

Estudo Comparativo das Propriedades Físico-químicas e Tecnológicas de Amido de Mandioca Nativo e Fermentado

Comparative Study of the Physicochemical and Technological Properties of Native and Fermented Cassava Starch

Josiani da Silva Santos

Instituto Federal do Paraná – IFPR, Paranavaí, PR

josiani_ssa@hotmail.com

Tatiana Colombo Pimentel

Instituto Federal do Paraná – IFPR, Paranavaí, PR

tatiana.pimentel@ifpr.edu.br

Suellen Jensen Klososki

Instituto Federal do Paraná – IFPR, Paranavaí, PR

suellen.jensen@ifpr.edu.br

Resumo: O amido fermentado é obtido a partir da fermentação natural do amido nativo e pode apresentar propriedades tecnológicas interessantes, como melhoria na capacidade de expansão quando comparado ao produto sem tratamento. Diante disto, o presente trabalho teve por objetivo fazer um estudo comparativo das propriedades físico-químicas e tecnológicas de amido de mandioca nativo e fermentado. Os produtos foram submetidos às análises de teor de umidade, temperatura de gelatinização e pH. A capacidade de expansão foi determinada pelo volume adquirido por biscoitos produzidos a partir deles. Os resultados das análises de amidos nativo e fermentado apresentaram teores de umidade de 11,6 e 12,7% e temperatura de gelatinização de 60,3 e 61,7 °C, respectivamente. O pH do amido fermentado (3,9) foi inferior ao do nativo (6,5), devido ao processo fermentativo. A capacidade de expansão dos biscoitos produzidos com o produto fermentado foi duas vezes maior do que a daqueles

Recebido em 31/03/2015 - Aceito em 12/07/2015.

RECEN 17(2) p. 261-274 jul/dez 2015 DOI: 10.5935/RECEN.2015.02.04

com o nativo. Conclui-se que o processo de fermentação ocasiona melhoria na capacidade de expansão devido à acidificação promovida pela ação de micro-organismos, sem prejuízo nas características físico-químicas dos produtos.

Palavras-chave: capacidade de expansão; fécula; fermentação; gelatinização.

Abstract: The fermented starch is obtained by the fermentation of the native starch and may have interesting technological properties, such as the improvement of the biscuit expansion when it is compared with the non-fermented one. Therefore, the present study aimed to compare the physicochemical and technological properties of native and fermented cassava starch. The products were evaluated for the moisture content, gelatinization temperature and pH analysis. The expansion capacity was determined by the volume acquired by biscuits prepared with the starches. The analysis results showed that the fermented and native starches presented 11.6 and 12.7% of moisture content and 60.3 and 61.7 °C of gelatinization temperature, respectively. The pH of the fermented starch (3.9) was lower than of the native starch (6.5) due to the fermentation process. The expansion of the fermented starch biscuits was twice than that of the native starch biscuits. It can be concluded that the fermentation process causes improvement in starch expansion without prejudice on the physicochemical characteristics of the products.

Keywords: cassava; expandability; fermentation; gelatinization; starch.

1 Introdução

O Brasil é o 6º maior produtor mundial de mandioca, com produção superior a 23 milhões de toneladas por ano [1]. A industrialização da mandioca é uma boa alternativa para agregar valor a esta cultura tradicional, a qual possui teor de amido em torno de 80% em base seca [2]. A RDC nº 263 de setembro de 2005 regulamenta os produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, que fixa o padrão de umidade para amido de mandioca em valor limite de $18\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ e define amido como sendo o produto

amiláceo extraído de partes comestíveis de cereais, tubérculos, raízes e rizomas [3].

O amido é um importante ingrediente para a indústria de alimentos devido as suas propriedades funcionais, tais como viscosidade, inchamento, absorção de água, formação de gel em água quente, transparência, neutralidade de sabor e odor, entre outras [4, 5], podendo ser utilizado em várias indústrias, sendo as principais consumidoras as alimentícias, de papel e têxteis [6].

O amido, quando extraído de plantas e sem sofrer alterações, denomina-se nativo [7], sendo o amido de mandioca nativo o produto obtido da extração e lavagem de massa de mandioca triturada, purificada e seca [8]. As necessidades das indústrias, que se utilizam desse polissacarídeo, estão cada vez mais complexas, fazendo com que o setor produtivo esteja em busca de novas tecnologias, bem como de amidos diferenciados [6], devido às limitações do amido natural.

