



ESTUDO DA PRODUÇÃO DE BIOFILMES DE AMIDO COM ADIÇÃO DE RESÍDUO SECO PROVENIENTE DO BAGAÇO DE LARANJA

NEUSA F. POSYC¹, JOSÉ R. D. FINZER², MARILIA A. SFREDO^{1*}

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, *Campus Erechim*, Engenharia de Alimentos

²Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química

^{1*}e-mail: marilia.sfredo@erechim.ifrs.edu.br

RESUMO - Os resíduos sólidos, principalmente polímeros plásticos não biodegradáveis, quando não descartados corretamente, poluem o meio ambiente e levam anos para se decomporem. A produção de polímeros biodegradáveis é uma alternativa sustentável para esse problema. Este trabalho teve como objetivo desenvolver filmes biodegradáveis através do resíduo do suco da laranja. A produção dos filmes seguiu um planejamento experimental composto central com duas variáveis (glicerol e gelatina), em dois níveis, com duas réplicas no centro, resultando em 10 experimentos. A resposta para o planejamento foi a facilidade em desmoldar. Os ingredientes para elaboração dos filmes foram o amido, água, gelatina, glicerol e resíduo da produção de suco de laranja. O resíduo foi obtido em um estabelecimento local, submetido à secagem em estufa e moído em moinho de facas. Para a produção do filme foram utilizados o amido, a gelatina, o glicerol e o resíduo da laranja e moldados em moldes de alumínio, silicone e no politereftalato de etileno (PET). Os filmes produzidos são resistentes e flexíveis, mas aderem muito à parede dos moldes, impedindo completamente a desmoldagem. Os moldes de alumínio não se mostraram favoráveis para o desenvolvimento das embalagens, pois, permaneceram aderidos à parede do molde, sendo destruídos durante a remoção.

INTRODUÇÃO

A partir dos anos 2000 têm-se aumentado o interesse na pesquisa e desenvolvimento de polímeros biodegradáveis com o objetivo de diminuir a produção de filmes sintéticos derivados de petróleo, que se acumulam no meio ambiente. (SHIMAZU; MALI; GROSSMANN, 2007). Estima-se que no Brasil são produzidos em média 240 mil toneladas de lixo por dia, sendo que a maior parte destes resíduos ficam expostos em aterros sanitários aguardando o processo de decomposição que leva centenas de anos (VILPOUX; AVEROUS, 2003).

Brito et al. (2011), afirmam que os plásticos sintéticos produzidos com derivados de petróleo podem demorar de 100 a 450 anos

para se decomporem quando descartados ao meio ambiente, tendo em vista que quando descartados inadequadamente poluem e interferem negativamente na compostagem e estrutura biológica dos solos.

A crescente produção de filmes sintéticos, causam uma preocupação global devido ao impacto ambiental que o plástico causa no meio ambiente. Portanto, busca-se através de pesquisas encontrar polímeros biodegradáveis em substituição ao plástico convencional (KHWALDIA et al., 2010).

Os filmes biodegradáveis são produzidos com materiais biológicos que se decompõem facilmente no meio ambiente, pela ação dos microrganismos, como polissacarídeos, proteínas e lipídeos. Para a produção destes filmes solubiliza-se o material

biológico em um solvente (água, etanol ou ácidos orgânicos) e adiciona-se plastificantes como a gelatina como agente de liga. O amido é um dos biopolímeros mais utilizados para a produção de filmes biodegradáveis devido ser um material com alta disponibilidade no meio ambiente e não possuir alto valor agregado (HENRIQUE; CEREDA; SARMENTO, 2008).

Os polímeros naturais estão cada vez mais pesquisados e estão ganhando espaço em diversos segmentos das indústrias. Estes biopolímeros obtidos por fontes naturais, não poluem o meio ambiente e se decompõem naturalmente pela ação dos microrganismos (PRADELLA, 2006).

