

## **Produção e caracterização de amidos de mandioca modificados**

**Thatiane Mariano Alves<sup>1</sup>, Suellen Jensen Klososki<sup>1\*</sup>, Maike Taís Maziero Montanhini<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Instituto Federal do Paraná Campus Paranavaí. Avenida José Felipe Tequinha, 1400 Paranavaí - PR.*

<sup>2</sup>*Pós Doutora em Ciências Veterinárias*

*\*Autor para correspondência: [suellen.jensen@ifpr.edu.br](mailto:suellen.jensen@ifpr.edu.br)*

### **Resumo**

O amido de mandioca apresenta características que o distingue de outras fontes vegetais e tem sido preferido à medida que atende demandas por aplicações específicas. Amidos nativos e modificados têm grande valor na indústria alimentícia, sendo empregados, sobretudo como espessantes e/ou estabilizantes. As limitações do uso do amido nativo tornaram necessário o desenvolvimento de muitos tipos de amidos modificados para aplicações alimentícias. Neste trabalho os amidos foram modificados por meio da adição de hipoclorito de sódio, permanganato de potássio, ácido láctico e ácido cítrico e, em seguida, tiveram a sua propriedade tecnológica de expansão avaliada e o nível de modificação determinado pelo teor de carboxilas presentes nos amidos modificados. O amido modificado com ácido cítrico apresentou expansão volumétrica, e teor de carboxilas, estatisticamente superior aos apresentados pelos demais amidos obtidos.

**Palavras Chave:** *amidos oxidados; modificação físico-química; expansão; carboxilas.*

### **Abstract**

**Production and characterization of modified cassava starches.** Manioc starch has characteristics that distinguish other plant sources and have been preferred as meets demands for specific applications. Native and modified starches have great value in the food industry, being employed, especially as thickeners and / or stabilizers. The limitations of the use of native starch become necessary to develop many types of modified starches for food applications. In this work were modified starches by addition of sodium hypochlorite, potassium permanganate, lactic acid and citric acid and, then had their property technological expansion evaluated and the degree of modification determined the carboxyl content present in modified starches. The modified starch with citric acid showed volumetric expansion and carboxyl content, statistically superior to those presented obtained by other starches.

**Key words:** *oxidized starches; physicochemical changes; expansion; carboxyl.*

### **Introdução**

A raiz de mandioca é uma das mais tradicionais culturas agrícolas brasileiras, sendo cultivada em praticamente todo o território nacional, em especial na região sul (Wosiacki e Cereda 2002), que foi responsável por cerca de 24% da produção brasileira de mandioca na safra de 2010/11 e conta com a maior concentração de indústrias de amido de mandioca do país. O Paraná é o principal produtor e responde, em média, por 70% da produção na região Sul contribuindo com 65 a 70% do volume brasileiro de amido (Groxko 2011).

De acordo com Pierin Junior (2011), vice-presidente da Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca (Abam), o

Noroeste paranaense concentra o maior número de fecularias e é responsável pela produção de 45% do amido brasileiro.

Entre 2008 e 2009, a produção de amido de mandioca da região de Paranavaí cresceu 8,7%, concentrando 37,7% da oferta nacional. O extremo-oeste paranaense representou 19,5% da produção nacional (aumento de 11,8%), seguido pelo centro-oeste do mesmo estado, com 13,6% do total nacional. Devido à entrada de novas empresas, essa região teve crescimento de 59,3% na produção, comparativamente ao ano anterior (Praxedes Junior, 2010).

O amido surge como um produto da mandioca, capaz de agregar valor a ela e gerar

emprego e renda, tendo ampla aplicação em diversos setores como indústria papelreira, têxtil, farmacêutica, siderúrgica, plástica e alimentícia, apresentando grandes possibilidades de ser empregada na panificação (Cereda 1996; Cunha 2008). Na indústria alimentícia o amido é utilizado como ingrediente de vários produtos, podendo, entre outras funções, facilitar o processamento, proporcionar textura, servir como espessante, fornece sólidos em suspensão ou proteger os alimentos durante o processamento (Franco et al. 2001).

