**DESENVOLVIMENTO DE FILME BIODEGRADÁVEL COM FARINHA E CASCA DE ARROZ VIA TÉCNICA *TAPE-CASTING***

Talita Duarte BETTI1 , Maurício de Almeida SCHMITT2

1. Aluna de Gradução em Engenharia Química Universidade Luterana do Brasil – ULBRA Campus Canoas/RS;

2. Prof. Me Químico e Engenheiro Químico, Professor adjunto das Engenharias Universidade Luterana do Brasil – ULBRA Campus Canoas/RS.

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC

8 a 11 de agosto de 2023

**RESUMO:** O impacto ambiental ocasionado pelo acúmulo de materiais plásticos, têm gerado grande procura por materiais alternativos com cunho ecológico. O mercado dos polímeros biodegradáveis se encontra em ascensão pelo seu potencial ecológico, sendo uma ótima alternativa para a redução do consumo de fontes fósseis e a produção de materiais que se degradam mais rapidamente. Este trabalho propõe um filme biodegradável utilizando farinha e a casca de arroz como matérias-primas e glicerol como plastificante. Foram obtidos três filmes, dois somente com farinha de arroz e outro com a incorporação da casca de arroz, todos utilizando o glicerol através da técnica *tape-casting*. Os filmes foram ensaiados para resistência à tração, sendo observado deformação plástica e elástica dos corpos-de-prova das amostras produzidas. Um dos filmes produzido somente com farinha de arroz e o filme incorporado com casca obtiveram resultados semelhantes, apresentando maior resistência a tensão, porém menor alongamento. Já a outra amostra do filme somente com a farinha apresentou um alongamento maior e uma resistência a tensão menor, comparada as outras amostras. Por fim, embora os resultados quanto as propriedades de tração não foram totalmente satisfatórias, é possível destacar que os filmes produzidos com essas matérias-primas são promissores e apresentam possibilidades de serem desenvolvidos, no entanto, ainda são necessárias algumas mudanças no processo de desenvolvimento e um melhor tratamento dado a casca de arroz antes da sua incorporação.

**PALAVRAS-CHAVE:** filme biodegradável, farinha de arroz, *tape-casting*.

**ABSTRACT:** The environmental impact caused by the accumulation of plastic materials has generated a great demand for alternative materials with an ecological nature. The market for biodegradable polymers is on the rise due to its ecological potential, being a great alternative for reducing the consumption of fossil sources and producing materials that degrade more quickly. This work proposes a biodegradable film using flour and rice husk as raw materials and glycerol as plasticizer. Three films were obtained, two with rice flour only and another with the incorporation of rice husks, all using glycerol through the tape-casting technique. The films were tested for tensile strength, with plastic and elastic deformation being observed in the specimens of the samples produced. One of the films produced only with rice flour and the film incorporated with bark obtained similar results, showing greater resistance to tension, but less elongation. The other sample of the film only with flour showed greater elongation and lower tensile strength compared to the other samples. Finally, although the results regarding tensile properties were not entirely satisfactory, it is possible to highlight that the films produced with these raw materials are promising and present possibilities of being developed, however, some changes are still necessary in the development process and a better treatment given to the rice husk before its incorporation.

**KEYWORKS:** biodegradable film, rice flour, tape-casting.

**INTRODUÇÃO**

Os plásticos biodegradáveis, diferentemente dos plásticos de origem fóssil, se degradam mais rapidamente no meio ambiente por meio de microrganismos que se alimentam de matéria orgânica de origem natural presente nesses plásticos (FRANCHETTI e MARCONATO, 2006), reduzindo assim a contaminação do meio ambiente e mortes de animais (WWF, 2019).

Os plásticos biodegradáveis têm origem a partir de polímeros naturais, entre os mais comuns, na forma de amido e celulose (KOLYBABA et al*.*, 2003). Uma grande fonte de amido são os produtos provenientes da agricultura, dentre eles, o milho, a batata, o trigo, a mandioca e o arroz (REVISTA ADITIVOS & INGREDIENTES, 2001).