A produção de amidos modificados é uma alternativa que vem sendo desenvolvida há algum tempo com o objetivo de superar uma ou mais limitações dos amidos nativos e assim aumentar a utilidade deste polímero nas aplicações industriais [9, 10].

O amido fermentado é um produto modificado resultante da fermentação natural, usualmente sem inoculação ou suplemento nutricional, em que o único substrato empregado para o desenvolvimento da acidificação é o amido não fermentado [11, 12]. A fermentação do amido de mandioca é realizada por uma microbiota diversificada, com a produção simultânea de ácidos orgânicos, como os ácidos lático, propiônico, butírico, entre outros, os quais determinam as propriedades funcionais do amido fermentado. Sua obtenção se dá após um período de 30 a 40 dias com posterior secagem ao sol [11, 12].

O amido fermentado, por ser um produto artesanal, apresenta grande heterogeneidade na qualidade, mesmo quando fabricado em feclarias modernas. Por este motivo, sua caracterização é muito importante para tentar entender os principais problemas ligados ao processo de produção e a potencialidade de uso alimentar [13] e, apesar dos amidos serem estudados há muito tempo, existe uma dificuldade de acesso a informações básicas acerca da caracterização dos mesmos. Diante disto, o presente trabalho tem por objetivo comparar as propriedades físico-químicas (umidade, temperatura de gelatinização e pH) e a propriedade tecnológica de expansão do amido de

mandioca nativo ou fermentado.

2 Material e métodos

2.1 Material

O amido de mandioca nativo e o amido de mandioca fermentado, foram doados pela empresa Podium Alimentos localizada em Tamboara, Paraná.

2.2 Determinação de umidade

A determinação do teor de umidade das amostras foi realizada de acordo com a metodologia descrita pela *Association of Official Analytical Chemists* [14], sendo realizada em triplicata.

2.3 Determinação da temperatura de gelatinização

A temperatura de gelatinização foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Souza e Andrade [15] com algumas modificações. Suspensões contendo 1, 2, 3 e 4% (p/v) de amido em 400 mL de água destilada foram aquecidas até 70 °C com agitação por 30 minutos para que ocorresse a completa gelatinização dos amidos. Alíquotas das suspensões foram coletadas a cada 3 minutos para posterior visualização no microscópio óptico (NIKON Eclipse E100 - Brasil). A temperatura de gelatinização foi determinada pela visualização de lâminas contendo estas alíquotas e o que caracterizou a ocorrência completa da mesma foi a ausência de grânulos inteiros dos amidos submetidos a tal processo. Todos os experimentos foram conduzidos em triplicata.

2.4 Determinação do pH

Foi determinado o pH dos geis produzidos contendo 1, 2, 3 e 4% (p/v) de amido em 400 mL de água destilada utilizando um pHmetro de bancada (MS Tecnopar Instrumentação mPA210 – Brasil) de acordo com a metodologia proposta por *Association of Official Analytical Chemists* [14]. As amostras estavam a 22 °C, sendo as medidas realizadas em triplicata.

2.5 Preparação dos biscoitos

Para a comparação entre as propriedades tecnológicas dos amidos nativo e fermentado, foram elaborados biscoitos que empregavam como ingredientes amido de mandioca nativo ou fermentado, água, leite, gordura vegetal, ovo e sal. As formulações e seus ingredientes estão apresentados na tabela 1. A elaboração dos biscoitos foi realizada duas vezes, sendo ambos os lotes submetidos à análise de capacidade de expansão.

Tabela 1. Formulações utilizadas no preparo dos biscoitos para determinação da capacidade de expansão

Ingredientes	Formulação 1	Formulação 2
Amido nativo	600 g	–
Amido acidificado	–	600 g
Água	240 mL	240 mL
Leite	240 mL	240 mL
Gordura vegetal	120 mL	120 mL
Ovo	63 g	63 g
Sal	6,5 g	6,5 g

O amido de mandioca foi dissolvido em 25% da água e adicionado dos ovos e do sal. A massa foi misturada até se tornar esfarelada, com aspecto presente na figura 1A. O óleo e o restante da água (75%) foram misturados em separado e submetidos a aquecimento até ebulição em um recipiente em aço inoxidável. Posteriormente, esta mistura aquecida foi adicionada sobre a massa esfarelada, sendo então, submetida ao amassamento até se obter uma massa homogênea (Figura 1B), o que levou aproximadamente 10 minutos. A partir desta, biscoitos foram moldados e colocados em formas para o assamento a 200 °C por 40 minutos em forno elétrico (marca Fogatti modelo F380-A – Brasil) pré-aquecido por 10 minutos a 200 °C [16].

