

FILMES BIOPOLIMÉRICOS A PARTIR DA FARINHA DO SORGO

Palavras-Chave: SORGO, FILMES COMESTÍVEIS, KAFIRINAS

Autores(as):

LIVIA IMPERATO FIGUEIREDO, FEA - UNICAMP

MSc. MATHEUS DIAS DE CARVALHO (coorientador), FEA - UNICAMP

Prof^(a). Dr^(a). ANA CARLA KAWAZOE SATO (orientadora), FEA - UNICAMP

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é um cereal de origem africana muito versátil e de grande importância econômica. Dentre suas variedades, pode ser classificado em quatro grupos: granífero, sacarino, forrageiro e vassoura. O primeiro, caracterizado por seu porte pequeno e adequação à colheita mecânica, é o que possui maior relevância comercial, sendo o quinto cereal mais cultivado do mundo (RIBAS, 2003).

Apesar de amplamente produzido, não é frequentemente utilizado para alimentação humana na maioria dos países (KULAMARVA et al., 2003). Quando submetido à cocção, alguns de seus componentes químicos, como os polifenóis e lipídeos, são capazes de formar complexos com as kafirinas, proteínas do sorgo, tornando sua digestibilidade muito baixa e fazendo com que seu consumo para fins nutricionais não seja tão eficiente (DUODO et al., 2003).

Ainda assim, vários aspectos funcionais das kafirinas fazem com que ele tenha diversas aplicabilidades na indústria alimentícia. Fatores como solubilidade, viscosidade, estabilização de emulsões e capacidade de formar géis e espumas definem para quais fins as proteínas podem ser aproveitadas (DE MESA-STONESTREET et al., 2009).

Uma dessas finalidades é a formação de filmes comestíveis. Eles são caracterizados por finas películas transparentes constituídas por material comestível com características de revestimento e proteção, além de serem biodegradáveis (DA SILVA et al., 2005). Muitos polímeros, como proteínas e polissacarídeos, provenientes de substratos agrícolas, vêm sendo usados como matéria prima para sua produção (KROCHTA et al., 1997).

Existem muitos benefícios proporcionados pela utilização de filmes em alimentos. Além de possibilitar o controle da transferência de massa entre componentes do alimento e com o ambiente (HERNANDEZ-IZQUIERDO, 2008), eles oferecem maior segurança da integridade física, fatores que juntos aumentam a qualidade e a vida de prateleira do produto (SILVA et al., 2005).

Os cereais são compostos por grandes quantidades de amido e proteínas (LASZTITY, 2017). Sendo assim, sua composição favorece a formação de filmes. O uso do amido para essa finalidade se deve ao fato da amilose, um polímero de glicose que compõe sua estrutura, possuir propriedades físico-químicas que possibilitam a estruturação de géis e filmes (JACOBS et al., 2019). Nesse sentido, a farinha do sorgo surge como ótima fonte para produção de filmes. Suas frações de amido e proteínas propiciam a formação de filmes fortes e estáveis (TAYLOR et al., 2009).

Métodos de fracionamento a seco das frações amido e proteína não utilizam solventes, e tem como princípio a classificação por tamanho. Assim, são uma boa alternativa para preservar as características funcionais originais das macromoléculas (ASSATORY et al., 2019). Diante do exposto, este projeto busca analisar as propriedades dos filmes formados a partir da farinha do sorgo obtidas pelo método de fracionamento a seco.

METODOLOGIA

Inicialmente, a farinha do sorgo foi moída em blender (Marchesoni, Brasil) por 5 minutos e caracterizada por análise centesimal. Para o teor de umidade, as amostras foram pesadas e colocadas em estufa a 105 °C até atingirem peso constante. As cinzas foram obtidas através de incineração em mufla a 550°C. As fibras brutas foram analisadas pelo método AOAC 962.09. O teor de proteínas foi obtido pelo método de Kjeldahl usando o fator de conversão nitrogênio-proteína 6.25. Os lipídeos foram calculados pelo método de Bligh & Dyer (Bligh & Dyer, 1959). Por fim, os carboidratos foram estimados por diferença.

O fracionamento a seco foi feito utilizando o método de peneiragem, com auxílio de um granulômetro e peneiras de aberturas 250µm, 180µm e 62µm. Após a separação, as frações foram caracterizadas através de análises de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), quantificação de amido e proteínas pelos métodos AOAC 996.11 e Kjeldahl, respectivamente.

Posteriormente, os filmes foram formados pelo aquecimento de uma solução de água com 0,5%, 1% ou 2% (m/m) de sólidos (Tabela 1) por 30 minutos a 85 °C, utilizando diferentes frações obtidas por peneiragem. Após o aquecimento as soluções foram resfriadas até 37°C e foi adicionado 30% ou 60% de glicerol (Tabela 1) em relação aos sólidos, com agitação por 10 min a 500 rpm. As soluções foram despejadas em bandejas retangulares de silicone, medindo 24 x 25,5cm, e secas em estufa *overnight* à 35°C.

