

# Efeito de embalagem biodegradável de amido no armazenamento de queijo processado

## Effect of biodegradable starch packing on storage of processed cheese

Juliana Bonametti Olivato<sup>1</sup>; Suzana Mali<sup>2\*</sup>; Maria Victória Eiras Grossmann<sup>3</sup>

### Resumo

---

Há um interesse crescente no emprego de matérias-primas provenientes de recursos renováveis para a produção de embalagens para alimentos. Dentre os biopolímeros mais promissores para este fim estão os amidos de diversas fontes botânicas, que são biodegradáveis, têm custo baixo e estão disponíveis em todo o mundo. Assim sendo, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de embalagens biodegradáveis de amido de inhame no armazenamento (30 dias / 4°C) de queijo processado obtido de fonte comercial, e comparar o seu desempenho com o de embalagens convencionais. Os resultados obtidos mostraram que a embalagem convencional foi mais eficaz na retenção do peso e atividade de água das amostras do que a embalagem de amido. Quanto à contagem microbiana, apenas as amostras não embaladas apresentaram contaminação. A acidez titulável e o pH não diferiram nas amostras embaladas durante todo o tempo de armazenamento (teste de tukey,  $p \leq 0,05$ ). Considerando os resultados apresentados, verificou-se que a utilização de embalagens de amido de inhame pode ser uma alternativa para este tipo de produto, desde que, mais estudos sejam realizados no sentido de aprimorar a embalagem de amido como barreira às trocas de vapor de água.

**Palavras-chave:** Embalagens biodegradáveis, armazenamento e queijo processado

### Abstract

---

There is an increasing interest in the utilization of renewable resources for the production of food packaging. Among the biopolymers, starches from several sources have been considered as one of the most promising material for this purpose; and the reasons for this are that starches are biodegradable, inexpensive and available in all world. This work had the objective of evaluate the effect of yam starch biodegradable packaging on storage (30 days / 4°C) of comercial-processed cheese and to compare with conventional packaging. The results showed that conventional packaging presented the better behavior on weight and water activity retention of samples during all storage time than starch packaging. Considering microbiological counts, only control samples (unpacked) showed contamination. Titratable acidity and pH of packaged samples did not differ for starch or conventional package (Tukey test,  $p \leq 0.05$ ) during all storage time. Considering the presented results, yam starch could be used as an alternative to package processed cheese, but more studies have to be done to improve starch films as a water vapor barrier.

**Key words:** Biodegradable package, storage and processed cheese

---

<sup>1</sup> Aluna de Graduação do Curso de Farmácia e Bioquímica da Universidade Estadual de Londrina

<sup>2</sup> Farmacêutica – Bioquímica, Doutora em Ciência de Alimentos e Bolsista CAPES – PRODOC do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos, CCA, UEL (smali@uel.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Alimentos do Departamento TAM, CCA, UEL.

\* Autor para correspondência.

## Introdução

O crescente interesse em melhorar a qualidade do meio ambiente, aliado ao acúmulo de lixo não biodegradável, tem incentivado pesquisas em todo o mundo no sentido de incrementar e desenvolver embalagens biodegradáveis provindas de fontes renováveis. As macromoléculas biológicas mais estudadas para este fim são as proteínas e os polissacarídeos, polímeros capazes de formar matrizes contínuas e, que através de diversas técnicas de produção, podem ser transformados em filmes e revestimentos comestíveis e/ou biodegradáveis (MALI; GROSSMANN, 2003).

A utilização de filmes e revestimentos comestíveis para a proteção de alimentos já era empregada em tempos passados de forma empírica. De acordo com Guilbert e Gontard (1995), dentre as primeiras embalagens plásticas biodegradáveis estudadas, estavam aquelas desenvolvidas a partir da combinação de amido (5-20%) e polímeros sintéticos, porém, estes materiais apenas se fragmentavam em moléculas menores no meio ambiente, apresentando biodegradabilidade discutível.

Atualmente, há o interesse no desenvolvimento de materiais termoplásticos compostos essencialmente por amido que, ao contrário dos polímeros usados em embalagens convencionais, é biodegradável e obtido a partir de fontes renováveis. Para a obtenção de um material termoplástico de amido, a sua estrutura granular precisa ser destruída para dar origem a uma matriz polimérica homogênea e essencialmente amorfa (SOUZA; ANDRADE, 2000).