O amido é o produto amiláceo extraído de partes comestíveis de cereais, tubérculos, raízes e rizomas. Quando não sofrem alterações denomina-se nativo. O amido de mandioca deve apresentar uma umidade máxima de 18,0% (g/100g) (Brasil 2005; Cunha 2008).

Amidos nativos (ou não modificados) têm uso limitado na indústria alimentícia. Modifica-se o amido para incrementar ou inibir suas características originais e adequá-lo as aplicações específicas (Almeida 2009).

Amidos oxidados em altas concentrações produzem pastas fluidas, são estáveis à retrogradação e podem ser aplicados em indústrias de papel, têxtil e de alimentos (Silva et al. 2008), devido principalmente a sua baixa viscosidade, alta estabilidade, claridade, capacidade de formação de filme, de retenção de água (Konoo et al. 1996) e de auto expansão. Desta forma, podem ser utilizados para produção de pão de queijo e biscoitos (Nunes e Cereda 1994), produtos de confeitaria, coberturas de alimentos (Konoo et al. 1996), balas de goma, sorvetes, sopas, conservas, doces pastosos, além de serem empregados em empanados de peixe e carne bovina (Demiate et al. 2005; Parovuori et al. 1995).

Os amidos podem ser oxidados por diversos agentes como o hipoclorito de sódio e de cálcio, persulfato de amônio, permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio, ácido peracético, cloridrato de sódio e os perboratos e ácidos hipoclorídricos (Cereda e Vilpoux 2003; Swinkels 1996). Takizawa et al. (2004), realizaram modificação de amido de mandioca, milho e batata por tratamento oxidativo com permanganato de potássio e ácido láctico seco em estufa de circulação de ar que resultaram em um amido com maior capacidade de

expansão e maior teor de carboxil quando comparados com o amido sem modificação.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi produzir amidos modificados por diferentes tratamentos oxidativos (hipoclorito de sódio, permanganato de potássio, ácido láctico e ácido cítrico) e avaliar a propriedade tecnológica de expansão e o teor de carboxilas nos amidos modificados obtidos.

## **Material e Métodos**

### *Material*

Para a realização dos testes, foi utilizado o amido de mandioca nativo produzido pela empresa Yoki Alimentos S.A, localizada na cidade de Paranaíba-PR, que forneceu a matéria-prima gratuitamente. Os reagentes utilizados para as modificações dos amidos foram ácido cítrico, ácido láctico, hipoclorito de sódio e permanganato de potássio, todos com padrão analítico.

### *Determinações de umidade, proteína, lipídeos, carboidratos e cinzas do amido nativo e modificado*

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105°C. As cinzas foram obtidas por carbonização prévia seguida de incineração completa em mufla a 550°C. O teor de lipídeos foi determinado gravimetricamente após extração com hexano em extrator de Soxhlet. Para a determinação das proteínas, foi utilizado o método de Kjeldahl e fator de conversão de nitrogênio em proteínas determinados conforme descrição da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1998).

Todas as determinações foram feitas em triplicata. O teor de carboidratos foi determinado por diferença do somatório do percentual de proteínas, lipídios, cinzas e umidade, segundo normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os dados foram tratados estatisticamente pelo teste de Tuckey ao nível de significância de 5%.

### *Modificação de amido pelo emprego de permanganato de potássio e ácido láctico*

A modificação dos amidos com permanganato de potássio e ácido láctico foi feita de acordo com os descritos por Silva et al. (2008). Inicialmente foram pesados 250g de amido e 750 g de solução de permanganato de potássio 0,1 N, corrigida para pH 3,0 com HCl,

atingindo 1000g de solução. A suspensão foi mantida em banho-maria por 30 min a 25 °C. A amostra oxidada foi então filtrada em papel de filtro com auxílio de funil de Büchner e bomba a vácuo e, lavada com aproximadamente 2L de água destilada para eliminar o que não reagiu. O material úmido lavado e filtrado foi transferido para um béquer, adicionando-se solução de ácido láctico 1% (p p<sup>-1</sup>). O peso foi completado para 1000g pela adição de água destilada. Procedeu-se a homogeneização da suspensão acidificada, e a temperatura foi ajustada para 25 °C por 30 min. Em seguida, as amostras foram novamente lavadas e secas em estufa de circulação a 45 °C por 24 h.