As propriedades mecânicas dos filmes foram analisadas através do TA.TX Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Surrey, UK). Como um bisturi, foram cortadas cinco fitas (1,5 cm de largura e 9 cm de comprimento) de cada filme. A espessura foi medida utilizando um micrômetro digital (Digimatic Micrometer Series 293 MDC-Lite, Mitutoyo Corporation, Japan) com precisão de 0,001 mm. As fitas foram colocadas entre as garras de tração e a separação inicial foi definida em 80 mm, e a velocidade de alongamento em 1 mm/s. A força de tração e a deformação na ruptura foram determinadas para cada fita.

Tabela 1. Condições de preparo dos filmes de farinha de sorgo.

Filme	Porcentagem de sólidos (m/m %)	Concentração de glicerol (m/m %)
1	0.5	30
2	0.5	60
3	1.0	30
4	1.0	60
5	2.0	30
6	2.0	60

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A farinha do sorgo utilizada possuía $12,88 \pm 0,06\%$ de umidade, $1,50 \pm 0,04\%$ de cinzas, $0,39 \pm 0,24\%$ de fibras, $10,57 \pm 0,21\%$ de proteínas, $3,79 \pm 0,20\%$ de lipídeos e $70,87 \pm 0,47\%$ de carboidratos. As análises de amido e proteína mostraram que a moagem e o processo de peneiragem não foi eficiente para concentrar tais componentes nas diferentes frações (Tabela 2). Isso ocorreu pois não foi possível separar os aglomerados de amido que envolvem a matriz proteica da farinha do sorgo, assim como mostra a Figura 1 obtida por MEV. Segundo MESA-STONESTREET (2010), os corpos proteicos têm diâmetros que variam de 0,4 a 2 μm , portanto não seria viável separá-los através da peneiragem.

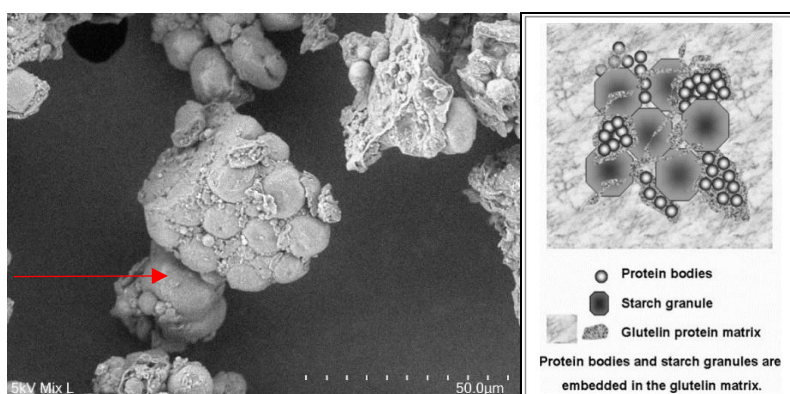


Figura 1. A- Imagem de Microscopia Eletrônica de Varredura. B- Estudo de Mesa-Stonestreet, 2010.

Tabela 2 - Teor e rendimento de proteína e amido das frações separadas de farinha de sorgo

Amostra	Tamanho	Proteínas (%)*	Amido (%)**
Fração 1	<62 μm	$10,03 \pm 0,69$	$71,26 \pm 0,00$
Fração 2	<180 μm	$10,30 \pm 0,62$	$69,81 \pm 0,00$
Fração 3	<250 μm	$13,10 \pm 0,43$	$67,29 \pm 0,00$

*A análise foi feita em triplicata e calculada média simples da porcentagem de proteínas em cada fração.

**Foi feita apenas uma replicata de cada amostra.

As diferentes frações foram utilizadas para formação de filmes, porém apenas a Fração 1 foi capaz de formar filmes, possivelmente devido ao menor conteúdo de fibras nessa fração. Após esse teste, 6 filmes foram formados utilizando a Fração 1, variando a concentração de glicerol e sólidos entre eles. A menor concentração de glicerol (30%) formou filmes muito finos que quebraram ao serem manuseados. Portanto, o ensaio de tração foi realizado apenas com os filmes contendo 60% de glicerol. O filme 2 (0,5% sólidos) apresentou tensão de ruptura de $0,111\pm 0,010$ kg/mm² e deformação de 22,93%. O filme 4 (1% sólidos) teve tensão de ruptura de $0,092\pm 0,006$ kg/mm² e deformação de 17,58%. Por fim, o filme 5 (2% sólidos) apresentou tensão de ruptura de $0,051\pm 0,004$ kg/mm² e deformação de 32,94%.