Os polímeros de glucose que constituem o amido são a amilose, que é linear, e a amilopectina, que é ramificada, associadas por pontes de hidrogênio. Variações nas proporções entre estes componentes e em suas estruturas podem resultar em grânulos de amido com propriedades físico-químicas e funcionais diferentes. A amilose é o polímero responsável pela capacidade do amido formar filme, uma vez que, suas

cadeias lineares apresentam a tendência de se orientar paralelamente, formando pontes de hidrogênio entre moléculas adjacentes e favorecendo a formação de filmes fortes (WURZBURG, 1986).

Dentre os amidos mais empregados comercialmente estão os de milho, batata, arroz, trigo e mandioca (ALVES; GROSSMANN; SILVA, 1999), porém, o amido obtido de tubérculos de cará ou inhame (*Dioscorea alata*), pelo seu teor médio de amilose (30%), se configura como uma alternativa interessante para a confecção de filmes e revestimentos biodegradáveis e/ou comestíveis (MALI; GROSSMANN, 2003)

Os filmes de amido são insolúveis e impermeáveis a lipídios, ou seja, podem ser empregados na embalagem de alimentos com altos teores de lipídios sem qualquer alteração de sua estrutura (RYU et al, 2002). Portanto, uma alternativa de aplicação viável destes materiais poderia ser na embalagem de queijos processados, fatiados e embalados individualmente, já que este tipo de produto requer tanto o emprego de uma embalagem primária, quanto de uma secundária, gerando após o seu consumo grande quantidade de lixo plástico não biodegradável.

Neste contexto se insere o presente trabalho, que visa estudar a utilização de uma embalagem plástica biodegradável de amido como embalagem primária de queijo processado, fatiado e embalado individualmente, com a finalidade de propor uma alternativa para a redução da quantidade de lixo gerada a partir do consumo deste produto. Portanto, os objetivos do presente trabalho foram: produzir filmes plásticos biodegradáveis de amido de inhame e, avaliar o efeito destes como embalagem de queijo processado tipo prato, embalado individualmente durante o armazenamento do produto, através da medida de parâmetros de qualidade físico-químicos e microbiológicos e, ainda, comparar a embalagem de amido de inhame com a embalagem de uso comercial do produto.

## Material e métodos

### Material

O amido foi extraído de tubérculos de cará ou inhame (*Dioscorea alata*), produzidos na região de Londrina – PR, de acordo com Alves, Grossmann e Silva (1999). O amido foi caracterizado quanto aos seus teores de amilose e amilopectina, que foram determinados simultaneamente de acordo com técnica descrita por Lander, Gbur e Sharp (1991); e quanto aos seus teores de cinzas, proteínas, lipídios e umidade de acordo com os métodos oficiais da American Association of Cereal Chemists (1995).

O queijo prato fatiado e embalado individualmente foi obtido de fonte comercial, na Região de Londrina – PR, com a exigência de que tivesse no máximo 2 semanas de fabricação. Então, estudou-se o seu armazenamento com a embalagem convencional e com a embalagem de amido de inhame e, ainda, um tratamento controle, sem embalagem, foi estudado.

### Métodos

#### • Preparo dos filmes

Os filmes foram confeccionados com 3,0 % de amido (g de amido/100 g de solução filmogênica) e 20% glicerol (g de glicerol /100g de amido), segundo técnica do tipo *casting*. As soluções filmogênicas foram aquecidas de 30 a 95°C, mantidas a 95°C por 10 minutos, empregando-se viscosígrafo Brabender Pt 100 (Duisburg – Alemanha). Em seguida, foram espalhadas em placas de acrílico (10 x 20 cm) e o controle da espessura realizado através da relação entre a massa de solução filmogênica e a área da placa, ou seja, foram aplicados às placas 9,0 mg de sólidos secos/cm<sup>2</sup> de placa para obtenção de filmes com espessuras de 0,08 mm. O material foi seco em estufa com circulação e renovação de ar (Tecnal 394-3 / Piracicaba – SP), a 40°C até peso constante. Os filmes foram condicionados, durante 48 horas, em dessecadores, sob umidade relativa de 64% e temperatura ambiente (25°C ± 2), antes das análises.

