

## 13ª JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

---

# CIÊNCIA DE ALIMENTOS

---

---

### ESTUDO DE DIFERENTES EXTRATOS NA ELABORAÇÃO DE FILME BIODEGRADÁVEL A PARTIR DE FARINHA DE FRUTAS E HORTALIÇA

---

<sup>1</sup> BRUNO, Natália Vinhosa<sup>1</sup> (IC-UNIRIO); <sup>1</sup> GUSMÃO, Ana Elizabeth Cavalcante Fai Buarque de Gusmão (Pós-doc – Capes); <sup>1</sup> GONÇALVES, Édira Castello Branco de Andrade Gonçalves. (Orientador)

1 - Departamento de Tecnologia de Alimentos, Escola de Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Apoio Financeiro: UNIRIO, CAPES.

Palavras-chave: Fimes biodegradáveis, Resíduos agroindustriais, Extração alcalina.

---

#### INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de filmes biodegradáveis tem merecido atenção intensa dos pesquisadores devido ao crescente impacto ambiental causado por embalagens plásticas (PELIZER et al., 2000). Nesse contexto, os assim denominados plásticos ambientalmente degradáveis trazem em seu bojo uma opção adicional de gerenciamento de resíduos, tais como aqueles gerados na industrialização de produtos de horticultura. A degradabilidade desses materiais, após seu uso permite que eles permaneçam no ciclo natural do carbono (INNOCENTINI-MEI e MARIANI, 2005). Apesar de alguns pesquisadores terem relatado a utilização de frutas e hortaliças como matéria-prima para a elaboração de embalagens biodegradáveis (DU et al., 2011; MARTELLI et al., 2011) poucos trabalhos associam o uso de resíduos orgânicos como talos, cascas e sementes como fontes alternativas para este fim (BARBOSA et al., 2011; OOI et al., 2012; PARK & ZHAO, 2006).

#### OBJETIVO

Este estudo verificou o potencial de produção de filmes biodegradáveis à base de resíduo de frutas e hortaliças, pelo processo de casting, utilizando diferentes extratores.

#### METODOLOGIA

Fabricação da farinha de resíduos de frutas e hortaliças (FFH)

A FFH foi produzida segundo método estabelecido por Ferreira et al. 2013, utilizando: laranja seleta (*Citrus sinensis*), maracujá (*Passiflora edulis*) e melancia (*Citrullus lanatus*), abobrinha (*Cucurbita pepo*), alface (*Lactuca sativa*), cenoura (*Daucus carota*), espinafre (*Spinacea oleracea*), hortelã (*Mentha s.p.*), inhame (*Colocasia esculenta*), pepino (*Cucumis sativus*) e rúcula (*Eruca sativa*). Todas as amostras foram adquiridas em um supermercado no bairro de Botafogo, Rio de Janeiro, e transportadas ao laboratório para uso imediato.

Elaboração de filmes biodegradáveis

Os filmes biodegradáveis foram formulados de acordo com método adaptado de Andrade et al (2013). Foram utilizados como extratores água e soluções tampões com pH 7 e 9 (I), compostos de hidróxido de amônio e ácido metafosfórico, e pH 9 (II) composto de hidróxido de amônio e ácido ortofosfórico. Os filmes elaborados foram pré-acondicionados (57% UR, 25 °C) por 5 dias e foram então analisados.

Análises para avaliação dos filmes produzidos

Espessura: A espessura dos biofilmes foi determinada utilizando-se um micrômetro digital ( $\pm 0,001$  mm) (Mitutoyo, Suzano, Brazil), com sensor de medida de 6,4 mm de diâmetro, em três pontos diferentes, considerando-se a espessura do filme como a média entre as três leituras.

Propriedades mecânicas dos filmes: As propriedades mecânicas foram determinadas através de testes de tração (tensão na ruptura, alongação na ruptura e módulo Young) utilizando-se um texturômetro TMS/Pro (Food Technology Corporation, EUA) (ASTM, 1995). Os valores apresentados representam a média entre 7 e 10 aferições para cada amostra.

