Estudo do aproveitamento de subprodutos do processamento de laranja para desenvolvimento de biofilmes biodegradáveis para potencial aplicação em hortaliças minimamente processadas

Munique Rodrigues (PIBIC/Fundação Araucária/UEPG), Andressa Roth (PIBIC/UEPG), Marcela Costa (UEPG), Letícia Fruehauf (UEPG), Taís Cardoso (UFPR), Eliane Dalva Godoy (Orientadora), e-mail: muniiquerodrigues@hotmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/ Engenharia de Alimentos/Ciências Agrárias e Tecnologia

Ciências Agrárias - Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal

Palavras-chave: solubilidade, permeabilidade a vapor d'água, propriedades mecânicas, gramatura.

Resumo

Os revestimentos biodegradáveis podem ser uma opção para reduzir o consumo de matérias-primas não renováveis. O objetivo deste trabalho foi desenvolver filmes comestíveis biodegradáveis a base de amido de mandioca, farinha obtida com o subproduto do processamento de laranja e óleo essencial de laranja. A metodologia utilizada para essas formulações foi a de superfície de resposta e as análises feitas para a caracterização foram solubilidade, permeabilidade á vapor d'água, gramatura, resistência à tração e elongação. A solubilidade e a permeabilidade avaliadas apresentaram diferenças significativas nas diversas formulações, sendo que os maiores valores de solubilidade ocorreram com menores proporções dos componentes avaliados. As maiores permeabilidades ocorreram, em maiores proporções de bagaço de laranja e menores de amido e óleo essencial. As variáveis de entrada testadas tiveram influência nos parâmetros mecânicos de resistência à tração e elongação mostrando tendência a maiores valores em proporções mais reduzidas dos componentes estudados nas formulações. Por fim, concluiu-se viabilidade de aplicação das matérias-primas testadas na elaboração de biofilmes.

Introdução

O uso de filmes biodegradáveis comestíveis é um método de conservação que visam diminuir as reações do alimento com o ambiente externo, formando uma película protetora, translucida e flexível (LACERDA et al., 2009).

Nesse sentido, desenvolvimento de novas embalagens e métodos de conservação de alimentos tem sido foco das pesquisas. Existem vários tipos de embalagens, como as ativas que são as que interagem com o alimento, possibilitando manutenção do aspecto fresco como sabor, textura, cor e aroma (SOBRAL, 2000). As embalagens comestíveis que contém amido têm como principal propriedade a barreira de gás como CO_2 e O_2, a gelatinização quando aquecido e a característica de deixar o alimento com aspecto brilhoso e aceitável ao consumidor (ROCHA, FARIAS; 2014).

O presente estudo objetivou estudar a viabilidade da elaboração de biofilmes com amido de mandioca, farinha de subprodutos do processamento de laranja e óleo essencial de laranja através de planejamento de superfície de resposta.

Materiais e Métodos

Elaboraram-se 10 formulações de filmes conforme Tabela 1, variando as concentrações de amido de mandioca, farinha de subprodutos de laranja e óleo essencial de laranja. Adicionaram-se quantidades fixas de 1% de glicerol, 1% cloreto de cálcio, 1% de ácido cítrico, 0,5% de ácido ascórbico e 0,3% de Tween 80%.

Tabela 1 - Planejamento fatorial de 2^3 utilizado para as formulações de biofilmes

Experimentos	Variáveis Codificadas			Variáveis Reais		
	X_1	X_2	X_3	Amido (%)	Bagaço de laranja (%)	Óleo essencial (%)
A	-1	-1	-1	3	0,5	0,10
B	1	-1	-1	4	0,5	0,10
C	-1	1	-1	3	2,5	0,10
D	1	1	-1	4	2,5	0,10
E	-1	-1	1	3	0,5	0,30
F	1	-1	1	4	0,5	0,30
G	-1	1	1	3	2,5	0,30
H	1	1	1	4	2,5	0,30
I	0	0	0	3,5	1,5	0,20
J	0	0	0	3,5	1,5	0,20

Para a análise de solubilidade em água, as amostras foram cortadas em quadrados tendo como dimensões 2x2 cm e colocadas em tubos, adicionou-se 30 mL de água e as mesmas foram encaminhadas ao banho a 35°C, onde permaneceram por agitação por 24h. As amostras foram filtradas e pesaram-se os papéis filtro úmidos, após secagem em estufa, aferiram-se os pesos. A porcentagem do produto solubilizado foi calculada com a equação:

$$Ms = \frac{Pi - Pf}{Pi} X100$$

Para a análise de permeabilidade a vapor d'água, pesaram-se 5 g de cloreto de cálcio anidro em frascos de vidro e os filmes elaborados foram dispostos nas extremidades e utilizaram-se elásticos para a fixação. Incubaram-se os frascos em dessecador com solução saturada de NaCl (UR=75%). As amostras foram incubadas à temperatura ambiente (25°C) e pesadas ao longo de 10 dias. O ganho de umidade adquirido ao longo do período foi calculado através da fórmula:

$$Permeabilidade\ VD'a = \frac{W.L}{A[\Delta ps(aw1 - aw2)]}$$

O teste de gramatura foi determinado de acordo com a massa dos filmes, a qual foi aferida em uma balança analítica e a sua área (0,0016m²):

$$G = \frac{m}{A}$$

Para a análise de resistência a tração utilizaram-se o equipamento Shimadzu® AG-I 10 KN (Quito, Japão) para as medidas físicas nas quais se utilizaram 0,10x0,0025m dos filmes, recebendo tração com velocidade de $8x10^{-4}$m/s e a distância entre as garras de 0,050m.

