

## Amido de milho modificado por processo de fosfatação em diferentes tempos de reação

### RESUMO

O amido é uma matéria-prima oriunda de diferentes origens botânicas. O amido de milho é amplamente utilizado em diversos ramos industriais. Devido a algumas características intrínsecas dos amidos nativos, tem-se optado por realizar modificações químicas na estrutura dos grânulos. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do tempo de reação sobre a fosfatação e as propriedades físico-químicas. O amido de milho nativo foi modificado variando-se o tempo em que as amostras permaneceram no forno a temperatura de 130 °C. Foi determinada a viscosidade aparente e ácida, claridade da pasta, temperatura inicial de pasta, índice de solubilização e poder de inchamento. Os resultados demonstraram diferenças significativas entre as amostras, onde a fosfatação apresentou melhor resultado em todas as variações de tempo, obtendo maior viscosidade de pasta do que o amido nativo devido os mesmos possuírem maior poder de inchamento e índice de solubilidade em água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amido; fosfatação; amido nativo; tripolifosfato de sódio.

#### Mariana Dâmaris Oliveira

[marvy\\_2106@hotmail.com](mailto:marvy_2106@hotmail.com)

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil

#### Larissa Rocha dos Santos

[larissa\\_cfd@hotmail.com](mailto:larissa_cfd@hotmail.com)

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil

#### Franciele Leila Giopato Viell

[fran\\_vuell@hotmail.com](mailto:fran_vuell@hotmail.com)

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil

#### Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo

[mapaov@utfpr.edu.br](mailto:mapaov@utfpr.edu.br)

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil

## INTRODUÇÃO

Amidos nativos são altamente sensíveis ao calor e forças de cisalhamento que afetam a integridade dos grânulos do amido, levando a uma diminuição na viscosidade dos produtos durante o processo. Por esse motivo, os amidos fosfatados têm sido extremamente utilizados (NABESHIMA, 2005), pois apresentam pasta mais branca, maior pico de viscosidade, grande resistência à retrogradação e estabilidade a ciclos alternados de congelamento e descongelamento, podendo ainda ser empregados como agentes emulsificantes, devido a sua polaridade característica (STAHL et al., 2007). Além disso, caracteriza-se por aumentar o poder de inchamento e a solubilização dos grânulos, além de reduzir a temperatura de geleificação (SIVAK; PREISS, 1998).

O ácido fosfórico pode reagir com o amido formando dois grupos de compostos: o amido mono-éster-fosfato ou o amido di-éster-fosfato. Em ambos os casos, é preparado pelo aquecimento de uma mistura de amido ligeiramente úmido com solução de ácido fosfórico, até proporcionar suspensão com 40% de umidade. Após a mistura o amido é seco até 10% e aquecido a 120-170 °C por 1 hora, onde o binômio tempo/temperatura proporciona diferentes graus de fosfatação (CEREDA, 1983).

Os sais de fósforo provenientes do tripolifosfato de sódio são adicionados durante a modificação, mas não se ligam em sua totalidade ao amido. Diante disto, após o processo de fosfatação, é possível submeter o amido à diálise, realizada com o objetivo de remover estes sais não ligados que não contribuem para as alterações das características reológicas do amido e ainda, o torna impróprio para aplicação em alimentos, pelo alto teor de fósforo. No caso de amido modificado por fosfatação, o *Codex Alimentarius* preconiza níveis de fósforo não superiores a 0,5% para amido de batata e trigo, e 0,4% para aqueles provenientes de outras fontes, incluindo o arroz (FAO, 2006).