Tratamento estatístico: Os resultados obtidos foram analisados pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância utilizando-se o programa ASSISTAT versão 7.7 beta.

#### RESULTADOS

Os filmes obtidos apresentaram espessura homogênea com a superfície lisa sem rugosidades, cor amarelada e com boa manuseabilidade, apresentando espessura média variando de  $0,1530\text{mm} \pm 0,0350$  a  $0,2306 \pm 0,004$ , com diferença significativa entre si (Tabela 1), evidenciando que a extração de compostos capazes de formar filmes mais espessos está diretamente correlacionada com o extrator aplicado.

### 13ª JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

**Tabela 1** - Média de espessura dos distintos filmes obtidos a partir da extração de 8% da FFH.

Extrator	Espessura do filme formado (mm)
Água	0,1530 <sup>b</sup> ± 0,0350
Tampão pH 7,0	0,1960 <sup>ab</sup> ± 0,0017
Tampão pH 9, 0 (I)	0,2146 <sup>a</sup> ± 0,0015
Tampão pH 9, 0 (II)	0,2306 <sup>a</sup> ± 0,0040

Resultados expressos como média ± desvio padrão (n=3). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As médias de espessura evidenciadas neste estudo foram superiores às relatadas por Souza, Silva & Druzian (2012) em estudo comparativo de filmes de amido de mandioca contendo polpas de manga e de acerola, cujos filmes variaram 0,123 e 0,140, como também por Almeida et al. (2013) que observaram, médias de espessura entre 0,020 a 0,078 para filmes compostos por fécula de batata e celulose bacteriana. Neste estudo, observou-se que as extrações com soluções tampão geraram soluções filmogênicas visualmente mais viscosas; a espessura dos filmes extraídos com pH 9 foi estatisticamente maior quando comparada ao filme oriundo da extração aquosa. Com isto, e pelo fato do filme obtido com solução aquosa apresentar dificuldades em relação à sua manuseabilidade, decidiu-se não prosseguir os estudos das propriedades mecânicas com este. As respostas aos testes de propriedades mecânicas avaliadas neste estudo estão descritas na Tabela 2.

**Tabela 2** - Média das propriedades mecânicas dos distintos filmes obtidos a partir da extração de 8% da FFH.

Extrator	Tensão na ruptura (MPa)	Elongação na ruptura (E%)	Módulo de Young (MPa)
Tampão pH 7,0	0,1345 <sup>b</sup> ± 0,0011	17,4400 <sup>a</sup> ± 1,7440	0,0778 <sup>b</sup> ± 0,0033
Tampão pH 9, 0 (I)	0,0037 <sup>c</sup> ± 0,0006	10,7600 <sup>b</sup> ± 2,5187	0,02958 <sup>c</sup> ± 0,0055
Tampão pH 9, 0 (II)	0,2522 <sup>a</sup> ± 0,0126	13,0600 <sup>b</sup> ± 2,272	0,1822 <sup>a</sup> ± 0,0472

Resultados expressos como média ± desvio padrão (n=3). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Neste trabalho, observou-se que o filme oriundo da extração da FFH com solução tampão de pH 9 II apresentou tensão na ruptura de 0,2522 ± 0,0126 sendo maior ( $p < 0,05$ ) que a resistência dos demais filmes. Acredita-se que esta solução foi mais eficaz na extração de compostos presentes na FFH capazes de formar uma matriz polimérica mais coesa através de interações químicas mais fortes, resultando em um filme com melhor performance no teste de tensão à ruptura. Observa-se que este mesmo filme apresentou também o maior valor para o módulo de Young, diferindo estatisticamente dos demais filmes. Percebe-se através dos resultados obtidos, que a diminuição do pH favoreceu a elevação da elongação na ruptura dos filmes. Isto provavelmente se deve à capacidade do tampão pH 7, constituído de hidróxido de amônio e ácido metafosfórico, em reduzir as interações entre cadeias poliméricas, decrescendo a resistência do filme e aumentando a capacidade de elongação do mesmo. Em outras palavras, o tampão pH 7 aumentou a extensibilidade do filme produzido e reduziu a sua força mecânica. A Tabela 3 apresenta a comparação do filme obtido com tampão pH 9,0 II, considerado o mais resistente deste estudo, com filmes oriundos de produtos e subprodutos vegetais, relatados na literatura.