#### • Embalagem e armazenamento do queijo fatiado

O queijo prato fatiado foi submetido a 3 tipos de tratamentos:

– tratamento 1 – produto embalado com filme plástico de polipropileno (embalagem convencional) como embalagem primária e embalagem secundária de polietileno ;

– tratamento 2 – bandejas embaladas com filme plástico a base de amido de inhame como embalagem primária e embalagem secundária de polietileno.

– controle – filme sem embalagem.

Após terem recebido as diferentes embalagens, as fatias de queijo foram armazenadas sob temperatura de 4°C e umidade relativa de 85%, em estufa incubadora para B.O.D. (Tecnal – São Paulo-SP). Durante o tempo de armazenamento refrigerado (30 dias), as fatias de queijo foram avaliadas quanto a: perda de massa, pH, acidez titulável, atividade de água, contagem total de microrganismos mesófilos, psicrotróficos, *Escherichia coli*, coliformes totais e de bolores e leveduras.

#### • Análises físico-químicas

##### Perda de massa

As amostras foram pesadas em balança analítica, no início (peso inicial), e a cada três dias, durante todo o tempo de armazenamento refrigerado. A perda de massa foi calculada como porcentagem do peso inicial: % perda de massa = [(massa inicial – massa final) / massa inicial] x 100

##### Atividade de água

A atividade de água foi realizada em equipamento AquaLab (Modelo CX-2), a cada 4 dias de análise. O equipamento foi calibrado três vezes com água destilada antes da sua utilização.

### Potencial hidrogeniônico – pH

A leitura de pH foi realizada utilizando-se potenciômetro digital (Hanna Instruments modelo H18514 Estados Unidos), através dos procedimentos descritos nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Todos os testes foram feitos em triplicata, a cada 4 dias.

### Acidez titulável

A acidez titulável, determinada como porcentagem de ácido láctico, foi realizada através dos procedimentos descritos nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Todos os testes foram feitos em triplicata, a cada 4 dias.

#### • Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas para contagem total de microrganismos mesófilos, psicotróficos, *Escherichia coli*, coliformes totais e de bolores e leveduras. As tomadas de amostras ocorreram a cada 7 dias, durante o período de armazenamento refrigerado.

As amostras foram totalmente aleatorizadas, retiradas das embalagens com auxílio de uma pinça estéril, pesadas (25 g) em sacos plásticos estéreis e, então, adicionadas de 225 mL de solução de água peptonada a 1% (p/v). Em seguida, foram homogeneizadas em Stomacher 400 (Inglaterra), por 60 s, na velocidade alta.

Do material homogeneizado de cada tratamento, foram realizadas diluições, da ordem de  $10^{-2}$  a  $10^{-6}$ , sempre sob condições de assepsia e, então, as amostras diluídas foram inoculadas ou, em placas de Petri ou, em placas Petrifilm (3M – Estados Unidos).

Para contagem de mesófilos e psicotróficos, inoculou-se 1,0 mL de cada diluição em placa de Petri e adicionou-se 15-20 mL de Agar PCA (Plate Count Agar, Merck). As placas de Petri foram incubadas invertidas, a 37°C por 48 h, em estufa Fanem 002

CB (São Paulo – Brasil) para a contagem dos mesófilos e, para contagem dos psicotróficos foram incubadas invertidas, a 10°C por 10 dias, em câmara fria Repamal (São Paulo – Brasil).

Para contagem de bolores e leveduras empregou-se placas Petrifilm YM (3M – Estados Unidos), que foram incubadas a 25°C por 5 dias em estufa incubadora para B.O.D. (Tecnal – São Paulo – SP). Para contagem de coliformes totais e *E.coli* foram empregadas placas Petrifilm EC (3M – Estados Unidos), que foram incubadas a 37°C por 24 h para resultados de coliformes totais e, por 48 h, para resultados de *E.coli*.

Todos os ensaios foram feitos em triplicata, e, em todos os casos, as contagens feitas apenas nas placas que contiverem de 30 a 300 colônias. Os resultados foram expressos em Unidades formadoras de colônias – UFC/g de queijo.