Para a tensão de ruptura e elongação, utilizaram-se a área mínima da seção transversal do filme e calcularam-se pelas equações a seguir.

$$Resistência\ máx\ a\ tração = \frac{Fmáx}{Amin}$$

$$Elongação\ a\ ruptura = \frac{Ar}{DG}.100$$

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos estão expressos na Tabela 2. A solubilidade dos biofilmes variou de acordo com a quantidade de compostos solúveis e insolúveis presentes na composição do biofilme. Como se pode observar na Figura 1, quanto maior a quantidade de bagaço de laranja e de óleo essencial de laranja menos solúvel o biofilme ficou pelo fato de o óleo ser hidrofóbico e o bagaço de laranja conter alta quantidade de fibras insolúveis em água.

Tabela 2 - Resultados obtidos para a solubilidade, permeabilidade, gramatura, resistência à tração e elongação

Ensaio	Solubilidade (%)	Permeabilidade ($g/H_2O/Pa.m.s$)	Gramatura (g/cm^2)	Resistência à tração (mPa)	Elongação (mm)
A	$94,8\pm1,0^{a}$	$84,5x10^{-4}\pm3,9x10^{-5e}$	$4,5x10^{-3bc}$	$0,7\pm0,1^{bc}$	-
B	$93,5\pm2,1^{a}$	$1,2x10^{-4}\pm3,4x10^{-5e}$	$4,0x10^{-3c}$	$0,7\pm0,1^{bc}$	$60,4\pm9,6^{a}$
C	$89,0\pm1,1^{b}$	$7,1x10^{-4}\pm2,0x10^{-4a}$	$5,7x10^{-3b}$	$0,7\pm0,1^{bc}$	$30,9\pm4,7^{cd}$
D	$84,0\pm0,7^{d}$	$1,6x10^{-4}\pm1,8x10^{-5de}$	$5,3x10^{-3bc}$	$1,1\pm0,2^{a}$	$35,1\pm3,9^{bc}$
E	$92,4\pm2,8^{a}$	$1,0x10^{-4}\pm5,3x10^{-5b}$	$5,2x10^{-3bc}$	-	-
F	$88,9\pm2,7^{bc}$	$4,8x10^{-4}\pm4,2x10^{-5e}$	$4,9x10^{-3bc}$	$0,4\pm0,0^{d}$	$57,6\pm3,6^{a}$
G	$85,5\pm0,8^{cd}$	$1,1x10^{-4}\pm7,9x10^{-5cd}$	$4,8x10^{-3bc}$	$0,8\pm0,3^{b}$	$22,4\pm4,5^{de}$
H	$84,7\pm2,7^{cd}$	$2,9x10^{-4}\pm0,1x10^{-5c}$	$5,3x10^{-3bc}$	$0,5\pm0,2^{cd}$	$16,8\pm6,3^{e}$
I	$84,9\pm1,6^{cd}$	$1,1x10^{-4}\pm2,5x10^{-5e}$	$4,5x10^{-3bc}$	$0,7\pm0,1^{bc}$	$45,5\pm16,4^{b}$
J	$84,8\pm2,1^{cd}$	$1,6x10^{-4}\pm2,5x10^{-5de}$	$1,0x10^{-2a}$	$0,5\pm0,1^{cd}$	$36,7\pm11,2^{bc}$
p-valor (ANOVA)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Letras diferentes representam que ocorreu diferença significativa entre as amostras de acordo com Teste de Fisher LSD (p<0,05)

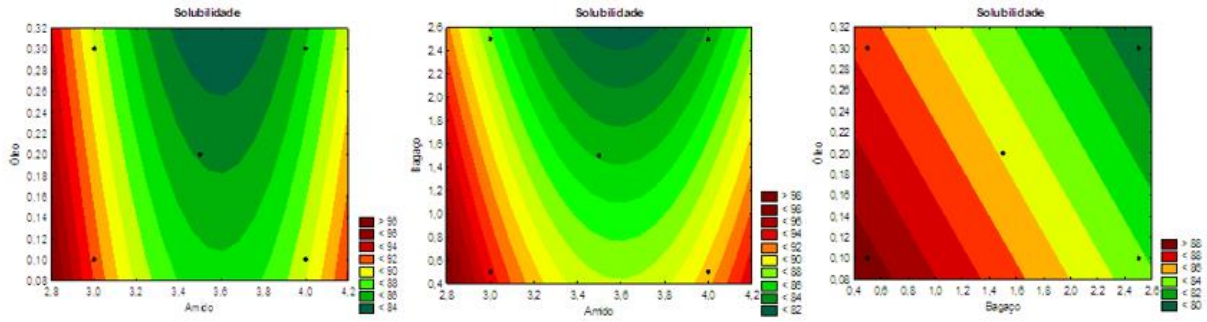


Figura 1 - Superfície de contorno para solubilidade dos biofilmes

A permeabilidade de biofilmes é importante como propriedade de barreira, diminuindo a perda de massa quando aplicados em vegetais. Com isso, as amostras que continham maiores quantidades de óleo essencial (E) apresentaram menores valores de permeabilidades, como pode ser verificado na Figura 2.