**Tabela 3** - Comparação das médias máximas de propriedades mecânicas de filmes elaborados a base de produtos e subprodutos vegetais.

Material do filme	Tensão na ruptura (MPa)	Elongação na ruptura (%)	Módulo de Young (MPa)	Referência
Resíduos vegetais de frutas e hortaliças sem aditivos.	0,25 ± 0,01	13,06 <sup>b</sup> ± 2,2	0,18 ± 0,04	Este estudo
Resíduos vegetais acrescido de farinha de batata	0,08 ± 0,02	34,49 ± 5,11	0,004 ± 0,0001	Andrade, 2013
Purê Banana adicionado de glicerol	3,20 ± 0,50	24,00 ± 3,0	21,00 ± 3,00	Martelli, Barros & Assis, 2014
Purê de maçã contendo óleos essenciais	0,64 ± 0,01	25,40 ± 2,10	5,06 ± 0,54	Rojas-Grau et al., 2006
Amido adicionado de acerola	3,97*	44,63*	-	Farias et al., 2012
Purê de manga com celulose	8,76 ± 0,11	43,30 ± 1,46	322,05 ± 19,43	Azeredo et al., 2009
Bagaço de cranberry, pectina e glicerol	8,10 ± 1,90	39,00 ± 3,2	-	Park & Zhao, 2006

\* Desvio padrão não informado pelos autores.

### 13ª JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Percebe-se que os filmes elaborados, a partir do resíduo de frutas e hortaliças, apresentados nesta pesquisa, apresentam um relevante potencial como matéria-prima para produção de filmes. A obtenção desses filmes biodegradáveis a partir de resíduos agroindustriais é considerada ainda uma excelente estratégia de agregar valor a estes subprodutos descartados em grande volume pela indústria de alimentos apresentando, dessa forma, benefício ambiental de duplo impacto.

Comparando os parâmetros de tração dos filmes apresentados na Tabela 3, percebe-se que os filmes produzidos neste estudo ainda são frágeis em relação às suas propriedades mecânicas. Contudo, ressalta-se que estes não são adicionados de aditivos que reforcem suas propriedades de tração, ao contrário da maior parte dos demais.

#### CONCLUSÃO

A farinha de frutas e hortaliças avaliada neste estudo demonstrou um potencial interessante de utilização como um material multicomposto alternativo para produzir filmes biodegradáveis. Foi observado que a extração da FFH com tampão pH 9, composto de hidróxido de amônio e ácido ortofosfórico, atribui ao filme maior espessura e melhores características mecânicas relacionadas à tensão na ruptura e elasticidade, diferindo estatisticamente dos demais filmes produzidos. O filme derivado da extração com tampão pH 7,0 apresentou maior valor para a propriedade de alongação na ruptura. Assim, este estudo segue em andamento visando melhorar as propriedades mecânicas dos filmes.