#### • Análise estatística

Todas as análises das amostras armazenadas sob temperatura de refrigeração foram realizadas em dois lotes diferentes do produto, constituindo, portanto, duas repetições genuínas de todo o experimento.

Para análise estatística dos resultados obtidos foi empregado programa computacional Statistica versão 5.0 (Statsoft – Oklahoma – USA). Foi empregado teste de Tukey (nível de significância de 5%) para comparação de médias e análise do desvio-padrão.

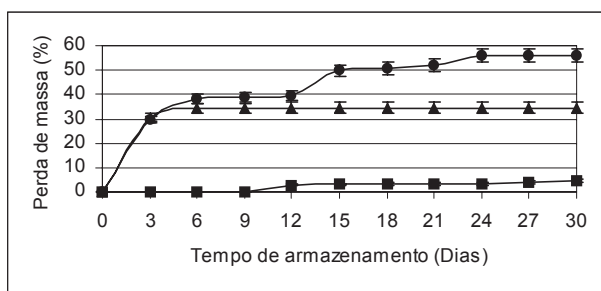
## Resultados

O amido de inhame apresentou  $0,17 \pm 0,0072$  % de cinzas,  $0,40 \pm 0,0057$ % de proteínas,  $0,30 \pm 0,0009$  % de lipídios e  $99,12 \pm 0,113$  % de carboidratos, mostrando que o método de extração empregado foi eficiente no sentido de eliminar outros componentes como lipídios, sais minerais e proteínas.

O amido de inhame obtido apresentou  $30 \pm 2$  % de amilose e  $70 \pm 5$  % de amilopectina. O conteúdo de amilose foi superior aos valores encontrados por

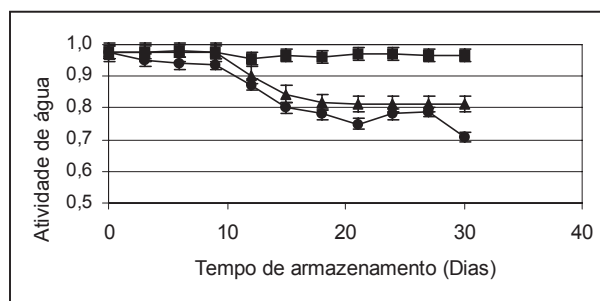
Rasper e Coursey (1967), Kay (1973), Ciacco e Dappolonia (1978), Emiola e Delarosa (1981) e Valetudie (1992), situados entre 21 e 24 %. Alves, Grossmann e Silva (1999) encontraram valores similares e Cruz-Gay e Gonzalez (1974) encontraram valores superiores aos demais (34%). Variações podem ser esperadas em função das condições climáticas do cultivo dos tubérculos e das épocas de colheita, porém, parte da diferença obtida pode ser atribuída aos diferentes métodos de análise empregados na quantificação da amilose.

A perda de massa das amostras ocorreu nos três tratamentos testados, porém, em maior escala no controle e, em menor escala nas embaladas com a embalagem convencional; os filmes a base de amido apresentaram comportamento intermediário. Quando comparados com o controle, os filmes de amido provocaram um decréscimo na perda de massa das amostras (Figura 1). A diferença entre a embalagem de amido e a convencional se deu principalmente pela diferença de permeabilidade ao vapor de água das mesmas, enquanto que a embalagem de amido tem permeabilidade em torno de  $10^{-10} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$  (MALI et al., 2004), a convencional de polipropileno tem em torno de  $10^{-2} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$  (CUQ; GUILBERT; GONTARD, 1995), configurando como barreira muito mais efetiva contra a perda de água.



**Figura 1.** Perda de massa do queijo processado tipo prato em função do tempo de armazenamento refrigerado (4°C): (●) amostras sem embalagem. Controle, (■) amostras embaladas com embalagem convencional, (▲) amostras embaladas com filmes de amido de inhame. As barras de erros indicam o desvio padrão.

