

Avaliação de filmes fortificados com ferro

Evaluation of fortified films with iron

Autores | Authors

Ana Raquel PIRAN
Lisandra RIGO

*Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões
Campus de Erechim
e-mails: ana.piran@yahoo.com.br
lrigo@gmail.com*

Juliana Cordeiro CARDOSO
Mayra Santos ALMEIDA

*Universidade Tiradentes
Instituto de Tecnologia e Pesquisa
Laboratório de Produtos Naturais e
Sintéticos
e-mail: juaracaju@yahoo.com.br
mayfarm@superig.com.br*

Rosângela Assis JACQUES

*Universidade Federal do Pampa
(UNIPAMPA)
e-mail: rosangela.jaques@unipampa.edu.br*

✉ **Francine Ferreira PADILHA**

*Universidade Tiradentes
Instituto de Tecnologia e Pesquisa
Laboratório de Produtos Naturais e
Sintéticos
Av. Murilo Dantas 300, Farolândia
CEP: 49032-490
Aracaju/SE - Brasil
e-mail: fpadilha@yahoo.com*

Resumo

O presente trabalho avaliou as características de filmes de amido modificado incorporados com sulfato ferroso, para possível aplicação como filme comestível ou embalagem ativa para alimentos. Os filmes foram avaliados quanto à solubilidade, opacidade, espessura, umidade e retenção de ferro durante o cozimento. Os resultados mostram que o filme desenvolvido apresenta boa solubilidade podendo ser utilizado como embalagem secundária para alimentos. Os valores de ferro após o cozimento diminuíram 46%, entretanto os valores obtidos são suficientes para suprir a ingestão diária necessária.

Palavras-chave: *Sulfato ferroso; Filmes comestíveis; Arroz.*

Summary

The present study has evaluated the characteristics of modified starch films incorporated ferric sulphate, which finds possible application as an edible film or active food packaging. The solubility, opacity, thickness, humidity and iron retention during cooking were evaluated in the films. The results showed that the film developed presented a good solubility, making it possible to use it as secondary packaging. The iron available after the cooking decreased by 46%, however this value is sufficient for meet daily.

Key words: *Ferric sulphate; Edible film; Rice.*

Avaliação de filmes fortificados com ferro

PIRAN, A. R. et al.

1 Introdução

A conservação de alimentos exige, normalmente, tratamentos físicos ou químicos para manter ou aumentar a sua vida de prateleira. A utilização de embalagem, rígida ou flexível, é imprescindível, visto que esta tem que agir como uma barreira entre o ambiente externo e o alimento sem afetá-lo. Atualmente, a maioria das embalagens flexíveis é produzida com materiais sintéticos, que, apesar de possuírem excelentes propriedades funcionais, são consideradas não biodegradáveis e estão envolvidas em problemas ambientais (VICENTINI, 2003; SOARES et al., 2005).

Os filmes comestíveis contribuem para proteção e envolvimento de alimentos. Em decorrência da biodegradabilidade, os filmes podem ser consumidos em conjunto com o alimento, podendo vir adicionados de nutrientes com o intuito de fortificar um alimento, agentes antimicrobianos, bem como melhorar as características sensoriais dos alimentos.

Entre os nutrientes estudados está o ácido fólico que é responsável por problemas neurais, coração e anemias (SHERESTHA et al., 2003). Outro nutriente de elevado interesse de saúde pública é o ferro, que é essencial para o organismo como parte da hemoglobina e de diversas enzimas. O depósito total de ferro no corpo é cerca de 4 g, e 70% dessa quantidade se encontra nas hemoglobinas e mioglobinas. A necessidade diária normal é cerca de 1 mg para os homens e 2 mg para as mulheres. A resposta da anemia ferropriva ao tratamento é influenciada por diversos fatores, incluindo a causa e a gravidade do estado de deficiência do ferro, a presença de outras doenças complicantes e a capacidade do paciente em tolerar a absorção do ferro medicinal.