Este trabalho teve como objetivo a produção de filmes biodegradáveis elaborados com resíduo seco da fabricação de suco da laranja (bagaço). Os filmes biodegradáveis foram produzidos em formato cilíndrico com o objetivo futuro de serem utilizados para o cultivo de mudas de plantas nativas a serem distribuídas para comunidades indígenas do Município de Erebangó/RS.

METODOLOGIA

Para a produção dos filmes, os resíduos de laranja foram obtidos de um estabelecimento local da cidade de Erechim/RS, que passaram pelo processo de secagem a uma temperatura de $70^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$, após foram moídos em um moinho de facas, para obtenção de um extrato.

Para fabricação dos filmes seguiu-se um planejamento experimental composto central com duas variáveis (massa de glicerol e massa de gelatina), em dois níveis, com duas réplicas no centro, resultando em 10 experimentos. A resposta para o planejamento foi qualitativa, sendo a facilidade em desmoldar.

A Tabela 1 indica as condições de realização dos experimentos, que foram posteriormente randomizados. Os ingredientes para elaboração dos filmes foram: amido, água, gelatina, glicerol e resíduo da produção de suco de laranja seco.

Tabela 1: Planejamento experimental para produção dos filmes biodegradáveis contendo bagaço de laranja seco.

Nº exp.	% glicerol	% gelatina
1	8	2,5
2	8	2,5
3	8	3,5
4	8	3,5
5	12	2,5
6	12	2,5
7	12	3,5
8	12	3,5
9	10	3
10	10	3

Para a produção do filme foi gelatinizado o amido a uma temperatura de $80^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ e a gelatina foi dissolvida em água a uma temperatura de $38^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$. O amido gelatinizado foi resfriado até atingir a temperatura da gelatina, e misturado com os ingredientes para formar a pasta de biopolímero. A moldagem dos filmes foi realizada em forma rígida de alumínio, com formato cilíndrico (7 cm x 15 cm), com uma espátula, espalhando a pasta sobre toda a superfície externa da forma. Em seguida os moldes foram dispostos em estufa de secagem, na temperatura de $35^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$, por um período que variou entre 72 e 96h.

Para a moldagem foram utilizados moldes de alumínio, garrafas de 500 mL de polietileno tereftalato (PET) reaproveitáveis e molde de silicone. O objetivo foi testar quais moldes se adaptariam melhor as condições de secagem e às formulações testadas.

RESULTADOS

Os filmes produzidos são resistentes e flexíveis, mas aderem muito à parede dos

moldes, impedindo completamente a desmoldagem. Esta situação foi observada para os moldes de alumínio em que não foi possível realizar a desmoldagem dos filmes. Nos moldes de silicone não foi possível realizar a moldagem pois a massa escorria na superfície do molde, não permanecendo fixa para o processo de secagem.

Observou-se que para as formulações com menos gelatina, foi notável a dificuldade em moldar, pois a pasta escorreu sobre a superfície da forma, impossibilitando a secagem. As formulações com menor concentração de glicerol apresentaram aspecto menos brilhoso e filmes mais quebradiços.

Este comportamento é explicado pois o glicerol eleva a elongação máxima dos filmes, reduzindo a rigidez, tornando-os mais flexíveis. Os moldes de alumínio não se mostraram favoráveis para o desenvolvimento das embalagens, tendo em vista que aqueles filmes, que puderam ser moldados, permaneceram aderidos à parede do molde, sendo destruídos durante a remoção.

Para o experimento 1 não foi possível realizar a desmoldagem dos moldes, foi notável que o filme ficou quebradiço e o processo de secagem foi mais demorado. Isto pode ser justificado devido ser a condição experimental com menor concentração de gelatina e este composto absorver facilmente a água.



Figura 1 e 2: Experimento 1 – 8% de glicerol e 2,50% de gelatina – Fig (1), molde de alumínio e Fig (2), molde na garrafa PET.