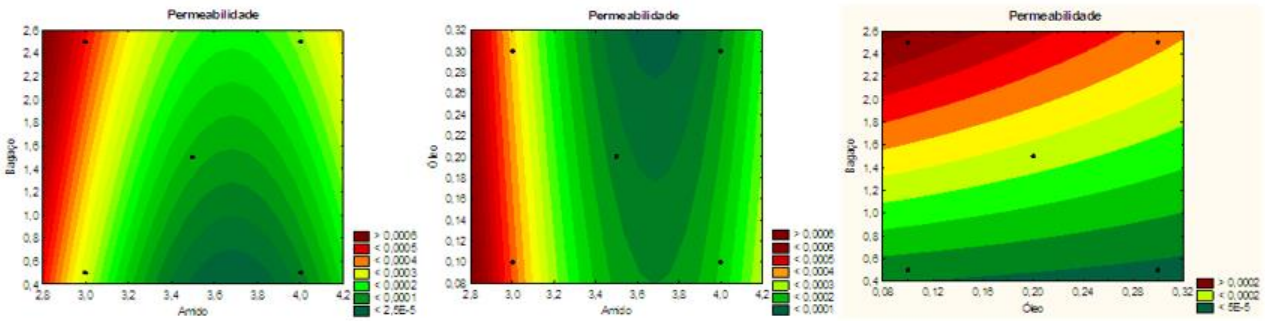


Figura 2 - Superfície de contorno para permeabilidade a vapor d'água dos biofilmes

As fibras, que neste estudo estão presentes no bagaço de laranja, auxiliam no reforço para embalagens aumentando a resistência e diminuindo a solubilidade. Devido a suas características, melhoram as propriedades de barreira como permeabilidade a vapor d'água, as propriedades físicas e mecânicas de biofilmes (MOREIRA et al., 2015). Ao utilizarem-se subprodutos valorizam-se as cadeias agroindustriais, aproveitando as matérias-primas de forma integral, reduzindo descartes, reduzindo custos.

A gramatura se relaciona de maneira direta com a resistência a tração dos biofilmes, quanto maior for esse valor maior será a resistência à tração. Quando se obtém valores de gramatura e de densidade inferiores é positivo nos biofilmes, pelo fato de melhorar a solubilização da embalagem.

A maior elongação sem o rompimento do biofilme foi observada naqueles biofilmes que apresentaram em sua constituição menor quantidade de amido de mandioca e de bagaço de laranja e maior quantidade de óleo essencial de laranja, assim como apresentado na resistência a tração.

As fibras contidas no bagaço de laranja auxiliam em uma maior flexibilidade e resistência à tração. Porém, contrário a isso, quanto maior a quantidade de bagaço de laranja adicionado, menor é a elongação, fazendo com que o biofilme torne-se quebradiço. Este fenômeno é negativo em biofilmes, ocasionando espaços vazios na matriz com maior absorção de umidade.

Conclusões

A solubilidade e permeabilidade apresentaram diferenças significativas nas diversas formulações, sendo que os maiores valores de solubilidade ocorreram com menores proporções dos componentes avaliados. As maiores permeabilidades ocorreram, conforme modelo matemático gerado, em maiores proporções de bagaço de laranja e menores de amido e óleo essencial. As variáveis de entrada testadas tiveram influência nos parâmetros mecânicos de resistência à tração e elongação mostrando tendência a maiores valores em proporções mais reduzidas dos componentes estudados nas formulações.

Agradecimentos

A UEPG, Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fundação Araucária e CNPq.

Referências

LACERDA. O. L.; REBOUÇAS. T. N. H.; JOSÉ. A. R. S.; VILA. M. T. R.; SILVA. K. S. Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão 'Magali R' em das condições de armazenamento. **Bragantia**, v.66, n.4, p.693-699, 2007.

MOREIRA, M.; CASSANI, L.; MARTÍN-BELOSSO, O.; SOLIVA-FORTUNY, R. Effects of polysaccharise-based edible coatings enriches with dietary fiber on quality atributes of fresh-cut apples. **Journal of Food Science and Technology**, v 53, n. 12, p. 7795-7805, 2015.

SOBRAL, P. J. A. Influência da espessura de biofilmes feitos à base de proteínas miofibrilares sobre suas propriedades funcionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.35, n.6, p.1251-1259, 2000.

ROCHA, G. O.; FARIAS, M. G.; Filmes compostos biodegradáveis a base de amido de mandioca e proteína de soja. **Polímeros**. v.24, n.5, p.587-595, 2014.