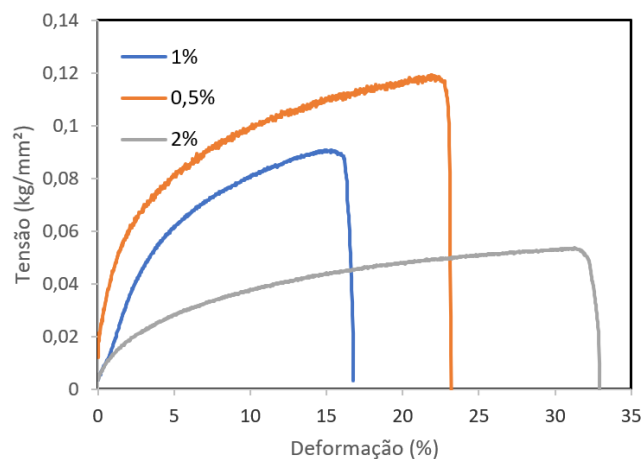


Figura 2. Ensaio de tração



Figura 3. Filmes 2, 4 e 6, da esquerda para a direita, respectivamente.

Como pode ser observado na Figura 3, todos os filmes ficaram íntegros, homogêneos e sem rachaduras. Porém, ao manusear, o filme 4 apresentou melhores resultados, por sua facilidade de remoção da bandeja e resistência. O filme 2 ficou fino e, apesar de elástico, pouco resistente. Por outro lado, o filme 6 ficou muito espesso e com alguns grânulos bem aparentes de farinha, apesar da maior elasticidade e resistência.

CONCLUSÕES

A peneiragem da farinha do sorgo, apesar de não ser eficiente para concentrar proteínas ou amido, se mostrou um bom método de separação para o objetivo de formar filmes comestíveis. A fração <62µm foi capaz de formar filmes homogêneos e resistentes, e a melhor condição de preparo desses filmes é adicionando 1% de sólidos e 60% de glicerol em relação aos sólidos, uma vez que o filme formado dessa maneira foi o mais fácil de manusear e apresentou boa elasticidade.

BIBLIOGRAFIA

- ASSATORY, Andrew et al. Dry fractionation methods for plant protein, starch and fiber enrichment: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 86, p. 340-351, 2019.
- BEAN, S. R. et al. Interaction between sorghum protein extraction and precipitation conditions on yield, purity, and composition of purified protein fractions. **Cereal chemistry**, v. 83, n. 1, p. 99-107, 2006.
- CHAKRAVARTULA, Swathi Sirisha Nallan et al. Influence of pitanga (*Eugenia uniflora* L.) leaf extract and/or natamycin on properties of cassava starch/chitosan active films. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 24, p. 100498, 2020.
- CHEN, Hongbo et al. Application of protein-based films and coatings for food packaging: A review. **Polymers**, v. 11, n. 12, p. 2039, 2019.
- DA SILVA, Laura S.; TAYLOR, John RN. Physical, mechanical, and barrier properties of kafirin films from red and white sorghum milling fractions. **Cereal Chemistry**, v. 82, n. 1, p. 9-14, 2005.
- DE MESA-STONESTREET, Normell Jhoe; ALAVI, Sajid; BEAN, Scott R. Sorghum proteins: the concentration, isolation, modification, and food applications of kafirins. **Journal of food science**, v. 75, n. 5, p. R90-R104, 2010.
- DUODU, K. G. et al. Factors affecting sorghum protein digestibility. **Journal of cereal science**, v. 38, n. 2, p. 117-131, 2003.
- HERNANDEZ-IZQUIERDO, V. M.; KROCHTA, J. M. Thermoplastic processing of proteins for film formation—a review. **Journal of food science**, v. 73, n. 2, p. R30-R39, 2008.
- JACOBS, Vanessa et al. Produção e caracterização de biofilmes de amido incorporados com polpa de acerola. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 21, n. 3, p. 107-119, 2020.
- KROCHTA, John M. et al. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food technology (USA)**, 1997.
- KULAMARVA, Arun G.; SOSLE, Venkatesh R.; RAGHAVAN, GS Vijaya. Nutritional and rheological properties of sorghum. **International Journal of Food Properties**, v. 12, n. 1, p. 55-69, 2009.
- LASZTITY, Radomir. **The chemistry of cereal proteins**. Routledge, 2017.
- MONDOR, Martin; IPPERSIEL, Denis; LAMARCHE, François. Electrodialysis in food processing. In: **Green technologies in food production and processing**. Boston, MA: Springer US, 2011. p. 295-326.
- NOR, Shahidah Md; DING, Phebe. Trends and advances in edible biopolymer coating for tropical fruit: A review. **Food Research International**, v. 134, p. 109208, 2020.
- RIBAS, Paulo Motta. **Sorgo: introdução e importância econômica**. 2003. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/486642>. Acesso em: 2 mai. 2023.
- TAYLOR, Janet et al. Preparation of free-standing films from kafirin protein microparticles: mechanism of formation and functional properties. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 57, n. 15, p. 6729-6735, 2009.