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D.M.; WOJCIECHOWSKI, A.L.; WOSIACKI, G.; PRESTES, R.A.; PINHEIRO, L.A. Propriedades Físicas, Químicas e de Barreira em Filme Formados por Blenda de Celulose Bacteriana e Fécula de Batata. *Polímeros*, v.23, n.4, p. 538-546, 2013.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting (D 882-95). In: *Annual Book of ASTM Standards*. Philadelphia, PA, 1995.
- ANDRADE, R.M.S. (2013). Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis à base de resíduos de frutas e hortaliças. 2013. 70p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.
- AZEREDO, H. M. C.; MATTOSO, L. H. C.; WOOD, D.; WILLIAMS, T. G.; AVENABUSTILLOS, R. J.; MCHUGH, T. H. Nanocomposite edible films from mango puree reinforced with cellulose nanofibers. *Journal of Food Science*, v. 74, n. 5, p. 31-35, 2009.
- AZEREDO, H. M. C.; MIRANDA, K. W. E.; ROSA, M. F.; NASCIMENTO, D. M.; MORA, M. R. Edible films from alginate-acerola puree reinforced with cellulose whiskers. *LWT- Food Science and Technology*, v.46, p.294-297, 2012.
- BARBOSA, H. R.; ASCHERI, R. P. R.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Permeabilidade, estabilidade e funcionalidade de filmes biodegradáveis de amido de caroço de jaca (*Artocarpus heterophyllus*). *Revista Agrotecnologia*, v.2, p.73-88, 2011.
- DU, W.-X., OLSEN, C. W., AVENA-BUSTILLOS, R. J., FRIEDMAN, M.; MCHUGH, T. H. Physical and antibacterial properties of edible films formulated with apple skin polyphenols. *Journal of Food Science*, v. 76, n. 2, p. 149-155, 2011.
- FARIAS, M.G.; FAKHOURI, F.M.; CARVALHO, C.W.P.; ASCHERI, J.L.R. Caracterização físico-química de filmes comestíveis de amido adicionado de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). *Química Nova*, v. 35, n.3, p. 546-552, 2012.
- FERREIRA, M S. L.; SANTOS, M C. P; MORO, T.M. A.; BASTO, G J.; ANDRADE, R M. S.; GONÇALVES, E C. B. A. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology*, DOI: 10.1007/s13197-013-1061-4, 2013.
- INNOCENTINI-MEI, L.H.; MARIANI, P.D.S.C. Visão geral sobre polímeros ou plásticos ambientalmente degradáveis PADs. Campinas: Editora Unicamp, 2005.
- MARTELLI, M.R.; BARROS, T.T.; ASSIS, O.B.G. Filmes de polpa de banana produzidos por batelada: propriedades mecânicas e coloração. *Polímeros*, v. 24, n. 1, p. 137-142, 2014.
- MARTELLI, M.; MOURA, M. R.; BARROS, T. T.; ASSIS, O.B.G. Edible films based on over-ripe bananas, pectin and chitosan nanoparticles. In: X Brazilian MRS Meeting, 2011, Gramado. X Brazilian MRS Meeting, 2011.
- OOI, Z.X.; ISMAIL, H.; BAKAR, A.A.; AZIZ, N. A. A. Properties of the Crosslinked Plasticized Biodegradable Poly(vinyl alcohol)/Rambutan Skin Waste Flour Blends. *Journal of Applied Polymer Science*, v. 125, p.1127–1135, 2012.
- PARK, S.; ZHAO, Y. Development and characterization of edible films from cranberry pomace extracts. *Journal of Food Science*, v.71, p. 95-101, 2006.
- PELIZER, L.H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. O. Utilização de Resíduos Agroindustriais em Processos Biotecnológicos como Perspectiva de Redução do Impacto Ambiental. *Journal of Technology Management & Innovation*, v.2 p. 118-127, 2007.
- ROJAS-GRAU, M. A.; AVENA-BUSTILLOS, R.J.; FRIEDMAN, M.; HENIKA, P. R.; MARTIN-BELLOSO, O. MCHUGH, T.H. Mechanical, barrier, and antimicrobial properties of apple puree edible films containing plant essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 54, n.24, p. 9262-9267, 2006.
- SOUZA, C.O.; SILVA, L.T.; DRUZIAN, J.I. Estudo comparativo da caracterização de filmes biodegradáveis de amido de mandioca contendo polpas de manga e de acerola. *Química Nova*, v. 35, n. 2, p. 262-267, 2012.