O sulfato ferroso é o sal hidratado, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, que possui 20% de ferro elementar. Os sais ferrosos são absorvidos cerca de três vezes mais do que os sais férricos e a diferença torna-se ainda maior com doses elevadas. As variações no sal ferroso têm relativamente pouco efeito sob a biodisponibilidade, e o sulfato, fumarato, succinato, gliconato e outros sais ferrosos são absorvidos aproximadamente na mesma proporção. A biodisponibilidade do ferro é de aproximadamente 10%, aumentado para cerca de 20%, na insuficiência do ferro. O ferro férrico é absorvido menos do que 5% e sabe-se que o alimento reduz sua biodisponibilidade. Quando utilizado em conjunto com substâncias redutoras, como o ácido ascórbico, a absorção do ferro é aumentada. O alumínio, o magnésio, as tetraciclinas e o leite reduzem a absorção do ferro. Deve-se evitar a administração do ferro após as refeições, para evitar o desconforto epigástrico e diminuição da absorção do sulfato ferroso. A dose terapêutica habitual de ferro é de cerca de 200 mg por dia (2 a 3 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), baseando-se no conteúdo de ferro da preparação.

Com relação ao preparo, as formulações de filmes comestíveis devem incluir pelo menos um componente capaz de formar uma matriz adequada, contínua, coesa e aderente (GUILBERT e BIQUET, 1995). Estes componentes podem ser classificados em três categorias: polissacarídeos, lipídios e proteínas. Longares et al. (2005) afirmam que os polissacarídeos, como por exemplo, gomas vegetais ou microbianas, amidos, celulosas, entre outros, apresentam boas propriedades para formação de filmes. Filmes formados com esses componentes hidrofílicos proporcionam eficientes barreiras contra óleos e lipídios, mas suas propriedades como barreira para a umidade são pobres (OLIVEIRA e CEREDA, 2003).

Os filmes à base de lipídios apresentam boas propriedades de barreira ao vapor de água, entretanto, apresentam pouca resistência às propriedades mecânicas (força e resistência). Enquanto que filmes à base de proteínas são considerados melhores barreiras ao oxigênio que muitos filmes sintéticos (LONGARES et al., 2005). Com base nessas informações, diversos materiais biológicos já foram testados como: lipídios (BRAVIN et al., 2004), amidos nativos e modificados (GUILBERT e BIQUET, 1995; HENRIQUE e CEREDA, 1999; CERVERA et al., 2004); proteínas, entre elas as do leite (MAUER et al., 2000; BARRETO et al., 2003); da carne (SOBRAL, 2000; MONTERREY-QUINTERO e SOBRAL, 2000); da gelatina (BARRETO et al., 2003); proteínas de soja (CHO e RHEE, 2002; MARINIELLO et al., 2003) entre outros componentes.

A obtenção de filmes comestíveis fundamenta-se na dispersão ou solubilização de biopolímeros em um solvente (água, etanol ou ácidos orgânicos) com a posterior adição de aditivos (plastificantes, agentes de ligação, entre outros), obtendo-se assim uma solução filmogênica que passará por uma operação de secagem para a formação dos filmes. Nesta etapa, ocorre o aumento da concentração do biopolímero na solução, devido à evaporação do solvente, e conseqüentemente a agregação das moléculas, levando à formação de uma rede tridimensional (MONTERREY e SOBRAL, 1999).

Portanto, as características finais destes filmes comestíveis estão intimamente ligadas às propriedades dos biopolímeros utilizados como base. Sendo assim, torna-se indispensável o conhecimento das propriedades das matérias-primas bem como os possíveis mecanismos de formação dos filmes. Os métodos utilizados para a determinação dos filmes comestíveis são derivados dos métodos clássicos aplicados aos materiais sintéticos. Entretanto, estes métodos foram adaptados às características dos biofilmes, particularmente à sua grande sensibilidade à umidade relativa e à temperatura (GUILBERT e BIQUET, 1995; GONTARD et al., 1996). Deste modo o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um filme de amido modificado incorporado

Avaliação de filmes fortificados com ferro

PIRAN, A. R. et al.

com sulfato ferroso para poder ser utilizado como embalagem secundária de alimentos.