A atividade de água das amostras seguiu a mesma tendência da perda de massa, se mostrando estável nas amostras embaladas com a embalagem convencional e com maiores alterações no controle sem embalagem (Figura 2)

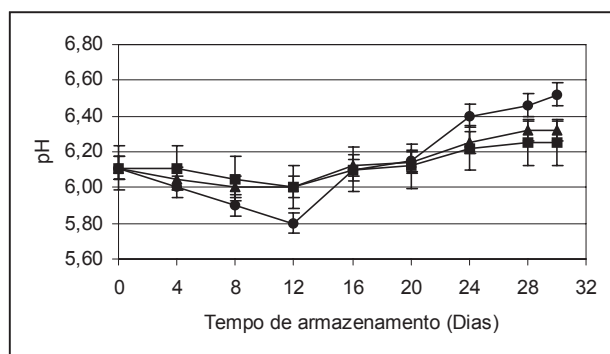


**Figura 2.** Atividade de água do queijo processado tipo prato em função do tempo de armazenamento refrigerado (4°C): (●) amostras sem embalagem – Controle, (■) amostras embaladas com embalagem convencional, (▲) amostras embaladas com filmes de amido de inhame. As barras de erros indicam o desvio padrão.

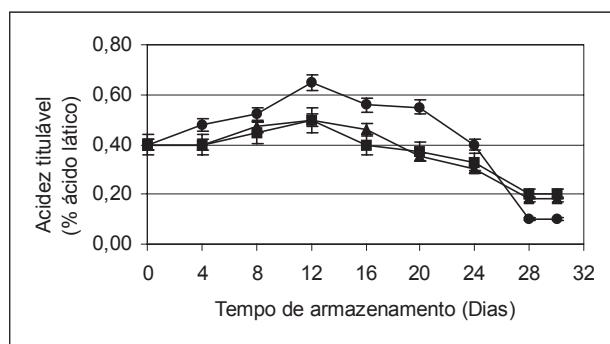
Nas Figuras 3 e 4 pode-se perceber que, ao longo do armazenamento, houve inicialmente um decréscimo dos valores de pH, assim como um aumento da acidez titulável nas amostras embaladas, no entanto, a partir do 12º dia de armazenamento, um aumento da acidez foi evidenciado, com maiores alterações nas amostras controle (teste de Tukey,  $p \leq 0,05$ ). Não houve diferença significativa no comportamento das amostras embaladas (teste de Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

Aos 30 dias de armazenagem, as amostras controle apresentaram os maiores valores de pH (6,52) e os menores para acidez titulável (0,10 % ácido láctico), quando comparadas às amostras embaladas. Tanto o decréscimo do pH, quanto o aumento da acidez titulável, podem ser atribuídos à degradação da lactose residual que pode ocorrer em queijos no início do armazenamento. A tendência então, é que ocorra um decréscimo da acidez, que se verifica pelo aumento do pH e decréscimo da acidez titulável, que se deve à liberação de aminoácidos de caráter básicos decorrentes de uma proteólise secundária (PIZAIA; SPADOTI;

NARIMATSU, 2003). De acordo com Bunka, Hrabec e Kracmar (2004), em queijos processados, o processo de esterilização leva à degradação de aminoácidos com liberação de amônia, o que pode acontecer também durante o armazenamento do produto, gerando então, um aumento do pH do produto.



**Figura 3.** Valores de pH do queijo processado tipo prato em função do tempo de armazenamento refrigerado (4°C): (●) amostras sem embalagem – Controle, (■) amostras embaladas com embalagem convencional, (▲) amostras embaladas com filmes de amido de inhame. As barras de erros indicam o desvio padrão.



**Figura 4.** Acidez titulável do queijo processado tipo prato em função do tempo de armazenamento refrigerado (4°C): (●) amostras sem embalagem – Controle, (■) amostras embaladas com embalagem convencional, (▲) amostras embaladas com filmes de amido de inhame. As barras de erros indicam o desvio padrão.

As análises microbiológicas para a contagem de mesófilos, psicrófilos, bolores, leveduras e coliformes totais, mostraram que as amostras embaladas não sofreram contaminação microbiana até o trigésimo dia de armazenamento. Para as

amostras embaladas com a embalagem convencional isto é de se esperar, já que o queijo processado sofreu um processo de esterilização. No caso das amostras de amido, os resultados só mostram que o processo de embalagem não levou à contaminação do produto e, ainda, que a embalagem de amido possibilita proteção contra contaminação microbiológica. As amostras controle, a partir do 14º dia de armazenamento já mostraram contaminação com mesófilos, psicrófilos, bolores e leveduras acima de  $10^{-3}$  UFC/g de produto, provavelmente, resultado da contaminação externa ocorrida durante o armazenamento do produto.