#### *Modificação de amido com hipoclorito de sódio e ácido láctico*

A obtenção dos amidos modificados com hipoclorito de sódio e ácido láctico foi baseada na metodologia descrita por Silva et al. (2008). Foi preparada uma solução de hipoclorito de sódio 0,5% (p p<sup>-1</sup>) (partindo de uma solução de hipoclorito de sódio PA a 5%) padronizada para pH 3,0 com HCl. Adicionou-se esta, a 250g de amido, até atingir 1000g de solução. A suspensão foi mantida em banho-maria a 45 °C por 30 min. A suspensão foi filtrada em papel de filtro, sendo lavada, em seguida, com aproximadamente 2L de água destilada durante o processo de filtração. Ao material úmido e filtrado adicionou-se solução de ácido láctico 1% (p p<sup>-1</sup>), e em seguida completou-se o peso para 1000g com água destilada. A suspensão acidificada foi homogeneizada e levada a banho-maria à temperatura de 45 °C por 30 a 60 min. As amostras foram novamente lavadas e secas em estufa com circulação de ar a 45 °C por 24 h.

#### *Modificação de amido com Ácido Cítrico*

A modificação de amido com ácido cítrico foi feita de acordo com a metodologia descrita por Xie e Liu (2004), com algumas modificações. Pesou-se o ácido cítrico (100g) e, em seguida, este foi dissolvido em 50 ml de água destilada, ajustou-se o pH para 3,5 com uma solução de NaOH 6N, e, o volume foi aumentado para 250 ml pela adição de água destilada. A solução de ácido cítrico (250 ml) foi misturada com 250g de amido em uma bandeja de alumínio durante 16 h em temperatura ambiente. Após esse período, a mistura foi submetida à temperatura de 50 °C

durante 12 horas em estufa. A mistura foi moída e seca em estufa com circulação de ar *overnight* a uma temperatura de 105°C. A mistura seca foi lavada com 3L de água destilada para remover o ácido que não reagiu. O amido lavado foi seco ao ar à temperatura ambiente por aproximadamente 48 h.

#### *Produção das esferas expandidas com os amidos modificados*

Para a produção das esferas utilizadas na determinação da capacidade de expansão dos amidos obtidos e amido nativo foi utilizado 20g de amido e aproximadamente 30 ml de água destilada a 100 °C. A quantidade de água variou de acordo com a capacidade de absorção das amostras, sendo definida subjetivamente pela consistência das mesmas. Foram feitas esferas de 3 a 4 g e levadas ao forno elétrico pré-aquecido à temperatura de 150 a 200 °C por cerca de 30 a 40 min.

#### *Determinação da propriedade de expansão*

Após o forneamento das esferas, estas foram pesadas e depois impermeabilizadas com parafina fundida e seus volumes medidos pelo deslocamento de água em proveta graduada. O resultado da expansão foi expresso em volume específico, em ml g<sup>-1</sup> (Cereda 1983).