No experimento 2, não foi possível realizar a secagem no molde de alumínio pois no processo de secagem a viscosidade da massa do molde diminuiu o suficiente para

escorrer das superfícies do molde. Para o molde no PET foi possível secar, porém o filme aderiu as paredes da garrafa PET.



Figura 3 e 4: Experimento 2 – 8% de glicerol e 2,50% de gelatina – Fig (3 e 4), molde na garrafa PET.

No experimento 3 não foi possível realizar a desmoldagem no filme moldado no alumínio, mas para o molde da garrafa PET, foi possível realizar a desmoldagem.

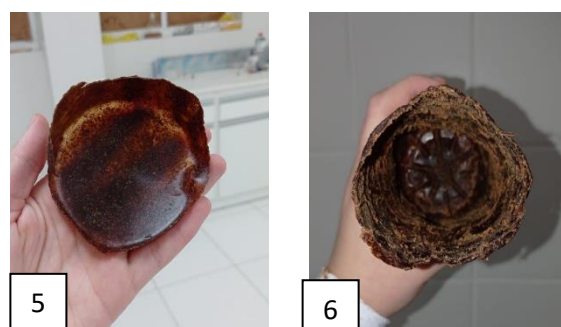


Figura 5 e 6: Experimento 3 – 8% de glicerol e 3,50% de gelatina – Fig (5), molde de alumínio e Fig (6), molde na garrafa PET.

Para o experimento 4, não foi possível realizar a desmoldagem dos filmes no molde de alumínio. E no molde do PET, por mais que foi possível realizar a desmoldagem o filme não possuía sustentação suficiente para ficar posicionado verticalmente, indicando uma condição desfavorável para o plantio das plantas.

No experimento 5 os filmes aderiram as superfícies do molde tanto no alumínio quanto no PET, não apresentando condição favorável para produção dos filmes biodegradáveis.

No experimento 6, houve-se uma dificuldade no momento da moldagem devido ao elevado escorrimento da massa isso pode ser justificado devido a ser a condição com

maior teor de glicerol e menor de gelatina. Este experimento não demonstrou resultados favoráveis para desenvolvimento dos filmes biodegradáveis.

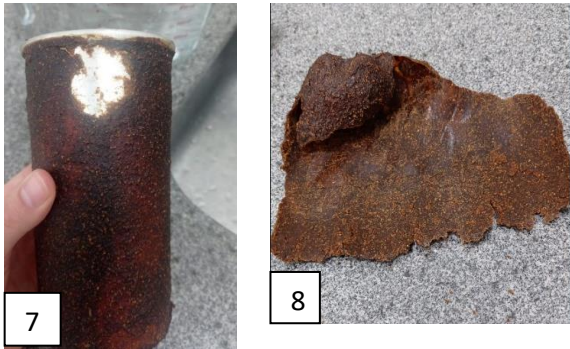


Figura 7 e 8: Experimento 4 – 8% de glicerol e 3,50% de gelatina – Fig (7), molde de alumínio e Fig (8), molde na garrafa PET.

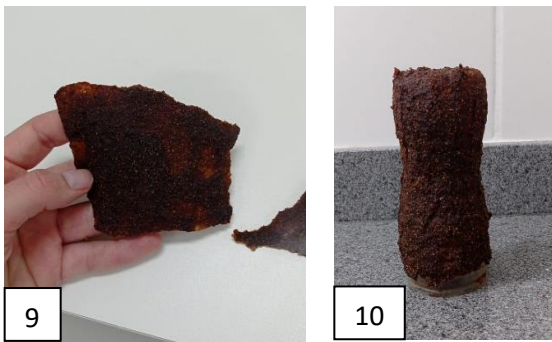


Figura 9 e 10: Experimento 5 – 12% de glicerol e 2,50% de gelatina – Fig (9), molde de alumínio e Fig (10), molde na garrafa PET.