2 Material e métodos

2.1 Elaboração dos filmes

Os filmes foram elaborados segundo a técnica tipo *casting* (SOBRAL, 2000), que consiste no preparo de uma solução filmogênica (SF). Diferentes concentrações foram testadas: amido de milho (Candymil) de 1 a 5 g, a glicerina de 0,5 a 1,4 g. Estes foram dissolvidos em 100 mL de água destilada, sob agitação suave e enriquecidos com sulfato ferroso (14 mg.100 mL⁻¹ de SF). A SF foi tratada termicamente (micro-ondas), provocando a gelatinização do amido. Em seguida, aplicou-se a SF em placas de plástico. O controle de peso foi feito em uma balança analítica (precisão de ±0,001).

As soluções filmogênicas foram desidratadas em uma estufa com circulação e renovação de ar, a 30 °C e umidade relativa ambiente, por 20 a 24 h. Os biofilmes obtidos foram acondicionados a 22 °C e 58% de umidade relativa, em dessecadores contendo solução saturada de NaBr, por 4 dias, antes de serem caracterizados. A caracterização dos filmes foi feita com a solução filmogênica de 4 g de amido de milho (Candymil), 1,2% de glicerina, 14 mg de sulfato ferroso e 100 mL de água destilada.

2.2 Solubilidade em água dos filmes

A determinação da solubilidade foi realizada segundo a metodologia proposta por Gontard et al. (1992). Na qual três discos de cada amostra de filme, com 2 cm de diâmetro foram cortados e submetidos à secagem por 24 h a 100 °C, sendo posteriormente pesados. As amostras foram imersas em 50 mL de água destilada, onde foram mantidas durante 24 h, sob agitação esporádica. Após este período, determinou-se o conteúdo de matéria seca não solubilizada através de filtração e secagem a 100 °C por 24 h. A solubilidade foi calculada como a relação entre a matéria seca final e a matéria seca inicial, utilizando a Equação 1:

$$\% \text{ M.S} = ((m_i - m_f)/m_i) \times 100 \quad (1)$$

onde: %M.S = porcentual de material solubilizado; m_i = massa inicial de amostra (matéria seca inicial); e m_f = massa final de amostra (matéria seca final)

2.3 Umidade

A determinação da umidade foi realizada segundo a metodologia das Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Foi pesado 1 g de amostra em pesa-filtro previamente aquecido em estufa a 105 °C, por 1 h, resfriado em dessecador até a temperatura ambiente, pesado, deixado por 24 h em estufa a 105 °C e resfriado

até peso constante. A equação utilizada para a determinação foi:

- $100 \times N / P = \% \text{ umidade a } 105 \text{ }^\circ\text{C}$;
- N = número de gramas de umidade; e
- P = número de gramas da amostra.

2.4 Opacidade

A opacidade aparente dos filmes foi determinada utilizando-se um espectrofotômetro. Os filmes foram cortados em retângulos e aderidos à parede interna da cubeta do espectrofotômetro. Nessas condições, foi varrida a faixa de comprimento de onda da luz visível, em 600 nm. Os resultados foram reportados como a absorvância dividida pela espessura da película (mm) baseada em três replicatas (PARK e ZHAO, 2004).

2.5 Espessura

A espessura dos filmes foi medida (média de nove determinações) com um micrômetro conforme metodologia proposta por Monterrey e Sobral (1999).

2.6 Preparo das embalagens de arroz

Para o preparo das embalagens de arroz, 50 g de arroz foram pesados e embalados em um filme com as dimensões de 15 cm de largura e 20 cm de comprimento. Esta embalagem foi fechada em uma termosoldadora a vácuo.

2.7 Determinação do ferro

Foi avaliada a concentração de ferro por absorção atômica das seguintes amostras: arroz, filme, filme enriquecido com ferro e filme enriquecido com ferro + arroz (embalagem individual). As amostras de arroz (50 g), arroz + filme enriquecido (50 g) foram cozidos em 250 mL de água, durante 15 min. Após o cozimento e resfriamento foi realizada a quantificação de ferro em triplicata.