## Conclusões

Os resultados obtidos mostraram que a utilização de embalagens de amido de inhame pode ser uma alternativa a este tipo de produto, entretanto, é necessário que mais estudos sejam realizados no sentido de aprimorar a técnica, principalmente pelo estudo da combinação do amido a materiais que sejam uma barreira mais efetiva às trocas de vapor de água, impedindo assim, as perdas de massa do produto. Fatores econômicos e produção em escala industrial dos filmes devem ser abordados numa próxima etapa desta pesquisa.

## Agradecimentos

Ao Programa Capes/ProDoc.

## Referências

- ALVES, R. M. L.; GROSSMANN, M. V. E.; SILVA, R. S. F. Pre – gelatinized starch of *Dioscorea alata* – functional properties. *Food Chemistry*, London, v.67, n.2, p.123-127, 1999.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). *Approved Methods*. St. Paul: Minnesota, 1995.
- BUNKA, F.; HRABEC, J.; KRACMA, S. The effect of sterilization on amino acid contents in processed cheese. *International Dairy Journal*, Barking, v.14, n.9, p.929-931, 2004.

- CIACCO, C. F.; DAPPOLONIA, B. L. Baking studies with cassava and yam flour. I. Biochemical composition of cassava and yam flour. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v.55, n.3, p.402-411, 1978.
- CRUZ-GAY, J. R.; GONZALEZ, M. A. Properties of starch from Florido yam (*Disocorea alata* L.). *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*, Porto Rico, v.58, n.3, p.312-316, 1974.
- CUQ, B.; GUILBERT, S.; GONTARD, N. Edible films and coatings as active layers. In: ROONEY, M.L (Ed). *Active Food Packaging*. London: Chapman & Hall, 1995. p.111-142.
- EMIOLA, L. O.; DELAROSA, L. C. Physicochemical characteristics of yam starches. *Journal of Food Biochemistry*, Westport, v.5, n.2, p.115-130, 1981.
- GUILBERT, S; GONTARD, N. Technology and applications of edible protective films. In: BIOTECHNOLOGY AND FOOD RESEARCH – “New shelf-life technologies and safety assessments”, 7., 1995, Helsink (Finlândia). *Anais... Helsink*, 1995. p.49-60.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 2. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.
- KAY, D. E. *Crop and product digest – root crops*. London: Tropical Products Institute, 1973.
- LANDERS, P. S.; GBUR, E. E.; SHARP, R. P. Comparison of two models to predict amylose concentration in rice flours as determined by spectrophotometric assay. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v.68, n.5, p.545-548, 1991.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; GARCÍA, M. A.; MARTINO, M. M.; ZARITZKY, N. E. Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam starch films. *Carbohydrate Polymers*, Barking, v.56, n.2, p.129-135, 2004.
- MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E. Effects of yam starch films on storability and quality of fresh strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v.51, n.24, p.7055-7011, 2003.
- PIZAIA, P. D.; SPADOTI, L. M.; NARIMATSU, A. Composição, proteólise, capacidade de derretimento e formação de “blisters” do queijo mussarela obtido pelos métodos tradicional e de ultrafiltração. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.23, n.3, p.485-491, 2003.
- RASPER, V.; COURSEY, D. G. Properties of starches of some West African yams. *Journal of Science of Food Agriculture*, London, v.18, n.6, p.240-244, 1967.
- RYU, S. Y.; RHIM, J. W.; ROH, H. J.; KIM, S. S. Preparation and Physical Properties of Zein-Coated High-Amylose Corn Starch Film. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, London, v.35, n.8, p.680 – 686, 2002.
- SOUZA, R.; ANDRADE, C. Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, São Carlos, v.10, n.1, p.24-30, 2000.
- VALETUDIE, J.C. *Modifications Structurales et Physicochimiques de Tubercules Amylaces Tropicaux au Cours de la Cuisson Relation avec la Structure de Leurs Amidons*. 1992. Tese (Doutorado) – Universidade de Nantes, Nantes (França).
- WURZBURG, O. B. Cross – linking starches. In: \_\_\_\_\_ *Modified starches: properties and uses*. Boca Raton: CRC Press, 1986. p.41-53.