#### *Teor de carboxilas*

O teor de carboxilas nas amostras foi determinado por titulação com NaOH 0,002N, utilizando-se fenolftaleína como indicador, segundo descrito por Smith (1967), e empregado por Parovuori et al. (1995). A fim de acidificar todas as carboxilas formadas durante a modificação química, pesou-se 500 mg de amostra, desconsiderando a umidade presente nas mesmas (base seca) que foram suspensas em 30 ml de solução de HCl 0,1N por 30 minutos, à temperatura ambiente sob agitação. Após esse período, as amostras foram recuperadas por filtração e lavadas com água destilada. Smith (1967), denominou este procedimento de desmineralização. As amostras desmineralizadas foram transferidas quantitativamente para um Erlenmeyer, dispersas em 300 ml de água destilada, sendo aquecidas até a ebulição com agitação ininterrupta para promover a gelatinização do amido. A pasta de amido foi mantida em ebulição por mais 15 minutos para garantir a completa gelatinização. Após esse período, a

pasta ainda quente foi titulada com hidróxido de sódio 0,002 N até a viragem do indicador fenolftaleína. Estes ensaios foram realizados em triplicata. O cálculo da porcentagem de carboxilas no amido foi feito pelo emprego da Equação 1:

$$\%COOH = \frac{mLdeNaOH * Ndoálcali * (1)0,045 * 100}{gramadeamo \text{ tra } sec a}$$

## Resultados e Discussão

O amido pode exibir diferentes proporções de lipídeos, proteínas, fibras e minerais segundo a sua origem botânica ou procedimento de extração (Santos 2012). A quantificação destes elementos indica a qualidade do processo de extração. Os resultados obtidos nestas análises para as amostras avaliadas são apresentados na Tabela 1. Nestes resultados, nota-se que os valores de umidade e cinzas das amostras de amido de

mandioca nativo (AN) estão dentro dos valores estabelecidos pela legislação brasileira em vigor, a Resolução - CNNPA nº 12/78 e a RDC nº263/2005, que estabelece até 18,0% para umidade e até 0,50% para cinzas. Os amidos que foram modificados também se enquadram dentro dos padrões de umidade e cinzas exigidos pela legislação.

Se comparados com Cereda (2002) e Franco (1997), os valores encontrados neste trabalho para o teor de carboidratos (85,54%) do amido nativo foram menores, no entanto o teor de proteína mostraram-se superiores quando comparados a esses autores (1,61%). Para os teores de lipídeos, o percentual encontrado foi superior ao apresentado por Franco (1997). Percentuais superiores para lipídeos podem ter se dado pelo fato da não higienização correta do equipamento (copo do extrator) e/ou o manuseio incorreto da amostra.

**Tabela 1.** Composição centesimal do amido nativo e dos amidos modificados.

Amostras	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)
AN	12,3±0,35	0,02 ±0,19	1,61±0,02	0,43±0,02	85,64
AC	10,1±0,03	0,25±2,6	1,05±0,02	0,57±0,15	88,03
HS	12,4±0,01	0,1±0,06	0,85±0,01	0,59±0,11	86,06
PP	12,1±1,01	0,21±0,03	1,08±0,01	0,49±0,23	86,12

(Sendo AN: Amido Nativo AC: Ácido Lático HS: Hipoclorito de Sódio/ Ácido Lático PP: Permanganato de Potássio/ Ácido Lático).

A capacidade de expansão apresentada pelos amidos é exposta na Tabela 2. Os valores obtidos revelaram que o amido modificado com ácido cítrico obteve uma maior capacidade de expansão quando comparada com os demais amidos modificados. O volume específico apresentado pelo amido submetido a esse tratamento foi de 0,40 ml g<sup>-1</sup>. Para os tratamentos com hipoclorito de sódio/ácido lático e permanganato de potássio/ácido lático os volumes apresentados foram de 0,25 ml g<sup>-1</sup> e 0,34 ml g<sup>-1</sup>, respectivamente. No entanto só foi encontrada diferença significativa entre as amostras de amido modificado com ácido cítrico e amido modificado com hipoclorito de sódio/ácido lático. Santos (2012) relata que amidos modificados pelo tratamento com permanganato de potássio apresentaram volume específico das esferas em torno de 17 ml g<sup>-1</sup>, 13 ml g<sup>-1</sup> quando modificados por ácido cítrico e 10ml g<sup>-1</sup> quando tratados com