O arroz, um cereal bastante consumido no mundo é uma grande fonte de nutrientes, devido principalmente a grande quantidade de amido presente no grão (LOPES e LOPES, 2008). O arroz é o terceiro cereal mais produzido no mundo, ficando atrás apenas do milho e trigo (FAO, 2020a), além disso, o arroz tem um grande destaque na produção brasileira, especialmente na região sul, detentora de 80% da produção do país (MAGALHAES JUNIOR et al, 2004; CONAB, 2019).

Este trabalho se justifica pelo fato de os resíduos agroindustriais surgirem como grandes potenciais para a produção de plástico biodegradável, pois apresentam grande quantidade de amido e fibras na estrutura, além disso, também é um destino ecologicamente correto para esses resíduos. Logo, o presente estudo visa avaliar as possibilidades do desenvolvimento de filmes biodegradáveis a partir de subprodutos do processo de beneficiamento do arroz que apresentam baixo valor comercial e com grandes quantidades disponibilizadas anualmente, como é o caso da farinha e a casca de arroz.

**MATERIAL E MÉTODOS**

Inicialmente foi necessário realizar o preparo da casca de arroz para posteriormente ser incorporada na suspensão de farinha. As cascas foram moídas no moinho de facas rotativas. Após as cascas serem moídas, elas foram levadas ao peneirador vibratório a seco a fim de realizar a sua distribuição granulométrica. O peneirador foi programado sob agitação de 7 Hz e temporizador de 15 minutos, além disso, as peneiras foram dispostas em ordem crescente de *mesh*, sendo respectivamente com a tampa, 20, 30, 100, 140 e prato coletor.

O método aplicado para a preparação da casca de arroz foi baseado na dissertação e tese de ROSA (2007, 2012) e no trabalho de conclusão de curso de CERVEIRA (2018), com algumas modificações.

O dispositivo do *tape-casting* foi desenvolvido no Laboratório da Universidade Luterana do Brasil e é de autoria do autor deste trabalho. Ele foi produzido de acordo com dispositivos já desenvolvidos em outros trabalhos. O modelo do equipamento desenvolvido pode ser visualizado na figura 1.

Porta de vidro

Descrição gerada automaticamente com confiança baixa

**Figura 1** - Placa de vidro com níveis de 4 mm e com o filme de poliéster.

Para o ensaio mecânico de tração, os filmes foram cortados em corpos-de-prova com 25 x 100 mm de dimensão. A resistência à tração foi medida na direção paralela ao espalhamento da suspensão filmogênica. A tensão na ruptura, o alongamento na ruptura e o módulo de Young dos corpos-de-prova foram determinados com base no método ASTM D882-00 (ASTM, 2001) retirado de MORAES (2013), com distância inicial das garras de 100 mm e velocidade de tração de 0,8 mm.s-1.

Os ensaios realizados nos filmes foram espessuras determinadas com o auxílio de um micrômetro, com leituras aleatórias ao longo de cada amostra e o ensaio mecânico de tração, sendo os filmes cortados em corpos-de-prova com 25 x 100 mm de dimensão, a tensão na ruptura, o alongamento na ruptura e o módulo de Young dos corpos-de-prova foram determinados com base no método ASTM D882-00 (ASTM, 2001).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As formulações utilizadas para a preparação das duas amostras de solução filmogênica estão dispostas na tabela 1.

**Tabela 1** - Formulações para cada solução filmogênica.

|  |  |
| --- | --- |
| **Amostra** | **Composição** |
| A1 | F+G+H+A |
| A2 | F+C+G+H+A |

F: Farinha de Arroz; C: Casca de Arroz; G: Glicerol; H: Hidróxido de Sódio (NaOH); A: Água Destilada.

Os filmes de farinha de arroz obtidos pela técnica *tape-casting* foram transparentes, homogêneos e brilhantes, conforme apresentado na figura 1.

**Uma imagem contendo no interior, mesa, cama, segurando

Descrição gerada automaticamente**

**Figura 1** - Filme biodegradável de farinha de arroz.

O filme de farinha de arroz foi desenvolvido considerando proporção final de 100 g, sendo 5 % de farinha de arroz, 1,5 % de glicerol e o restante distribuído em NaOH suficiente para deixar pH igual a 10 e água destilada.

Em relação ao filme incorporado com a casca de arroz, também se manteve a proporção de 100 g final de solução. No entanto, adicionado 1 % de casca de arroz, sendo usada a casca retida da peneira de *mesh* 100*,* e mantendo a quantidade dos demais componentes da solução, com exceção água destilada, que teve menor quantidade para fechar a proporção final de 100 g.