2.6 Determinação da capacidade de expansão dos amidos

Para a determinação da capacidade de expansão, os biscoitos produzidos foram banhados em parafina fundida até completa impermeabilização e submergidos em



Figura 1. (A) Massa esfarelada, (B) homogênea e (C) biscoitos moldados ainda crus

uma proveta de 500 mL contendo 400 mL de água destilada. O volume dos biscoitos foi medido pelo deslocamento da água presente na proveta. Um total de 20 biscoitos de cada formulação foi empregado neste ensaio. O resultado da expansão foi expresso em volume deslocado e mL.g^{-1} [16].

2.7 Análise estatística

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado e foi repetido duas vezes em dias diferentes. Todas as análises foram realizadas em triplicata nas duas repetições do experimento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3 Resultados e discussão

3.1 Teor de umidade

O amido nativo apresentou teor de umidade médio de 12,7% e o amido fermentado de 11,6%, não havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre as umidades. Estes valores se encontram de acordo com a legislação brasileira, que estabelece 18% para valor de umidade máxima para amido nativo e fermentado [3].

3.2 Determinação da temperatura de gelatinização

Nas figuras 2 e 3, estão apresentadas fotos microscópicas (aumento de 100 vezes) da suspensão de amido nativo e fermentado, respectivamente, em diferentes temperaturas de aquecimento (A: 24,5 °C, B: 49,0 °C, C: 55,0 °C, D: 61,0 °C, E: 69,0 °C e

F: 75,0 °C).

Na figura 2A, é apresentado o amido nativo em suspensão de água fria à temperatura ambiente (24,5 °C), enquanto na figura 3A é apresentado o amido fermentado, nas mesmas condições. A água pode penetrar nas regiões amorfas dos grânulos sem perturbar as zonas cristalinas ou promover a gelatinização. Quando aquecidos à temperatura de 49,0 °C (Figuras 2B e 3B) também não há alteração na estrutura do grânulo.

Em temperaturas de 55,0 °C (figuras 2C e 3C), foi observado um aumento da viscosidade, presença de grânulos inchados de amido e partes rompidas de grânulos, o que caracteriza a ocorrência de início de processo de gelatinização. De fato, quando os grânulos de amido passam por um processo de gelatinização, há ruptura da ordem molecular no interior dos grânulos. Evidências da perda de ordem incluem inchaço irreversível do grânulo, perda de birrefringência e perda de cristalinidade. Além disso, durante a gelatinização ocorre lixiviação da amilose [17].

Em temperaturas de 61,0 °C (figuras 2D e 3D), o amido se torna transparente, com grânulos bastante intumescidos e muitos fragmentos de grânulos rompidos. O aquecimento contínuo dos grânulos de amido, em excesso de água, resulta em mais inchaço do grânulo, mais lixiviação de compostos solúveis (principalmente amilose) com consequente ruptura total dos grânulos. Nas figuras E e F já se tem a completa gelatinização, sem a presença de grânulos inteiros.

A temperatura média de gelatinização foi caracterizada como a temperatura na qual houve desestruturação dos grânulos inteiros dos amidos, sendo de 61,7 °C para o amido nativo e 60,3 °C para o amido fermentado. Portanto, a temperatura média de gelatinização foi semelhante ($p \leq 0,05$) para os amidos estudados. Bobbio e Bobbio [18] encontraram para o amido de mandioca faixa de temperatura de gelatinização de 58 a 70 °C, semelhante ao encontrado por Feira [19] que foi de 57 a 74 °C. Ambas as faixas de temperatura compreendem a encontrada no presente trabalho.