No presente trabalho caracterizou-se o amido nativo e o amido quimicamente modificado com tripolifosfato de sódio comparando-os. A modificação deu-se em três variações de tempo (duas, três e quatro horas) a temperatura de 130 °C, com o objetivo de avaliar os efeitos do tempo de reação sobre a fosfatação e propriedades físico-químicas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

Para a modificação do amido de milho o reagente utilizado foi Tripolifosfato de sódio (STPP) de aplicação industrial. O processo de fosfatação do amido foi feito com tripolifosfato de sódio usando o método de Paschall (1964), com algumas modificações. Com o intuito de alcançar níveis máximos de fosfatação, o tempo de reação pré-estabelecido foi de 30 minutos e a concentração de tripolifosfato de sódio foi de 17,5 gramas para cada 180 gramas de amido de milho suspensos em água destilada. Após, o mesmo foi filtrado a vácuo e seco em estufa a temperatura de 45 °C até 10% de umidade. Para estudar o grau de fosfatação, amostras desse amido foram levadas ao forno

industrial com circular de ar a temperatura de 130 °C por duas, três e quatro horas.

### VISCOSIDADE APARENTE E ÁCIDA

Para analisar a viscosidade aparente, baseou-se no método utilizado por Isi (2002), conforme descrito pela FAO (2007). Foram pesados 12 gramas de amido de milho em um recipiente de inox. Adicionou-se 138 g (ou mL) de água destilada. A amostra foi colocada em banho termostático a 95 °C com agitação permanente por 15 minutos. Após, resfriou-se até 30 °C e mediu-se a viscosidade aparente usando um viscosímetro de Brookfield. O mesmo foi feito para a obtenção da viscosidade aparente ácida, porém, a água destilada foi substituída por água conduzida ao pH 3,0 (acidificada com ácido cítrico).

### CLARIDADE DA PASTA

Foi determinada por transmitância (%T) a 650 nm utilizando um espectrofotômetro (marca FEMTO 600S), como descrito por Craig et al. (1989) e citado por Ribeiro (2011). Para isso, suspensões de amido (1%) em 10 mL de água foram aquecidas durante 30 minutos, em banho com água fervente com agitação de 30 segundos a cada 5 minutos, sendo então resfriadas à temperatura ambiente.

### TEMPERATURA DE EMPASTAMENTO

A determinação da temperatura de empastamento seguiu a metodologia proposta por Grace (1977) e citada pela FAO (2007). Em um recipiente metálico vazio e de massa conhecida, foram adicionados 12 gramas de amido de milho seguido de 138 mL de água destilada. Em seguida, o mesmo foi mantido em banho de água a 50 °C (controlado por um termômetro digital) sob agitação permanente da amostra. A temperatura do banho foi aumentada gradualmente até que ocorresse o aumento da viscosidade, que corresponde à temperatura inicial de formação de pasta.

### PODER DE INCHAMENTO E SOLUBILIDADE

Para analisar o poder de inchamento (*swelling power*) e a solubilidade (*solubility*) seguiu-se a metodologia usada por Adebooye e Singh (2008), modificado por Sun et al. (2013). Em um tubo de ensaio de massa conhecida foi adicionado 0,2 g de amido de milho em 20 mL de água destilada. Os tubos permaneceram em banho a 65 °C por 30 minutos. Depois de resfriados a temperatura de 25°C, os tubos foram centrifugados a 3000 rpm por 15 minutos. Uma alíquota do sobrenadante foi recolhida e pesada em placas de vidro, de massa conhecida, e seca em estufa a 105 °C até obter peso constante para determinação da solubilidade. O resíduo do tubo (sedimentado) foi pesado para determinação do poder de inchamento. Para determinar o percentual de solubilidade (SOL) e o poder de inchamento (SP) foram utilizadas as Equações 1 e 2, respectivamente:

$$\%SOL = \frac{A}{S} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

$$SP = \frac{(B \times 100)}{S(100 - \%SOL)} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde A é a massa do amido solúvel seco (sobrenadante); B é a massa da pasta sedimentada e S é a massa da amostra de amido seco.

### ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as diferenças das médias comparadas através do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, para verificar possível diferença entre os amidos.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação dos amidos de milho modificados por fosfatação com tripolifosfato de sódio foram aplicadas as análises de viscosidade aparente e ácida, claridade da pasta, temperatura de empastamento, poder de inchamento e solubilidade. Os valores apresentados representam as médias de três repetições para o amido nativo e cada modificação, onde ocorreram variações no tempo de fosfatação em duas, três e quatro horas a temperatura de 130 °C. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos de cada amostra.