Os valores da espessura do filme de farinha de arroz e do filme com a incorporação da casca de arroz estão descritos na tabela 4. A espessura do filme contendo casca de arroz foi de 0,258 ± 0,011 mm e a do filme somente com farinha variou de 0,207-0,216 ± 0,011 mm. Foram medidos 10 pontos aleatórios ao longo do filme para encontrar um valor médio. A espessura do filme com a casca de arroz é maior com relação ao filme somente com a farinha, devido às partículas da casca que se encontram incorporadas no filme.

Os resultados de tensão, alongamento na ruptura e módulo de Young do filme A1 e do filme A2 estão apresentados na tabela 2. Foi utilizada o método da ASTM D-882-00 (2001) para a realização do ensaio, com distância inicial das garras de 100 mm e velocidade de tração de 0,8 mm.s-1.

**Tabela 2** - Resultados obtidos no ensaio de tração.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Formulação** | **Tensão de Ruptura (MPa)** | **Alongamento (%)** | **Módulo Young (MPa)** |
| A11 | 8,90 | 15,67 | 197,30 |
| A12 | 3,67 | 31,00 | 75,67 |
| A2 | 7,28 | 4,53 | 266,50 |

**CONCLUSÕES**

Foram desenvolvidos três filmes por meio da técnica *tape-casting*, dois deles somente com farinha de arroz para atuar como controle, especificados como A11 e A12 e um com a incorporação de 1 % de casca de arroz, especificado como A2. Por fim, foram obtidos 3 corpos-de-prova para amostra A11 e 3 corpos-de-prova para a amostra A12, já para a amostra A2 foram obtidos 5 corpos-de-prova.

Quanto a caracterização do filme, primeiramente foi analisada a sua espessura e de modo geral, todos os filmes atenderam a espessura desejada, pré-estabelecida entre 0,10 e 0,26 mm. Foi constatado que o filme com farinha apresentou uma menor espessura do que o filme que havia incorporação da casca.

Sobre a resistência à tração os filmes com e sem adição da casca de arroz são promissores, no entanto, precisa haver alterações tanto nos equipamentos utilizados para que ocorra uma melhor gelatinização do amido, quanto do tratamento prévio da casca de arroz para assim garantir que haja uma melhora na sua incorporação no filme e assim ocorra uma melhora nos resultados apresentados. Os desenvolvidos somente com farinha de arroz, mostraram que a falta de uma total gelatinização do amido e por consequência uma heterogeneidade de partículas no filme, interfere diretamente nas propriedades de resistência, os corpos-de-prova com melhores resultados foram àqueles que visualmente apresentavam aspecto mais flexível, mas ainda sim com resistência. Àqueles mais rígidos visualmente, de fato se portaram com maior rigidez no ensaio, porém com pouca deformação ao alongamento, por falta dessa flexibilidade.

A incorporação da casca de arroz, também mostrou que a falta de homogeneização de fato prejudica a deformação elástica do filme. No entanto, a casca tornou o filme mais resistente à tensão, apresentando uma deformação plástica boa. Com isso, um tratamento prévio distinto para a casca de arroz, fazendo com que ela incorpore melhor no filme, poderá melhorar consideravelmente suas propriedades.

**REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (ABIPLAST). **Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico – Perfil 2018**. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/10/perfil2018-web_VC.pdf>>.

CERVEIRA, V. **Utilização de casca de arroz como carga de reforço na preparação de compósitos com o polímero abs e avaliação de suas propriedades**. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira - Grãos**. Brasília, v. 7, n. 3, p. 1-28, ISSN 2318-6852, 2019.

CORREA, E. K.; CORREA, L. B. **Inovação tecnológica na gestão dos subprodutos, resíduos sólidos, efluentes e emissões da indústria de beneficiamento de arroz na perspectiva de melhorar o desempenho ambiental e a competitividade: Estudo de caso em uma indústria de Pelotas-RS.** 2016, 27 f, Pesquisa – Núcleo de educação, pesquisa e extensão em resíduos e sustentabilidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

CRAWFORD, R. J. (1987). Plastics engineering. 2nd Edition. Belfast: Pergamon Press.