Para a determinação do ferro, primeiramente determinou-se a umidade das amostras. A seguir, foram pesados cerca de 3 g das amostras, colocados na mufla a 550 °C, durante 5 h e depois no dessecador até peso constante. Os metais foram extraídos pela digestão da amostra com 2 mL de HNO₃ concentrado e 2 mL de água oxigenada (30%). O extrato, depois de filtrado, foi completado com 25 mL de água destilada e a concentração de ferro foi medida por espectrometria por Absorção Atômica, com chama em um aparelho Varian, modelo specter AA. Os resultados foram expressos em mg.100 g⁻¹ na base seca.

3 Resultados e discussão

A seguir são apresentados e discutidos os resultados obtidos sobre a caracterização dos filmes quanto

Avaliação de filmes fortificados com ferro

PIRAN, A. R. et al.

à solubilidade, umidade, opacidade e quantificação de ferro presente no filme e no arroz.

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios da solubilidade e da umidade do filme enriquecido com ferro e do não enriquecido.

Como pode ser observado na Tabela 1, o filme enriquecido com ferro possui 13,50% a mais de umidade que o não enriquecido. Para Monterrey e Sobral (1999), as diferenças nas umidades ocorrem em função de sua composição e devido ao caráter higroscópico dos plastificantes. A umidade mínima encontrada, nos filmes à base de proteínas miofibrilares de tilápia do Nilo, foi de 20,8% e máxima de 51,7%, variando de forma geral entre 25 e 35%.

Comparando o valor do enriquecido (Tabela 1), que foi de 26,01%, com os valores encontrados por Monterrey e Sobral (1999), que de forma geral variaram de 25 a 35%, pode-se dizer que os filmes à base de amido enriquecido estão dentro do mesmo intervalo de variação. Já o não enriquecido apresentou 8,29% a menos de umidade do que o menor valor encontrado pelo autor.

Quanto à solubilidade, o filme não enriquecido mostrou-se mais solúvel (24,1%) que o enriquecido. Esta menor solubilidade do filme enriquecido deve estar relacionada à presença do ferro. Na comparação dos valores encontrados com os dos autores acima citados (12,3 e 19,5%) constata-se que tanto o filme não enriquecido quanto o enriquecido apresentaram maior solubilidade. A menor diferença de solubilidade entre estes, foi de 37,23% e a maior foi de 68,53%. Estes dados permitem levantar a hipótese de que a composição dos filmes e o acréscimo de ferro tiveram influência sobre a solubilidade.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da opacidade dos filmes enriquecidos e do não enriquecido com ferro.

Os resultados mostram que os filmes enriquecidos com ferro apresentam maior opacidade em relação ao não enriquecido. Isso pode significar que o ferro influenciou na maior opacidade do filme por força da pigmentação alaranjada que possui.

Tabela 1. Solubilidade e umidade dos filmes.

Propriedades	Filme enriquecido com ferro	Filme não enriquecido
Solubilidade (%)	56,73	80,83
Umidade (%)	26,01	12,51

Tabela 2. Opacidade dos filmes.

Filmes	Opacidade (Abs.mm ⁻¹)
Filme enriquecido com ferro	8,7653 ¹
Filme sem ferro	6,589 ¹

¹ Absorbância em 600 nm dividida pela espessura em mm.

Para Park e Zhao (2004), em seus filmes incorporados com cálcio a opacidade resultou em valores entre 0,48 e 0,78 (Abs.mm⁻¹), os incorporados com zinco entre 0,57 e 0,78 (Abs.mm⁻¹) e os incorporados com vitamina E entre 8,36 e 13,09 (Abs.mm⁻¹). Esta opacidade mais elevada dos filmes incorporados com vitamina E, segundo esses mesmos autores, pode ser devida à temperatura de secagem ambiental feita na emulsão, tornando o filme mais amarelado e opaco.