### VISCOSIDADE APARENTE E ÁCIDA

As amostras modificadas apresentaram maiores viscosidades provavelmente devido à concentração de tripolifosfato de sódio e ao tempo de reação que evidenciaram o aumento do poder de inchamento. Os valores esperados para esses amidos eram significativamente mais elevados do que o amido nativo por causa do maior poder de inchamento e índice de solubilidade exibido por estes amidos.

Segundo Singh (2003), os valores altos a uma dada concentração refletem a habilidade dos grânulos de inchar livremente antes da quebra física, e os amidos que são capazes de inchar a um alto grau também são menos resistentes à quebra no cozimento, exibindo diminuição significativa na viscosidade depois de atingir reação máxima. Por isso, certamente após três horas de fosfatação, o valor da viscosidade diminuiu. Apesar do tempo de modificação não ter mostrado relação linear com a viscosidade aparente e ácida, observou-se que independente do tempo, a fosfatação melhorou estas viscosidades, comparado com o amido nativo.

Tabela 1- Resultados de análises físico-químicas realizadas nas amostras de amido de milho nativo e modificados.

Análise	Nativo	2 horas	3 horas	4 horas
Viscosidade aparente neutra (cP)	22.062,5 <sup>d</sup>	39.000 <sup>a</sup>	36.687,5 <sup>b</sup>	26.812,5 <sup>c</sup>
	±	±	±	±
Viscosidade aparente ácida (cP)	125	204,1	314,6	314,6
	±	±	±	±
Claridade da pasta (% T)	20.562,5 <sup>d</sup>	35.812,5 <sup>a</sup>	23.500 <sup>c</sup>	33.875 <sup>b</sup>
	±	±	±	±
Temperatura inicial de pasta (°C)	657,5	554,3	654,7	595,1
	±	±	±	±
Índice de solubilização	2,07 <sup>a</sup>	9,3 <sup>b</sup>	9,7 <sup>c</sup>	10,0 <sup>d</sup>
	±	±	±	±
Poder de inchamento (H <sub>2</sub> O/g amido b.s)	0,058	0,058	0,11	0,11
	±	±	±	±
	73,2 <sup>a</sup>	63,3 <sup>b</sup>	62,4 <sup>c</sup>	60,0 <sup>d</sup>
	±	±	±	±
	0,94 <sup>a</sup>	14,81 <sup>b</sup>	10,94 <sup>c</sup>	21,96 <sup>d</sup>
	±	±	±	±
	10,85 <sup>d</sup>	31,41 <sup>b</sup>	34,19 <sup>a</sup>	25,81 <sup>c</sup>
	±	±	±	±
	0,04	0,02	0,03	0,02

NOTA: letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as médias a 5% de confiança pelo teste de Tukey. Amostras 2, 3 e 4 horas, respectivamente, correspondem ao período de tempo em que as amostras foram modificadas por processo de fosfatação a temperatura de 130 °C.

Os amidos modificados e analisados em pH ácido apresentaram um perfil de viscosidade com características desejáveis, como estabilidade à alta temperatura e ação mecânica, o que o coloca como um bom ingrediente a ser usado em diversos alimentos processados (CEREDA et al., 2003).

#### CLARIDADE DA PASTA

Segundo Craig et al. (1989), a claridade das pastas de amido podem ser classificadas em três categorias, dependendo da estrutura e comportamento da luz: pasta transparente (com pouca ou nenhuma estrutura granular e associação de cadeias após a formação de pasta), pasta moderadamente transparente (com pouca ou nenhuma estrutura granular com substancial associação das cadeias depois do empastamento), pasta opaca (intumescimento granular remanescente com pouca associação de cadeias após a formação de pasta). E no caso de fosfatação, a introdução de grupos fosfatos nas cadeias de amido causa a repulsão entre as cadeias e aumenta sua hidratação (LIU, RAMSDEN, CORKE, 1999).