hipoclorito de sódio. Demiate et al. (2000) também modificaram amido de mandioca com ácidos e oxidantes visando o melhoramento da propriedade de expansão. Neste trabalho, constataram que todas as amostras oxidadas e tratadas com ácidos após a secagem na estufa apresentaram valores de expansão mais altos quando comparados com o amido nativo. As amostras tratadas com permanganato de potássio/ácido lático exibiram volume específico em torno de 17 ml g<sup>-1</sup>. Já quando foi utilizado ácido cítrico, os valores situaram-se em torno de 13 a 17 ml g<sup>-1</sup>. As amostras tratadas com hipoclorito de sódio/ácido lático apresentaram volume específico entre 10 e 17 ml g<sup>-1</sup>. Os valores exibidos no presente estudo e comparados com outros autores se mostram diferentes.

O amido modificado com hipoclorito de sódio/ ácido lático não apresentou diferença significativa para a capacidade de expansão



quando comparado ao amido nativo e ao amido modificado por permanganato de potássio. Já a capacidade de expansão do amido modificado com permanganato de potássio foi estatisticamente diferente à do amido nativo. O amido modificado com ácido cítrico, apesar de ter o valor numérico do seu volume de

expansão superior aos demais, não apresentou diferenças significativas ao do volume específico apresentado pelo amido modificado com permanganato de potássio, no entanto apresentou diferença quando comparado com o amido nativo e o amido modificado com hipoclorito de sódio.

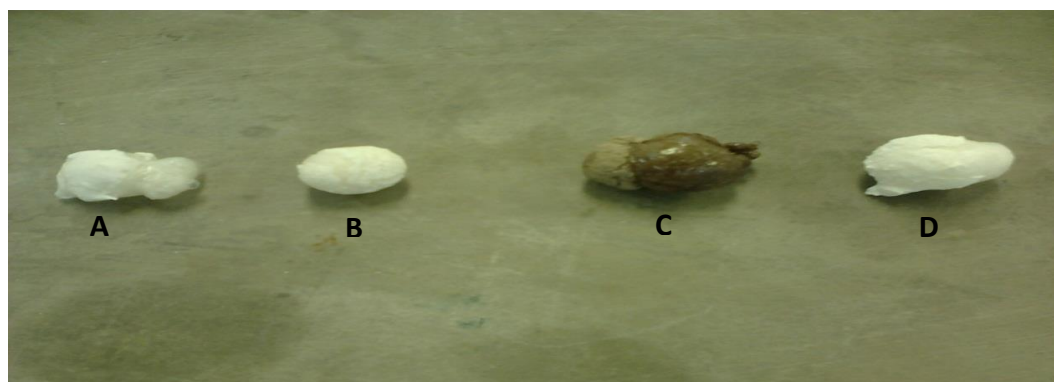
**Tabela 2.** Média ( $\pm$  DP) de capacidade de expansão das amostras de amido nativo e amidos modificados

Amostra	Volume específico (ml g <sup>-1</sup> )
AN	0,23 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04
HS	0,25 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,05
PP	0,34 <sup>bc</sup> $\pm$ 0,09
AC	0,40 <sup>c</sup> $\pm$ 0,05

Sendo AN: Amido Nativo; HS: Hipoclorito de sódio/Ácido Lático; PP: Permanganato de Potássio/Ácido Lático e AC: Ácido Cítrico Test-t.

O aspecto visual das esferas produzidas com os diferentes amidos pode ser visto na Figura 1. Pode-se observar que existem diferenças nos aspectos dos corpos de prova das amostras de amido nativo e dos amidos modificados. O volume da esfera produzida com o amido modificado com permanganato de potássio (C) é diferente e se

destacada, apesar de não apresentar diferença significativa no volume específico da esfera produzida com o amido modificado com ácido cítrico (D). No entanto, é visível a maior capacidade de expansão encontrada por esta última, quando comparada com a esfera produzida com o amido sem modificação (A).