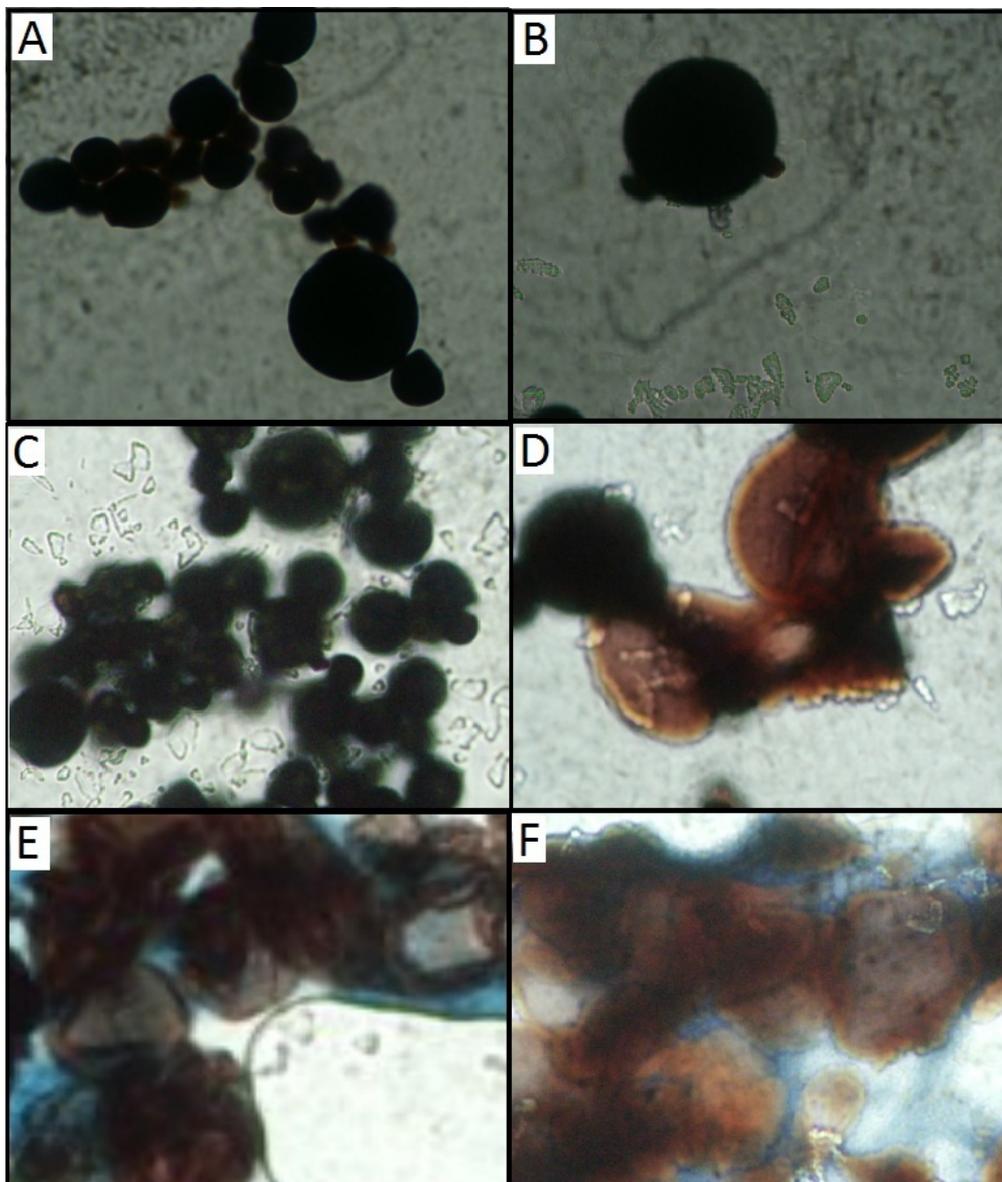


Figura 2. Micrografias de suspensão de amido a 1% em diferentes temperaturas e tempos de aquecimento, sendo: (A) 0 minutos a 24,5 °C; (B) 9 minutos a 49,0 °C; (C) 12 minutos a 55,0 °C; (D) 15 minutos a 61,0 °C; (E) 18 minutos a 69,0 °C e (F) 21 minutos a 75,0 °C. Aumento de 100 vezes

