódios jovens

Marmeladas e doces

Para a elaboração de marmelada há que fazer um pré-tratamento aos cladódios jovens, para que a mucilagem não interfira negativamente no produto final. Para a eliminação da mucilagem e melhorar a textura, os cladódios são cortados em pequenos troços (1 cm^3), seguindo-se um pré-tratamento com uma solução de Ca(OH)_2 a 2%, durante 60 minutos, numa relação de 1,5:1 (solução:cladódios) com agitação, após o qual são lavados com água abundante, para eliminação da solução, seguido de uma cocção a 100°C durante 10 minutos, também numa relação de 1,5:1 (água:cladódios), para eliminação do amargo, e, por fim, uma moenda.

Tal como na produção de marmelada de figo-da-índia, existem numerosas formulações, no entanto a eleita passa por adicionar a cada quilograma de cladódios, 80% de açúcar, 7% de sumo e 6% de casca de limão, cortada em cubos do mesmo tamanho, e cerca de 2 a 3% de pectina dissolvida, como gelificante. A concentração é efetuada por cocção até ser obtido um produto com 65 a 67°Brix . A percentagem de açúcar pode ser reduzida, contudo deve ter-se em atenção que os cladódios não contribuem com sólidos solúveis totais ao produto, pelo que podem ser adicionados outros frutos que os tenham. Como alternativa, pode ser adicionada polpa de citrinos, que, em simultâneo, fornece a pectina e aumenta a baixa acidez natural desta matéria-prima, fator-chave para a conservação deste tipo de produto e também dissimular o seu sabor e aroma levemente herbáceo (Fig. 3). Depois de terminado este processo, o produto final é acondicionado em frascos de vidro.

Osmodesidratados

Para obtenção de produtos osmodesidratados, os cladódios, após sofrerem o pré-tratamento para eliminação da mucilagem, são cortados em pequenos troços (1 cm^3), ou em tiras de mais ou menos 1 cm de largura por 10 cm de comprimento, consoante a forma de apresentação pretendida. Seguidamente, são imersos numa solução ósmotica de sacarose (açúcar comercial) diluída em água potável, até ser atingida a concentração de 80 °Brix, numa relação de solução:cladódio de 1,5:1 (massa:massa), à temperatura de 80°C , com agitação, durante 30 minutos. Após esta etapa, são retirados, passados por água potável, para eliminação do excesso de solução, e secados à temperatura de 60°C cerca de 4 horas, ou até ser atingida a consistência adequada. O produto final conserva-se à temperatura ambiente, desde que devidamente embalado, para evitar recristalização, apresentando-se com possibilidade de implementação como "snack" (Fig. 4). Como opção, ao produto final pode ser adicionada uma cobertura de chocolate doce ou amargo, ficando de forma semelhante às frutas cobertas ou sob a forma de bombons recheados. Para este caso, pode ser aplicado chocolate para cobertura e cacau, à temperatura de cerca de 30°C , seguido de refrigeração a $10\text{-}12^\circ\text{C}$, para endurecimento, sendo o acondicionamento cuidado e controlado para evitar que o chocolate derreta (inferior a 25°C).

Sumo

O sumo é o extrato obtido da moagem e prensagem dos cladódios, depois de serem selecionados, retirados os espinhos, cortados em troços e escaldados a 95°C . O sumo, após a extração, é filtrado para separação dos sólidos em suspensão (Fig. 5). Ao sumo poderão ser adicionados açúcar ou aspartame, outros sumos ou aditivos, de acordo com as formulações pré-estabelecidas, mediante agitação. Dada a baixa acidez, aconselha-se a adição de ácido cítrico até pH 3,5. O sumo pode ser pasteurizado em recipientes de vidro ou tratado em pasteurizador de placas, antes do acondicionamento, desde que a operação de embalamento seja efetuada em condições assépticas, conservando-se à temperatura ambiente.

Em salmoura e em escabeche

Para ambos os produtos, existem passos comuns. Os cladódios ideais para a obtenção destes produtos devem ser de pequeno tamanho (6-8 cm), bastante tenros, apesar de os custos serem maiores e o rendimento menor. Caso sejam de maiores dimensões devem sofrer um corte, em cubos de 1 cm^3 ou em tiras de 1 x 10 cm.

