



Avaliação de características mecânicas de biofilmes com diferentes concentrações de soro leite de bovino

Resumo: Objetivou-se avaliar características mecânicas de filmes formados com diferentes concentrações de soro de leite bovino. A matéria prima foi obtida no Instituto Federal do Pará (IFPA), campus Castanhal e transportada até o Laboratório de Produtos de Origem Animal, na Universidade Federal do Pará, para posterior desnatamento. Em seguida foi realizada a recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo carboximetilcelulose sódica. As soluções filmogênicas foram produzidas contendo diferentes concentrações de concentrado proteico, 2%, 4%, 6% e 8%, e 30% de glicerol. Os filmes foram caracterizados quanto as suas propriedades mecânicas, verificadas em texturômetro. Foram avaliados a resistência a tração (RT), alongação na ruptura (ER) e modelo de Young (MY). Houve diferença significativa entre as concentrações de proteína na RT, sendo a maior média encontrada em filmes contendo 6% de proteína. Filmes com 8% de concentrado apresentaram uma queda tanto na RT quanto no MY, comparados a filmes com 6%, fato causado pelo aumento de deformações com grandes concentrações de proteínas na formulação filmes. Os resultados obtidos para PE indicam que filmes contendo 4%, 6% e 8% apresentam menor elasticidade quando comparados a filmes contendo 2% de proteína. Os resultados obtidos mostram-se favoráveis ao uso de biofilmes elaborados com o soro de leite bovino na conservação de alimentos.

Palavras-chave: embalagens, meio ambiente, preservação

Introdução

Com os impactos ambientais causados pela utilização de matérias não biodegradáveis tornou-se necessário o estudo de alternativas de fontes renováveis e biodegradáveis para elaboração de embalagens, com a finalidade de aplicação em produtos alimentícios (PÉREZ et al., 2016). Dentre as fontes que podem ser usadas na produção de biofilmes o soro de leite apresenta destaque, formando filmes que apresentam como características ausência de odores, flexíveis e com boa resistência mecânica (AZEVEDO et al., 2014).

O soro de leite é um subproduto obtido após a coagulação da caseína, para elaboração de queijos, neste resíduo estão agregados aminoácidos essenciais (CAPATANI et al., 2005), e uma alta taxa de matéria orgânica, que ao ser descartado de maneira inadequada provoca sérios impactos ambientais. Diante disso o uso do soro como fonte de produção de embalagens biodegradáveis torna-se uma alternativa de baixo valor econômico e manutenção de características semelhantes as embalagens não-biodegradáveis (CICHELO et al., 2015). Desta forma, objetivou-se com o seguinte trabalho avaliar as características mecânicas de filmes biodegradáveis produzidos com diferentes concentrações de proteínas do soro de leite bovino.

Material e Métodos

A matéria prima foi obtida no Instituto Federal do Pará (IFPA), campus Castanhal, proveniente da fabricação de queijo. O resíduo foi transportado refrigerado até o Laboratório de Produtos de Origem Animal (LAPOA), localizado na Universidade Federal do Pará, para posterior desnatamento seguindo a metodologia descrita por Capatani et. al. (2005). O soro foi aquecido a 40°C e desnatado utilizando desnatadeira modelo 36 GR, com velocidade máxima 8.000 rpm para a separação da gordura e a fase aquosa por diferença de densidade entre os constituintes.

Em seguida foi realizada a recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo carboximetilcelulose sódica (CMC). A solubilização da goma foi realizada em



homogeneizador de tecidos, à velocidade de 2.000 rpm. O polissacarídeo foi disperso lentamente em água destilada, à temperatura de 22°C, sob agitação, até completa solubilização do material.

A reação de interação das proteínas do soro com a carboximetilcelulose foi realizada inicialmente por testes em laboratório, com diferentes concentrações de CMC (0,1%, 0,3%, 0,6% e 0,9% p/v). Sendo definido a concentração 0,6% devido a eficiência do processo, monitorada pelo teor de proteínas no precipitado.

Após a definição da melhor concentração da solução de CMC, na precipitação das proteínas, foi realizada a variação de pH, na faixa de 2,5 a 4,5, para verificação da influência desse parâmetro na obtenção da máxima precipitação proteica. Em seguida foi avaliada a velocidade do fluxo de alimentação da matéria-prima à centrífuga, a velocidade de centrifugação e o rendimento dos coacervados.

Após a obtenção dos coacervados, foi realizada a elaboração dos filmes biopoliméricos de concentrado proteico de soro de leite bovino pela técnica Casting, com metodologia descrita por Stort Fernandes et al. (2015). As soluções filmogênicas foram produzidas contendo diferentes concentrações de concentrado proteico, 2%, 4%, 6% e 8%, e 30% de glicerol em relação ao peso da proteína, e água destilada, a fim de completar 100 ml de solução. O pH da solução foi ajustado para 7,0 utilizando hidróxido de sódio.