DIAS, A. B. **Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos de amido e de farinha de arroz**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. Polímeros biodegradáveis – uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 811-816, 2006.

KIRWAN, Mark; STRAWBRIDGE, John. *Plastics in food packaging*. In: COLES, Richard; MCDOWELL, Derek; KIRWAN, Mark (Org.). ***Food packaging technology.*** 1 ed. Blackwell Publishing, 2003. 346 p. ISBN 9780849397882.

KOLYBABA, M.; TABIL, L. G.; PANIGRANI, S.; CRERAR, W. J.; POWELL, T.; WANG, B. *Biodegradable Polymers: Past, Present, and Future.* ***ASAE Annual Intersectional Meeting***, North Dakota, Paper Number RRV03-0007, 2003.

LOPES, A. de M.; LOPES, M. F. de L. **Aspectos qualitativos e nutricionais do arroz**. 2008, 16 f, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Amazonas, 2008. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/573579/aspectos-qualitativos-e-nutricionais-do-arroz>>.

LORENZET, D. B.; NEUHAU, M.; SCHWAB, N. T. Gestão de resíduos e a indústria de beneficiamento de arroz. **Revista Gestão Industrial,** v. 8, n. 1, p. 219-232, D.O.I.:10.3895/S1808-04482012000100011, 2012.

MAGALHAES JUNIOR, A. M.; GOMES, A. S.; SANTOS, A. B. **Sistema de Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 270 p. ISSN 1676-7683.

MORAES, J. O. **Produção e caracterização de filmes de amido-glicerol-fibras de celulose elaborados por tape-casting.** Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.

*PLASTICS EUROPE.* ***What are plastics***. Disponível em: <https://www.plasticseurope.org/en/about-plastics/what-are-plastics >.

REVISTA ADITIVOS & INGREDIENTES. **Amidos: Fontes, estruturas e propriedades funcionais.** 2001, 11 f. Disponível em: <<https://www.academia.edu/6119233/amidos_AMIDOS_ADITIVOS_and_INGREDIENTES_FONTES_ESTRUTURAS_E_PROPRIEDADES>>.

RODRIGUES, H. C. S. **Filme biodegradável funcional de farinha de arroz com polpa de guabiroba**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos (PPGEAL) do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

ROSA, S. M. L.; SANTOS, E. F.; FERREIRA, C. A.; NACHTIGALL, S. M. B. *Studies on the Properties of Rice-Husk-Filled-PP Composites – Effect of Maleated PP.* ***Materials Research****,* v. 12, n. 3, p. 333-338, 2009.

ROSA, S. M. L. **Estudo das propriedades de Compósitos de Polipropileno com Casca de Arroz.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

\_\_\_\_\_\_. **Isolamento de nanocristais de celulose de resíduos agrícolas e emprego em nanocompósitos de polipropileno**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

SCHEIBE, A. S. **Produção e caracterização de embalagem biodegradável de amido de mandioca e fibras usando a técnica de tape-casting.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.

STEUDNER, S. H.; WIEBECK, H.; CLEMESHA, M. D. R. **Aproveitamento de resíduos da rizicultura (casca do arroz) em compósitos a base de polipropileno**. 2004, 11 f, Congresso brasileiro de ciência e tecnologia em resíduos e desenvolvimento sustentável, Florianópolis, 2004.

*UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP).* ***The state of plastics: World environment day outlook 2018*.** Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/resources/report/state-plastics-world-environment-day-outlook-2018>>.

VELASCO, R.; ENRÍQUEZ, M.; TORRES, A. *Caracterización morfológica de películas biodegradables a partir de almidón modificado de yuca, agente antimicrobiano y plastificante.* ***Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*,** v. 10, n. 2, p. 152 – 159, 2012.

VELASQUEZ, M. D. P.; SANTOS, P. C.; BORGES, A. P. M. **Custo total do beneficiamento do arroz em uma cooperativa agrícola**. 2010, 14 f, XIX Congresso Brasileiro de Custos, Bento Gonçalves, 2012. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/393>>.

*WORLD WIDE FUND FOR NATURE* (WWF). **Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico**. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/participe/horadoplaneta/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>>.

ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. *Composition and functional properties of rice.* ***International Journal of Food Science and Technology***, v. 37, p. 849–868, 2002