Em relação ao amido nativo, a transmitância das pastas dos amidos modificados foi maior, de maneira gradual, em que o de maior tempo de fosfatação (4 horas) apresentou maior claridade (10%). Apesar disso, o percentual de transmitância ainda foi baixo. Para Craig et al. (1989), a opacidade não se deve somente as forças intermoleculares, mas podem ser também intramoleculares e está ligada, possivelmente, a estrutura da amilopectina.

De acordo com Takizawa et al. (2004), a solubilidade do amido está relacionada com a claridade da pasta, ou seja, quanto mais solúvel maior a transparência de pasta. Essa observação foi constatada no presente estudo, pois os amidos modificados mais solúveis foram os que apresentaram maior transmitância.

#### TEMPERATURA INICIAL DE PASTA

O aumento da temperatura leva à gelatinização do amido, o que provoca o aumento da viscosidade, devido ao inchamento dos grânulos de amido. Nesse ponto, polímeros com menor massa molecular, particularmente amilose, começam a ser lixiviados dos grânulos (THOMAS; ATWELL, 1999). A temperatura na qual os grânulos começam a inchar é denominada temperatura de pasta. Sabendo disso, ao observar os resultados obtidos, pode-se afirmar que o amido de milho nativo possui uma temperatura de pasta maior (73 °C) do que os amidos modificados, pois ao aumentar o tempo de fosfatação, diminuiu a temperatura significativamente, indicando que ocorreu uma menor resistência à dissociação das ligações de hidrogênio intramoleculares, e maior facilidade de expansão do que o amido de milho nativo (LEONEL et al., 2005).

Este fato pode ser explicado pelas condições às quais o amido foi submetido durante a fosfatação, como a concentração de fósforo na mistura, tempo e alta temperatura de fosfatação, o que leva a degradação do produto ou a formação de ligações cruzadas (SCHIRMER; TOLEDO; REYS, 1986). Além disso, Sitohy (2000), defende que o aumento do número de grupos fosfato enfraquece progressivamente a estrutura granular. Assim, o decréscimo na viscosidade com o aumento do grau de fosfatação pode ser devido ao decréscimo no número de ligações de hidrogênio entre grupos hidroxila nas moléculas de amido.

A viscosidade de pasta é importante na avaliação da qualidade do amido, uma vez que a fluidez pode interferir nos equipamentos a serem utilizados e dimensionados em uma linha de produção, até no produto a ser fabricado. Nesse contexto, pode-se dizer que o amido fosfatado é uma importante alternativa para o desenvolvimento de produtos que requerem alta viscosidade, sob temperaturas de processo não muito altas, assim como para produtos com ingredientes termolábeis (BELLO-PÉREZ et al., 2006).

#### ÍNDICE DE SOLUBILIZAÇÃO

Para os amidos modificados, todos os resultados foram significativamente maiores do que os encontrados para o nativo. Este fato ocorreu porque a fosfatação atingiu a região amorfa da molécula de amido, onde a amilose reside, preferencialmente (ATICHOKUDOMCHAI et al., 2000), gerando uma significativa redução de seu conteúdo no grânulo e a conseqüente solubilização da mesma, acarretando em um aumento do índice de solubilização. Este fato foi potencializado com o incremento da temperatura e/ou tempo.

Como base, utilizaram-se os dados citados por Sitohy (2000), que mostraram altos valores de solubilidade em amido de arroz fosfatado com um baixo grau de substituição. Segundo este autor, a introdução de grupos fosfato nos grânulos de amido pode reduzir as forças intermoleculares de ligação, devido à repulsão dos

grupos fosfato negativamente carregados nas moléculas de amido, aumentando o poder de inchamento e a solubilidade.