Primeiramente foi realizada a completa solubilização da proteína em água destilada em homogeneizador para posterior adição do glicerol, em seguida, a solução foi aquecida em banho-maria, a 90 °C, por 30 minutos, sob agitação moderada, e resfriada em banho de gelo até atingir 25°C. Alíquotas de 100ml foram dispersas em folhas de silicone e encaminhadas a estufa de circulação de ar a 40°C por 18 horas. Em seguida os filmes foram caracterizados quanto as suas propriedades mecânicas (resistência a tração, alongação na ruptura e modelo de young), verificadas em texturômetro, empregando-se metodologia ASTM D882-91 (ASTM, 1996). As medidas foram conduzidas em temperatura ambiente (25 °C). A separação inicial das garras e a velocidade do probe foram de 50 mm e 1 mm.s⁻¹, respectivamente. As amostras foram cortadas em tiras de 100 mm de comprimento e 25 mm de largura. A resistência à tração (RT), a porcentagem de alongação (E) e o modelo Young (MY) foram calculadas pelas Equações 1, 2 e 3 respectivamente.

$$RT = \frac{Fm}{A} \quad (1)$$

Onde: RT é a resistência à tração; Fm é a força máxima no momento da ruptura do filme; e A é a área da secção transversal do filme.

$$ELO = \frac{(Drup - Dini)}{Dini} \cdot 100 \quad (2)$$

Onde: Drup é a distância medida no momento da ruptura e Dini é a distância inicial.

$$MY = \frac{F_x \cdot DG}{e \cdot l \cdot A_x} \quad (3)$$

Onde: F_x é Força, e é espessura, L é a largura, DG é a distância entre garras e A_x é alongamento nos pontos.

Resultados e Discussão

Houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre as concentrações de proteína na RT, sendo a maior média encontrada em filmes contendo 6% de concentrado, 2,827 MPa, filmes contendo 2% e 4% de concentrado apresentaram as menores médias, com 0,57 Mpa, 1,49Mpa, respectivamente. Filmes com 8% de concentrado (1,62 Mpa) apresentaram uma queda na resistência a tração quando comparados a filmes com 6%.

De acordo com Khanzadi et al. (2015), as características mecânicas são afetadas pelo comprimento da cadeia, pelo peso molecular das biomacromoléculas envolvidas e pela extensão ou



posição das cadeias ramificadas, tais propriedades influenciam a capacidade do biopolímero de formar conexões intermoleculares. Quanto mais elevada e mais forte são conexões intermoleculares, maior será a integridade estrutural, ou melhor resistência mecânica do filme.

Entretanto, o comportamento contrário observado no presente estudo, onde houve uma queda em filmes com 8%, pode ser explicado pelo aumento de deformações causadas por grandes concentrações de proteínas em filmes. De acordo com Gounga et al. (2007), o aumento da concentração de proteína pode aumentar o número de bolhas de ar e fissuras na formação de filmes, podendo causar poros maiores. Afetando diretamente tanto características de barreira quanto características mecânicas.

Tabela 1 - Média e desvio-padrão de características mecânicas dos filmes biodegradáveis com diferentes concentrações de proteína.

Concentração de Proteína	Resistência à Tração (MPa)	Percentual de Elongação (%)	Modelo Young (MPa)
2%	0,578 ± 0,01 ^e	219,31 ± 15,73 ^a	16,51 ± 0,94 ^e
4%	1,497 ± 0,37 ^{ce}	157,88 ± 22,34 ^b	58,64 ± 6,64 ^{cd}
6%	2,827 ± 0,60 ^{ab}	160,81 ± 8,13 ^b	110,05 ± 23,71 ^{ab}
8%	1,628 ± 0,21 ^c	155,72 ± 12,59 ^b	65,38 ± 6,84 ^c

Pérez et al. (2016), utilizando 8% de proteína de soro de leite na formação de filmes biodegradáveis encontraram valores próximos a 1,5 Mpa para RT, e valores de MY corroborando com o encontrado neste trabalho. Le Tien et al. (2000) encontraram valores de 81,35 Mpa para MY em filmes formulados com 5% de concentrado proteico de soro de leite.

Os resultados obtidos para PE mostram filmes contendo os menores níveis de proteína, 2% (219,31%), como os mais elásticos, enquanto os filmes contendo 4%, 6% e 8% (157,88%, 160,81% e 155,72%, respectivamente) apresentaram uma maior resistência. De acordo com Azevedo et al. (2014), a diminuição da elasticidade e o aumento da rigidez, ligada a maiores concentrações de proteína, possivelmente se deve ao maior número de ligações entre as moléculas da matriz polimérica.

Conclusões

Filmes elaborados com 6% de concentrado proteico apresentaram maior resistência a tração e rigidez e elasticidade moderada, favorecendo sua utilização para uma maior barreira a deterioração do produto. Filmes com menor concentrações de proteínas são mais elásticos, entretanto apresentam menor resistência. Os resultados obtidos mostram-se favoráveis ao uso de biofilmes elaborados com o soro de leite bovino na conservação de alimentos.

Referências

- AZEVEDO, V. M. et al. Propriedades de barreira, mecânicas e ópticas de filmes de concentrado proteico de soro de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 4, 2014.
- CAPITANI, C. D. et al. Milk whey protein recuperation by coacervation with polysaccharide. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40, 1123–1128, 2005.
- CICHELO, G. C. V. et al. Caracterização e Cinética do Tratamento Anaeróbico de Efluentes de Laticínios. **Journal of Health Sciences**, v. 15, n. 1, 2015.



GOUNGA, M. E. et al. Whey protein isolate-based edible films as affected by protein concentration, glycerol ratio and pullulan addition in film formation. **Journal of Food Engineering**, v. 83, n.4, 2007.

KHANZADI, M. et al. Physical and mechanical properties in biodegradable films of whey protein concentrate–pullulan by application of beeswax. **Carbohydrate polymers**, v. 118, 2015.

LE TIEN, C. et al. Development of biodegradable films from whey proteins by cross-linking and entrapment in cellulose. **Journal of agricultural and food chemistry**, v.48, n. 11, 2000.

PÉREZ, L. M. et al. Effect of different combinations of glycerol and/or trehalose on physical and structural properties of whey protein concentrate-based edible films. **Food Hydrocolloids**, v. 56, 2016.

STORT FERNANDES, A. P. et al. Aplicação de filmes biodegradáveis produzidos a partir de concentrado proteico de soro de leite irradiado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n.2, 2015.