**Figura 1.** Corpos de provas utilizados na determinação do volume específico das amostras de amido. Sendo produzidas com (A): Amido Nativo, (B): Ácido cítrico, (C): Permanganato de Potássio/Ácido Lático e (D): Hipoclorito de Sódio/Ácido Lático.

Por meio de análises como a determinação de carboxilas é possível quantificar a modificação ocorrida no amido. O conteúdo de carboxilas das amostras de amidos modificados é exposto na Tabela 3. A presença de grupamentos carboxilas em amidos foi estudada por vários autores (Buruch, 1985; Demiate et al., 2005; Zhu et al., 1998; Parovuori et al., 1995), que constataram o aumento dos teores de carboxilas em amidos oxidados quando comparados aos amidos nativos.

Assim como resultados obtidos por Silva et al. (2008), neste estudo ocorreu baixo grau de modificações dos amidos por meio da modificação com permanganato de potássio/ácido lático e com hipoclorito de sódio/ácido lático. Quando comparados os amidos modificados, o tratamento com ácido cítrico apresentou valores superiores no teor de carboxilas que os demais.

Possivelmente, existe uma relação do teor de carboxilas com a capacidade de expansão dos amidos, visto que a amostra que

apresentou a maior percentagem de carboxilas

também apresentou o maior volume específico.

**Tabela 3.** Teor de Carboxilas nos amidos modificados.

Amostra	Carboxilas (%)
AC	0,14±0,20
HS	0,01±0,00
PP	0,02±0,00

Sendo AC: Acido Cítrico; HS: Hipoclorito de Sódio/Ácido Lático e PP: Permanganato de Potássio/Ácido Lático.

### Conclusão

A modificação de amido de mandioca com os reagentes propostos é possível e estas podem alterar as características do amido nativo, como a capacidade de expansão dos mesmos.

O amido modificado pela ação do ácido cítrico e com permanganato de potássio apresentaram os maiores ganhos na capacidade de expansão.

Sugere-se uma relação entre a capacidade de expansão e o teor de grupamentos carboxilas presente nas amostras de amido. No entanto, são necessários mais estudos para confirmar estes resultados e esclarecimentos teóricos e tecnológicos sobre esta questão.

### Referencias

ALMEIDA, L. F. Amidos: **Fontes, estruturas e propriedades funcionais**. Aditivos. Ingredientes. Editora Insumos, Julho-Agosto, nº63, 2009.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 20 ed., Airlingtonn, 1998.z

BORUCH, M. Transformation of potato starch during oxidation with hypochlorite. **Starch/Stärke**, v. 37, n. 3, p. 91-98, 1985.

BRASIL. **Resolução – CNNPA nº 12, de 1978**. Aprova Normas técnicas especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.24 jul. 1978.

BRASIL. **Resolução- RDC ANVISA, n. 263, de 22 de setembro de 2005**, aprova o Regulamento Técnico para produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Diário Oficial [da] República do Brasil, Brasília, DF.24 set. 2005.

CEREDA, M. P. Amidos modificados. **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 31-36, jan./jun. 1996.

CEREDA, M. P. Padronização de qualidade de fécula de mandioca fermentada (polvilho azedo) I. Formulação e preparo de biscoitos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas v. 17, n. 3, p. 287-95, 1983.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 711p. (**Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas** v.3) 2003.

CEREDA, M.P. (coord). **Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas**.Volume 1: propriedades gerais do amido. São Paulo: Fundação Cargill, 2002.

CUNHA, L. **Uso da fécula de mandioca no pão é aprovado no Senado**. São Paulo: Infobibos, 2008. Acesso em: 24 abr. 2013. Online. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_3/fecula/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/fecula/index.htm)

DEMIATE, I. M. et al. Relationship between baking behavior of modified cassava starches and starch chemical structure determined by FTIR spectroscopy. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 42, n. 2, 2000.

DEMIATE, I. M.; WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P.; MESTRES. C. Viscographic characteristics of oxidized cassava starches assessed by RVA. Publicatio UEPG: **Ciências exatas e da terra, ciências agrárias e engenharias**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 07-17, 2005.