Após a eliminação da mucilagem, sofrem um escaldão com água a 95°C durante 30 minutos, seguido de arrefecimento rápido com água, para evitar a alteração da cor característica, inactivar enzimas, destruir microorganismos, amaciar o produto e eliminar parte da mucilagem.

No caso do produto em salmoura, é possível adicionar ingredientes, como cebola,

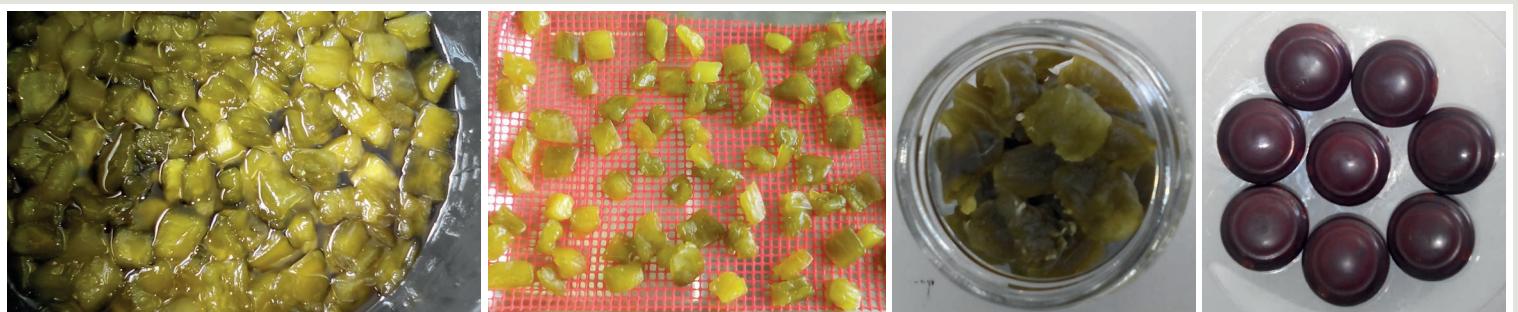


Figura 4 – Processamento ósmotico de cladódios jovens e produtos finais (osmossecado e com cobertura de chocolate)



Figura 5 – Sumo, salmoura e farinha de cladódios jovens

cenoura, louro, pimenta, etc., e o líquido de cobertura, salmoura (NaCl a 2%) a 90-95 °C, e, opcionalmente, algum conservante. Posteriormente, são colocados em recipientes, normalmente frascos de vidro, e esterilizados em autoclave durante 15 a 20 minutos a 100-120 °C, após o qual são arrefecidos a 30-40 °C e deixados a secar ao ar ambiente (Fig. 5).

Para ser apresentado em escabeche, torna-se necessário preparar uma mistura de vinagre a 1,8-2% de ácido acético, plantas aromáticas e azeite. Ao vinagre aquecido, são-lhe adicionadas especiarias, diretamente ou em saqueta de tela permeável, e deixado em ebulição para que seja aromatizado. À parte, é preparada uma mistura composta por azeite com cebola e cenoura, alhos descascados, folhas de louro, pimentão e coentros.

Por fim, estas duas misturas são adicionadas aos cladódios que se encontram acondicionados em recipientes (frasco de vidro), seguido de esterilização em autoclave durante 15-20 minutos a 100-120 °C, arrefecimento a cerca de 30-40 °C e secagem ao ar ambiente, tal como no processo de salmoura (Fig. 4). Estes produtos apresentam uma validade de cerca de um ano, à temperatura ambiente.

Farinha

Os cladódios utilizados para o processamento de farinha podem ser de diferentes idades, contudo irão influenciar algumas características físicas e químicas da farinha final. Tal como para os outros produtos derivados, no processamento para a obtenção de farinha, os cladódios sofrem o pré-tratamento já mencionado, após o qual são cortados em lâminas, colocados em tabuleiros e levados a um secador a 80 °C durante cerca de 2 horas, passando para 60-70 °C até atingirem uma humidade de 7-10%.

O produto desidratado é submetido a uma moenda até ser obtido um pó fino, cuja granulometria dependerá do fim a que se destina (Fig. 5).

A farinha deve ser acondicionada em embalagens impermeáveis ao vapor de água e ar-

mazenada em ambiente de baixa humidade relativa (60-65%) e isenta de insetos. Tem aplicações na indústria de panificação, nomeadamente no fabrico de bolachas, cremes, pudins e sobremesas, onde uma parte da farinha de trigo ou de milho é substituída por farinha de cladódios ou adicionada, sob a forma de “pellets”, em misturas de cereais extrusados, para pequeno-almoço.