Comparando-se os resultados do filme à base de amido enriquecido com ferro (8,7653) com os filmes desenvolvidos por Park e Zhao (2004), pode-se dizer que são semelhantes aos que foram incorporados com vitamina E. Já o não enriquecido (6,589) mostrou uma opacidade inferior ao incorporado com vitamina E, mas superior aos incorporados com zinco e cálcio.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados os resultados dos teores de ferro em mg.100 g⁻¹ em base seca, dos filmes enriquecidos e não enriquecidos e do arroz com e sem o filme enriquecido.

Observa-se na Tabela 3 que o filme enriquecido com ferro apresentou teores mais elevados de ferro que o filme não enriquecido. Isto é devido ao enriquecimento inicial com o sulfato ferroso. Percebe-se, através da análise da Tabela 4, que os teores de ferro no arroz cozido com o filme enriquecido foram mais elevados do que o do arroz cozido sem o filme. Este teor mais elevado é consequente do enriquecimento.

A ingestão diária de ferro recomendada para lactente (1-3 anos) é de 10 mg, para crianças (4-10 anos) 10 mg, para adultos 14 mg, para gestantes 30 mg e para lactantes (mulheres amamentando) 15 mg, segundo o Ministério da Saúde (ANVISA, Portaria n^o 33 1998). Considerando-se esses valores e comparando-os com os resultados encontrados (Tabela 4), pode-se afirmar que as necessidades diárias de ferro com a ingestão do arroz+embalagem enriquecida seriam supridas por

Tabela 3. Teores de ferro encontrados nos filmes enriquecidos e não enriquecidos.

Filmes	Teores de Ferro em mg.100 g ⁻¹ (base seca)
Filme enriquecido com ferro	126,7
Filme não enriquecido	1,2015

Tabela 4. Teores de ferro encontrado no arroz cozido embalado em filme enriquecido e no cozido sem o filme.

Arroz	Teor de Ferro em mg.100 g ⁻¹ (base seca)
Arroz cozido com o filme enriquecido	4,25
Arroz cozido sem o filme	0,668

Avaliação de filmes fortificados com ferro

PIRAN, A. R. et al.

lactentes e crianças em 42,5%, por adultos em 30,35%, por gestantes em 14,16% e por lactantes em 28,33%.

Através desta comparação pode-se dizer que o enriquecimento mostrou-se importante para a melhoria nutricional do alimento, podendo ajudar de maneira a evitar a anemia por carência de ferro em todas as faixas etárias. Entretanto, quando avaliadas as perdas de ferro com o cozimento, constata-se que há uma diminuição de 46% do ferro disponível. Pois, na SF referente à elaboração de um filme, esta continha 4,6 mg de ferro e, após a sua utilização e cozimento, como embalagem de arroz, obteve-se um valor de 2,1 mg de ferro para cada 50 g de amostra (arroz + filme).

4 Conclusões

O trabalho permite concluir que é possível desenvolver filmes comestíveis enriquecidos com ferro para embalar arroz, facilitando a utilização do produto pelo consumidor e aumentando o seu valor nutritivo. Quanto à caracterização dos filmes pode-se concluir que a solubilidade em água permite que estes sejam cozidos juntamente com o arroz, sem interferir na aparência; a umidade encontrada não impede que o arroz seja embalado com este filme; a opacidade constatada não é fator relevante para a embalagem deste tipo de produto, visto que funcionaria como uma segunda embalagem.

Em relação à quantificação do ferro nas embalagens pode-se concluir que a fortificação foi eficiente, pois o ferro manteve-se em quantidades nutricionalmente significativas. O mesmo pode ser afirmado quanto à quantidade de ferro incorporada no arroz cozido com a embalagem enriquecida na comparação com o cozido sem a embalagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPERGS, FAPITEC e CAPES o auxílio financeiro e a bolsa concedida.