#### PODER DE INCHAMENTO

Observando os resultados obtidos, percebe-se grande influência do tempo de fosfatação no poder de inchamento (capacidade de retenção de água). Este fato está relacionado à maior vibração das moléculas do grânulo de amido sob altas temperaturas, o que causa o rompimento das ligações intermoleculares e permite que os sítios de ligação liberados possam realizar ligações do hidrogênio com a molécula de água (FENNEMA, 2000). O poder de inchamento dos amidos modificados foi significativamente maior em relação ao amido nativo, mas após três horas de fosfatação, houve redução no grau de inchamento. Isto pode estar relacionado com o fato de que em um dado momento, as cadeias que compõem o amido, principalmente a amilose, são fragmentadas e formam uma estrutura desorganizada e não conseguem reter água em seu interior (SANDHU et al., 2007).

#### CONCLUSÃO

Ao observar os resultados apresentados através das análises realizadas, pode-se concluir que a fosfatação é favorável ao processo, onde o tempo de reação representou diferença significativa as amostras e demonstrou que a modificação obteve um amido com características melhores que o amido nativo. Em consequência da aplicação do tripolifosfato de sódio a modificação da estrutura amilácea provocou a diminuição da absorvância facilitando a passagem da luz, o que aumentou o valor de transmitância. Os amidos modificados apresentaram maior viscosidade de pasta do que o nativo devido os mesmos possuírem maior poder de inchamento e índice de solubilidade em água

## Modified corn starch in phosphating process at different times of reaction

### ABSTRACT

Starch is a raw material originating from different botanical sources. Corn starch is widely used in various industrial branches. Owing to certain inherent characteristics of native starches, it has been decided to make chemical modifications in granules structure. The objective of this study was to evaluate the effects of reaction time on the phosphating and the physico-chemical properties. The native corn starch was modified by varying the time that the samples remained in the oven at 130 °C. We determined the apparent viscosity and acid, paste clarity, initial paste temperature, solubility index and swelling power. The results demonstrated significant differences between samples, where the phosphating showed better results in all variations of time, obtaining higher viscosity of the native starch paste because they have greater power of swelling and water solubility index.

**KEYWORDS:** Starch; phosphating; native starch; sodium tripolyphosphate.

## REFERÊNCIAS

ATICHOKUDOMCHAI, N.; SHOBSNGOB, S.; CHINACHOTI, P.; VARAVINIT, S. A study of some physicochemical properties of high-crystalline tapioca starch. **Starch/Starke**, v. 53, p. 577–581, 2000.

BELLO-PEREZ, L. A.; GARCÍA-SUÁREZ, F. J.; MÉNDEZ-MONTEALVO, G.; NASCOMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M.; CORNENUNSI, B. R. Isolation and characterization of Starch from Seede of *Araucaria brasiliensis*: A novel Starch for Application in Food Industry. **Starch/Stärke**, v. 58, p. 283-291, 2006.

BETANCUR, A. D.; CHEL, G. L.; HERNANDEZ, E. C. Acetylation and characterization of *Canavalia ensiformis* starch. **J. Agric. Food Chemistry**, v. 45, p. 378–382, 1997.

CEREDA, M. P. Determinação de viscosidade da fécula fermentada de mandioca e polvilho azedo). **Boletim da Sociedade de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 17, p. 15-24, 1983.

CEREDA, M. P.; DAIÚTO, E. R.; LEONEL, M.; SILVEIRA, S. R. S. **Avaliação da qualidade da fécula de inhame (*Dioscorea sp*) obtida por diferentes processos de extração**. In: Simpósio em ciência de alimentos, 2003, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 866-870, 2003.

CRAIG, S. A. S.; MANINGAT, C. C.; SEIB, P. A.; HOSENEY, R. C. Starch Paste Clarity. **Cereal Chemistry**, v. 66, n. 3, p. 173-182, 1989.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guía Técnica para Producción y Análisis de almidón de yuca (Johanna Aristizábal, Teresa Sánchez). **Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO – 163**. Roma, 2007. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/010/a1028s/a1028s00.HTM>. Acessado em: 22 nov. 2015.