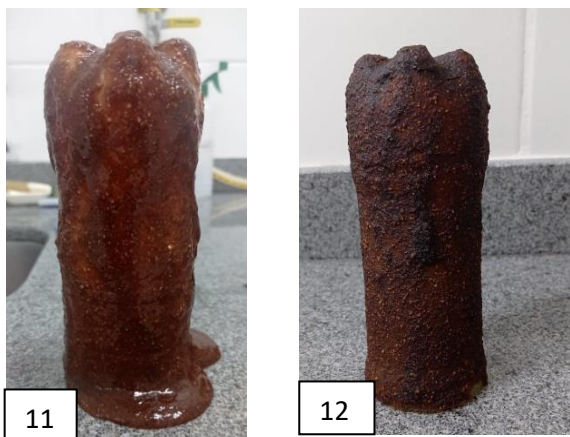


Figura 11 e 12: Experimento 6 – 12% de glicerol e 2,50% de gelatina – Fig (11), molde de alumínio e Fig (12), molde na garrafa PET.

Para o experimento 7, não foi possível realizar a desmoldagem dos filmes no molde

de alumínio. E no molde do PET, por mais que foi possível realizar a desmoldagem o filme produzido era quebradiço, e pouco resistente.

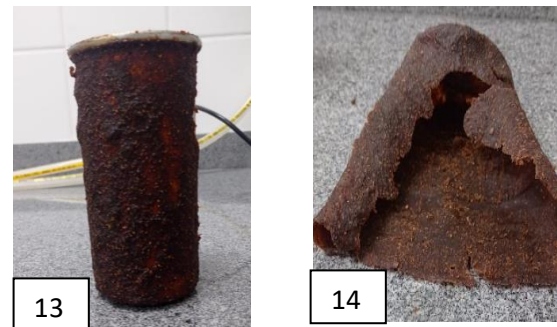


Figura 13 e 14: Experimento 7 – 12% de glicerol e 3,50% de gelatina – Fig (13), molde de alumínio e Fig (14), molde na garrafa PET.

No experimento 8, não foi possível realizar a desmoldagem do filme no alumínio, e no PET o molde apresentou-se quebradiço, com difícil desmoldagem.

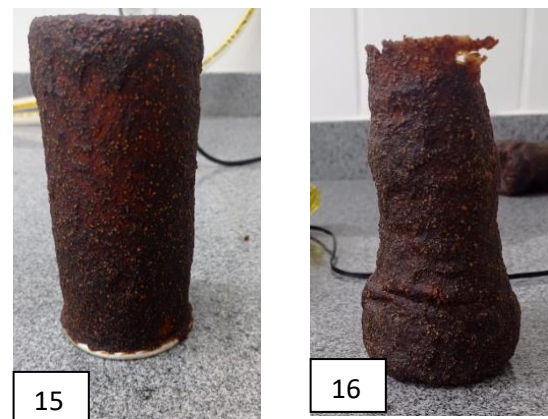


Figura 15 e 16: Experimento 8 – 12% de glicerol e 3,50% de gelatina – Fig (15), molde de alumínio e Fig (16), molde na garrafa PET.

Para o experimento 9, não foi possível realizar a desmoldagem dos filmes no molde de alumínio. E no molde do PET, ocorreu como no experimento 4 por mais que foi possível realizar a desmoldagem o filme não possuía sustentação suficiente para ficar posicionado verticalmente, não podendo ser utilizado para o plantio de plantas. Estes mesmos resultados foram observados para o experimento 10.

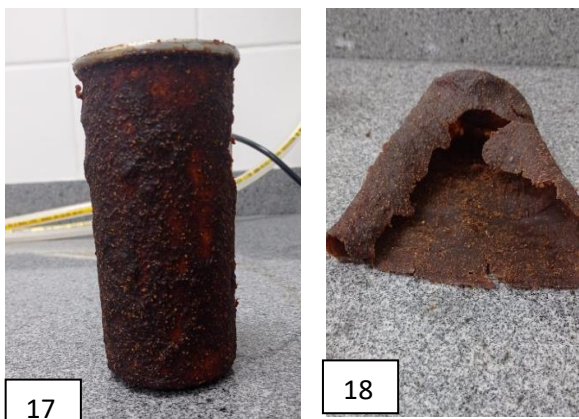


Figura 17 e 18: Experimento 9 – 10% de glicerol e 3,0% de gelatina – Fig (17), molde de alumínio e Fig (18), molde na garrafa PET.