FRANCO, C. M. L. CEREDA, M.P.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, I.M.; CARVALHO, L.J.B.; LEONEL, M.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S.B.S. Propriedades do Amido. In: **Culturas de**

- Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, Propriedades Gerais do Amido.** Campinas: Fundação Cargill, v. 1, 2001.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos.** 9 ed. São Paulo:Atheneu, 1997. 307 p.
- GROXKO, M. **Produção de mandioca.** Acesso em 28 mar. 2013. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/mandiocultura\\_2011\\_12.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/mandiocultura_2011_12.pdf)
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: 2008 p. 1020. Acesso em: 1 maio, 2013. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/32325444/Apostila-Instituto-Adolfo-Lutz>
- KONOO, S.; OGAWA, H.; MIZUNO, H.; ISO, N. The emulsification ability of oxidized tapioca starches with sodium hypochlorite. **Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology**, Tokyo, v. 43, n. 8, p. 880-886, 1996.
- NUNES, O. L. G. S.; CEREDA, M. P. Effect of druing processes on the development of expansion in cassava starch hydrolyzed by lactic acid. In: **International Meeting on Cassava Flour and Starch**, p.110, January 11-15, 1994. Cali/CIAT, Cali, Colômbia.
- PAROVUORI, P. et al. Oxidation of potato starch by hydrogen peroxide. **Starch/Stärke**, Weinheim, v. 47, n. 1, p. 19-23, 1995.
- PIERIM JUNIOR, Ivo. Fécula de mandioca movimenta economia do noroeste. **JMA-Jornal Meio Ambiente da Folha de Londrina**, Londrina, 22 nov. 2011. Acesso em: 27 mar. 2013. Disponível em: <http://www.jornalmeioambiente.com/materia/235/fecula-de-mandioca-movimenta-economia-do-noroeste>
- PRAXEDES JUNIOR, B. **Região de Paranavaí concentrou 37,7% da oferta nacional de fécula em 2009.** Diário do Noroeste, Paranavaí, 20 mar, 2010. Acesso em: 27 mar. 2013. Disponível em: <http://www.diariodonoroeste.com.br/noticia/cidades/local/4158-regiao-de-paranavai-concentrou-37-7-da-oferta-nacional-de-fecula-em-2009#.UX75M6KURj0>
- SANTOS, T.P.R. **Produção de amido modificados com propriedade de expansão.** 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2012.
- SILVA, R. M.; FERREIRA, G. F.; SHIRAI, M. A.; HAAS. A.; SCHERER, M. L.; FRANCO, C. M. L.; DEMIATE, I. M. Características físico-químicas de amidos modificados com permanganato de potássio/ácido láctico e hipoclorito de sódio/ácido láctico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 66-77, jan./mar. 2008.
- SMITH, R. J. Characterization and analysis of starches. In: WHISTLER, R. L.; PASCHALL, E. F. **Starch: Chemistry and Technology.** New York: Academic Press, 1967, v. 2, p.569-635.
- SWINKELS, J. J. M. **Industrial starch chemistry: Properties, modifications and applications of starches.** Veendam: AVEBE, 1996. 48 p.
- TAKIZAWA, F. F.; SILVA, G. O.; KONKEL, F. E.; DEMIATE, I. M. Characterization of tropical starches modified with potassium permanganate and lactic acid. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 6, p. 921-931, 2004.
- WOSIACKI, G; CEREDA, M. Valorização dos resíduos do processamento de mandioca. Publication UEPG – **Ciências Exatas e da Terra**, v. 8, n. 1, p. 27-43, 2002.
- XIE, X. S.; LIU, Q. Development and phisicochemical characterization of new resistant citrate starch from different corns starches. **Starch/Stärke**, v.56, n.8, p. 364-370, 2004.
- ZHU, Q. et al. Structural characterization of oxidized potato starch. **Carbohydrate Research**, v. 309, n. 2, p. 213-218, 1998.