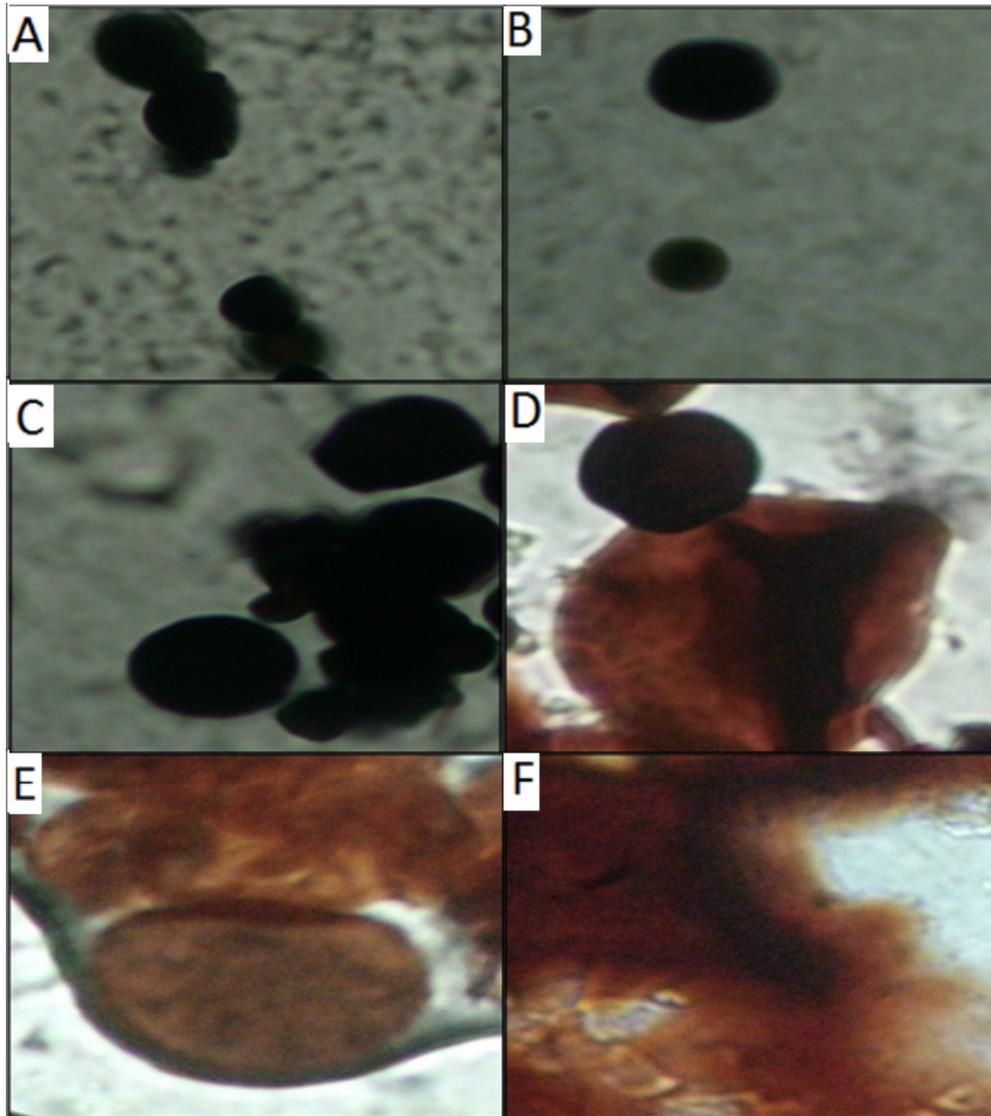


Figura 3. Micrografias de suspensões de amido fermentado a 1% em diferentes temperaturas e tempos de aquecimento, sendo: (A) 0 minutos a 24,5 °C; (B) 9 minutos a 49,0 °C; (C) 12 minutos a 51,0 °C; (D) 15 minutos a 60,0 °C; (E) 18 minutos a 70,0 °C e (F) 21 minutos a 78,0 °C. Aumento de 100 vezes

3.3 Determinação do pH das suspensões produzidas

O pH médio das suspensões de amido nativo e amido fermentado produzidas com concentrações de 1, 2, 3 e 4% está apresentado na tabela 2.

Tabela 2. Valores médios do pH das suspensões de amido nativo e gelatinizado durante o processo de gelatinização

Concentração	Amido Nativo	Amido Fermentado
1%	6,68 ^a ± 0,01	3,95 ^d ± 0,02
2%	6,75 ^a ± 0,03	3,78 ^e ± 0,01
3%	6,47 ^b ± 0,02	3,80 ^e ± 0,02
4%	5,70 ^c ± 0,01	3,86 ^{de} ± 0,01

Os pHs do amido nativo apresentaram-se ligeiramente ácidos, variando de 5,7 a 6,68, sendo que com o aumento da concentração de amido na solução ocorreu um incremento da acidez na mesma. Já os pHs do amido fermentado estiveram na faixa de 3,78 a 3,95, apresentando maior acidez que o amido nativo. De fato, durante o processo fermentativo ocorre a produção de ácidos orgânicos, tendo como consequência o aumento da acidez [20]. O baixo pH em amidos fermentados é considerado um dos principais responsáveis pelo controle de crescimento de micro-organismos deteriorantes no produto [21] e também parcialmente responsável pelas mudanças tecnológicas do mesmo [22]. Marcon, Avancini e Amante [2] apresentam como pH característicos para amidos fermentados valores próximos a 3,5, sendo que os resultados encontrados neste trabalho foram próximos a esse valor.