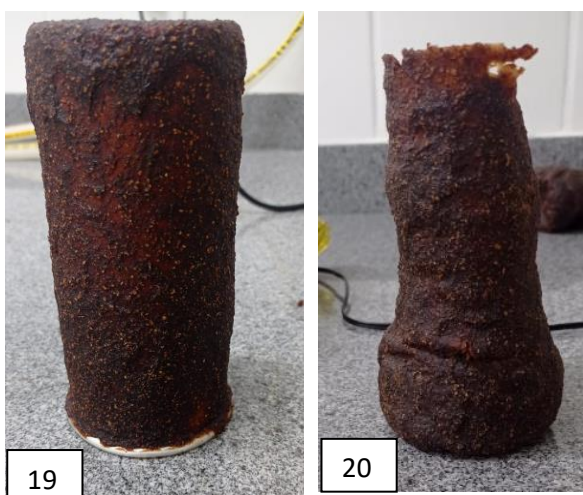


Figura 19 e 20: Experimento 10 – 10% de glicerol e 3% de gelatina – Fig (19), molde de alumínio e Fig (20), molde na garrafa PET.

CONCLUSÕES

Os filmes produzidos apresentaram-se resistentes e flexíveis, contudo, as produções nos moldes de alumínio impossibilitaram a desmoldagem e no molde de silicone não foi possível realizar a moldagem, pois a massa do biopolímero escorreu sobre a estrutura do molde.

A condição favorável para a produção de filmes biodegradáveis através do planejamento experimental, foi a apresentada no experimento 3, utilizando o molde de PET, no qual foi possível realizar a desmoldagem do filme. Isso permitirá o uso da embalagem para os testes de biodegradabilidade e resistência no cultivo de mudas de árvores.

O desenvolvimento dos filmes biodegradáveis torna-se uma opção sustentável e ecológica, tendo em vista que quando estes filmes forem descartados no meio ambiente serão decompostos pela ação dos microrganismos, diferentemente do que ocorre com os plásticos sintéticos, que levam centenas de anos para serem decompostos, poluindo solos e águas.

AGRADECIMENTOS

À Reitoria do IFRS e ao IFRS *Campus* Erechim pela concessão de Bolsa Pesquisa e pelo recurso de custeio ao Projeto *Ka'a guy* selecionado no Edital IFRS nº 16/2022 – Apoio a Projetos Indissociáveis de Pesquisa, Ensino e Extensão nos *Campi* do IFRS.

REFERÊNCIAS

- BRITO, G. F, et al. (2011). Biopolímeros, polímeros biodegradáveis e Polímeros verdes. Revista eletrônica de materiais e processos, Vol 6.2, p.127-139.
- HENRIQUE, C. M. (2008), Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca, *Ciência e Tecnologia de Alimentos* ISSN 0 101-2061, Campinas, p.231-240.
- KWALDIA, et al. (2010), Biopolymer coatings on paper packaging materials. *Comprehensive Reviews in Food Science Safety*, Chicago, Vol 9, p 82-91.
- PRADELLA (2006), Biopolímeros e Intermediários Químicos. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, São Paulo, p.5-12.
- SHIMAZU, A. A, et al. (2007), Efeitos plastificante e antiplastificante do biodegradáveis de amido de mandioca, *Semina: Ciências Agrárias*, Vol 28, p.79-88.
- VILPOUX, O. (2003), Tecnologia, usos potencialidades de tuberosas amiláceas *Lati Americanas*, Cargill, São Paulo, Vol 3, p.500-530.