Referências

- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº33**, de 13 de janeiro de 1998. Brasília, 1998.
- BARRETO, P. L. M.; PIRES, A. T. N.; SOLDI, V. Thermal degradation of edible films based on milk proteins and gelatin in inert atmosphere. **Polymer Degradation and Stability**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 147-152, 2003.
- BRAVIN, B.; PERESSINI, D.; SENSIDONI, A. Influence of emulsifier type and content on functional properties of polysaccharide lipid-based edible films. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 21, p. 6448-6455, 2004.
- CERVERA, M. F.; HEINÄMÄKI, J.; KROGARS, K.; JÖRGENSEN, A. C.; KARJALAINEN, M.; COLARTE, A. I.; YLIRUUSI, J. Solid-state and mechanical properties of aqueous chitosan-amylose

starch films plasticized with polyols. **AAPS PharmSciTech**, Virginia, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2004.

CHO, S. Y.; RHEE, C. Sorption characteristics of soy protein films and their relation to mechanical properties. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, Amsterdam, v. 35, n. 2, p. 151-157, 2002.

GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Edible wheat gluten films: influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, n. 1, p. 190-199, 1992.

GUILBERT, S.; BIQUET, B. Películas y envolturas comestibles. In: BUREAU, G.; MULTON, J. L. **Embalaje de los alimentos de gran consumo**. Zaragoza: Editora Acríbia S.A., 1995. Cap. 22, p. 331-371.

GUILBERT, S.; GONTARD, N.; GORRIS, L. G. M. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, Amsterdam, v. 29, n. 1-2, p. 10-17, 1996.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Anassa Duch*) cv IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 231-233, 1999.

INSTITUTO ADOLPHO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 1 – Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos. 533 p.

LONGARES, A.; MONAHAN, F. J.; O'RIORDAN, E. D.; O'SULLIVAN, M. Physical properties of edible films made from mixtures of sodium caseinate and WPI. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v. 15, n. 12, p. 1255-1260, 2005.

MARINIELLO, L.; Di PIERRO, P.; ESPOSITO, C.; SORRENTINO, A.; MAIS, P.; PORTA, R. Preparation and mechanical properties of edible pectin-soy flour films obtained in the absence or presence of transglutaminase. **Journal of Biotechnology**, Amsterdam, v. 102, n. 2, p. 191-198, 2003.

MAUER, L. J.; SMITH, D. E.; LABUZA, T. P. Water vapor permeability, mechanical, and structural properties of edible β -casein. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v. 10, n. 5-6, p. 353-358, 2000.

MONTERREY, E. S.; SOBRAL, P. J. A. Caracterização de propriedades mecânicas e óticas de biofilmes a base de proteínas miofibrilares de tilápia do Nilo usando uma metodologia de superfície-resposta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 294-301, 1999.

MONTERREY-QUINTERO, E. S.; SOBRAL, P. J. A. Preparo e Caracterização de Proteínas Miofibrilares de Tilápia-Do-Nilo para Elaboração de Biofilmes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 179-189, 2000.

Avaliação de filmes fortificados com ferro*PIRAN, A. R. et al.*

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Pós-colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* L.Bastsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa à cera comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, supl., p. 28-33, 2003.

PARK; S.; ZHAO, Y. Incorporation of mineral or vitamin into chitosan-based films. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Oregon, v. 52, n. 7, p. 1933-1939, 2004.

SHERESTHA, A. K.; ARCOD, J.; PATERSON, J. L. Edible coating materials their properties and use in the fortification of rice with folic acid. **Food Research International**, Amsterdam, v. 36, n. 9-10, p. 921-928, 2003.

SOARES, R. M. D.; LIMA, A. M. F.; OLIVEIRA, R. V. B.; PIRES, A. T. N.; SOLDI, V. Thermal degradation of biodegradable edible

films based on xanthan and starches from different sources. **Polymer Degradation and Stability**, Amsterdam, v. 90, n. 3, p. 449-454, 2005.

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

VICENTINI, N. M. **Elaboração e caracterização de filmes comestíveis à base de fécula de mandioca para uso em pós-colheita**. 2003. 62 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista - UNESP, São Paulo.