FENNEMA, O. **Química de los Alimentos**. 2a Ed. Editorial Acribia. Espanha, 1258 p. 2000.

GRACE, M. R. **Elaboración de la yuca**. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma. 116 p. 1977.

ISI. 2002. Determination of viscosity of starch by Brookfield. ISI 17-1e. In: **Laboratory methods**. Science Park, Aarhus, Dinamarca, International Starch Institute (ISI). Disponível em: <http://www.starch.dk/isi/methods/index.asp> Acessado em: 12 nov. 2015.

LEONEL, M.; FERRARI, T. B.; SARMENTO, S. B. S.; OLIVEIRA, M. A. Planting time, developmental stages and characteristics of roots and starch of *Pachyrhizus ahipa*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 62, n. 6, p. 528-533, 2005.

LIU, H.; RAMSDEN, L.; CORKE, H. Physical properties and enzymatic digestibility of phosphorylated ae, wx, and normal maize starch prepared at different pH levels. **Cereal Chemistry**, v. 76, n. 6, p. 938-943, 1999.

NABESHIMA, E.; ATIA EL-DASH, A. Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, América do Sul, 2005.

PASCHALL, E. F. Phosphation with organic phosphate salts. In: R. E. L. Whistler (ed). **Methods in carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, v. 4, p. 294-296, 1964.

RIBEIRO, A. P. L. **Estudo dos amidos de mandioca nativo, modificados e modificados combinados por via química para utilização na indústria alimentícia**. 2011. 109 f. Tese (Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

SANDHU, K.S.; SINGH, N.; LIM, S. T. A comparison of native and acid thinned normal and waxy corn starches: Physicochemical, thermal, morphological and pasting properties. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 40, p. 1527-1536, 2007.

SCHIRMER, M. A.; TOLEDO, M. C. F.; REYS, F. G. R. Amido fosfatado de milho. Parte I. Efeito da temperatura e tempo de tratamento térmico. **Boletim SBCTA**. v. 20, p. 55-66, 1986.

SINGH, J. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. **Food Chemistry**. v. 81, p. 219-231, 2003.

SINGH, J.; KAUR, L.; SINGH, N. Effect of acetylation on some properties of corn and potato starches. **Starch/Stärke**, v. 56, p. 586-601, 2004.

STAHL, J. A.; LOBATO L. P.; BOCHI, V. C.; KUBOTA, E. H., GUTKOSKI, L. C.; EMANUELLI, T. Physicochemical properties of Pinhão (*Araucaria angustifolia* Bert, O. Ktze) starch phosphates. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 40, p. 1206-1214. 2007.

SITOHY, M. Z. Physicochemical properties of different types of starch phosphate monoesters. **Starch/Stärke**. v. 52, n. 4, p. 101-105, 2000.

SITOHY, M. Z. Physicochemical properties of different types of starch phosphate monoesters. **Starch/Stärke**. v. 52, n. 4, p. 101-105, 2000.

SIVAK, M. N.; PREISS, J. Industrial Applications of starch. **Starch: basic science to biotechnology**. Advances in Food Nutrition Research, v. 41, p. 163-170, 1998.

TAKIZAWA, F. F.; SILVA, G. O.; KONKEL, F. E.; DEMIATE, I. M. Characterization of tropical starches modified with potassium permanganate and lactic acid. **Braz. Arch. Biol. Technol.**, v. 47, p. 921-931, 2004.

THOMAS, D. J.; ATWELL, W. A. **Practical Guide for Food Industry**. Starches. Minnesota: Eagan Press, 30 p. 1999.

**Recebido:** 30 out. 2016.

**Aprovado:** 21 jul. 2017.

**DOI:** 10.3895/rebrapa.v8n2.4937

**Como citar:**

OLIVEIRA, M. D. et al. Amido de milho modificado por processo de fosfatação em diferentes tempos de reação. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 8, n. 2, p. 57-67, abr./jun. 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

**Correspondência:**

Mariana Dâmaris Oliveira

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