Uma vez que esta farinha é muito rica em fibra dietética e outros compostos de elevado interesse nutricional e de baixo valor energético, é interessante para a dieta alimentar, uma vez que o consumo de fibras tipo solúvel melhora significativamente os processos digestivos. Contudo, as características de viscosidade que a farinha apresenta podem influenciar sensorialmente os produtos finais aos quais é adicionada, pelo que é aconselhado a sua incorporação em pequenas quantidades (ca. 7%).

Mucilagem

Dos cladódios pode ser extraída a mucilagem, um hidrato de carbono complexo, do qual fazem parte diferentes polissacáridos estruturais. Em geral, a mucilagem contém quantidades variáveis de L-arabinose, D-galactose, L-ramnose, D-xilose e ácido D-galacturónico, possuindo frações solúveis e insolúveis em água. A fração solúvel tem a capacidade de formar géis na presença de sais de cálcio e magnésio, apesar do rendimento ser baixo, cerca de 2%.

A extração da mucilagem é relativamente



Figura 6 – Mucilagem extraída de cladódios jovens antes e depois de centrifugada

fácil, podendo ser efetuada de diferentes processos. No protocolo de extração selecionado, os cladódios são descascados, cortados em cubos ou tiras, homogeneizados com água destilada, a uma temperatura de cerca de 80 °C, durante algumas horas, sendo depois a solução centrifugada (Fig. 6). O sobrenadante (mucilagem) tem a capacidade de reter grandes quantidades de água, o que lhe confere propriedades para aplicações na indústria de hidrocolóides, como gelificante.

Na indústria alimentar pode ser utilizada como agente espessante, para base de formulações de soluções de revestimentos comestíveis, uma vez que apresenta elevada seletividade ao O_2 , CO_2 e vapor de água, quando comparada com os revestimentos sintéticos. Por outro lado, como não interfere na qualidade físico-química e sensorial dos produtos, pode ser aplicada como filme edível a frutos perecíveis ou minimamente processados, para aumentar o período de conservação e manter alguns atributos de qualidade. Trata-se de um recurso natural, biodegradável e de baixo custo. ☐

Bibliografia

- Chiacchio, F.; Mesquita, A.; Santos, J. 2006. Palma forrageira: uma oportunidade ainda desperdiçada para o semiárido baiano. *Bahia Agric.* V.7 n.3 pp 39-49.
- Chiteva, R. & Wairagu, N. 2013. Chemical and nutritional content of *Opuntia ficus-indica* (L.). *African Journal of Biotechnology*, 12(21): 3309-3312.
- Hamdi, M. 2006. Nutritional and medical uses of prickly pear cladodes and fruits: processing technology experiences and constraints. *Handbook of Fruits and Fruits Processing. Part III*, 34, 651-664.
- Saenz, C.; Berger, H.; García, J.; Galletti, L.; Cortázar, V.; Higuera, I.; Mondragón, C.; Rodríguez-Félix, A.; Sepúlveda, E.; Varnero, M.T. 2006. Utilización agroindustrial del nopal. *Boletín de servicios agrícolas de la FAO*, 162. 165 p. ISBN 92-5-305518-9.
- Saenz, C. 2005. Tecnologías de transformación de tunas e nopales. In: Aprovechamiento integral de la tuna. pp. 73-80. *Cactusnet*. FAO International technical cooperation network on cactus.
- Saenz, C.; Sepúlveda, E.; Matsuhiro, B. 2004. *Opuntia spp* mucilage's: a functional component with industrial perspectives. *J. Arid Environments*, 57, 275-290.
- Saenz, C. 2000. Processing Technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia spp.*) cladodes. *J. of Arid Environments*, 46: 209-225. <http://www.idealibrary.com>.
- Sapata, M.M.; Ferreira, A.; Andrade, L. 2017. Figo-da-índia: Valorização tecnológica. *Vida Rural*, n.º 1828, pp.36-38.
- Sapata, M.M.; Ferreira, A.; Andrade, L. 2016. Valorização agroindustrial do figo-da-índia. In: A Cultura da Figueira-da-índia e a Valorização Agroindustrial do Fruto, Cap. 4 pp. 57-87, INIAV, I.P., Oeiras. ISBN: 978-972-579-042-7. 1.^a Edição.