3.4 Determinação da capacidade de expansão dos biscoitos

Os biscoitos produzidos com as duas matérias-primas apresentaram diferenças nos seus volumes ($p \leq 0,05$), sendo o volume deslocado para os biscoitos produzidos com o amido nativo (10 mL) menor do que o de biscoitos com amido fermentado (20 mL). As amostras apresentaram valores de expansão de 3,3 (amido nativo) a 8,5 mL.g⁻¹ (amido fermentado), portanto, o amido de mandioca fermentado confere aos produtos desenvolvidos a partir dele capacidade de expansão duas vezes maior do

que o amido nativo.

De fato, a fermentação natural confere ao amido de mandioca uma maior capacidade de crescer durante a cocção de biscoitos, como se houvesse aeração, obtendo-se um produto com estrutura alveolar, pouco densa e crocante. Esta propriedade de expansão é uma das características mais relevantes e, também a mais interessante para os fabricantes de biscoito, considerando que o biscoito é comercializado por volume e não por peso ou por unidade [23]. Essa característica poderia ser aliada ao fato de que o amido de mandioca não contém glúten, possibilitando seu emprego em formulações para produtos especiais, como os destinados a portadores de doença celíaca [24].

Segundo Nunes [25], a expansão de biscoitos pode ser considerada pequena quando for menor do que 5 mL.g^{-1} , média entre 5 e 10 mL.g^{-1} e grande quando for maior do que 10 mL.g^{-1} . Sendo assim, os biscoitos com amido nativo apresentaram baixa expansão ($3,3 \text{ mL.g}^{-1}$), enquanto os biscoitos com amido fermentado apresentaram média expansão ($8,5 \text{ mL.g}^{-1}$).

4 Conclusão

O processo de fermentação ocasiona melhoria na capacidade de expansão do amido de mandioca, sem prejuízo nas características físico-químicas dos produtos, apesar de alterar o pH do mesmo. Sendo assim, o amido nativo pode ser utilizado em produtos nos quais a capacidade de expansão não seja importante, enquanto o amido fermentado é recomendado em produtos em que a expansão seja primordial, como os biscoitos e produtos de panificação, tais como os pães de queijo.

Referências

- [1] FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and agricultural commodities production, 2012. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: jun/2015.
- [2] MARCON, M. J. A; AVANCINI, S. R. P; AMANTE, E. R. Propriedades químicas e tecnológicas do amido de mandioca e do polvilho azedo. Florianópolis. Ed UFSC, 2007.

- [3] BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº 263/05, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 2005.
- [4] DAIUTO, E. R.; CEREDA, M. P.; CARVALHO, L.J.C.B. Características e propriedades do amido extraído de camadas dos tecidos da raiz de mandioca cv. Mico (*Manihot esculenta* Crantz). *Braz J Food Technol*, v. 5, p. 217-223, 2002.
- [5] DAIUTO, E. R.; CEREDA, M. P. Características físicas e avaliação energética de geis de fécula de tuberosas submetidos ao estresse de esterilização. *Energia na Agricultura*, v. 21, n. 2, p. 45-60, 2006.
- [6] VIEIRA, F. C.; SARMENTO, S. B. S.; Heat-moisture treatment and enzymatic digestibility of peruvian carrot, sweet potato and ginger starches. *Starch/Stärke*, v. 60, p. 223-232, 2008.
- [7] CEREDA, M. P. Amidos modificados. *Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v. 30, n. 1, p. 31-36, 1996.
- [8] PEREIRA, J.; CIACCO, C. F.; VILELA, E. R.; TEIXEIRA, L.S. Féculas fermentadas na fabricação de biscoitos: estudo de fontes alternativas. *Food Sci Technol*, v. 19, n. 2, p. 287-293, 1999.
- [9] LEONEL, M.; JACKY, S.; CEREDA, M. P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata doce – Um estudo de caso. *Cienc Tecnol Aliment*, v. 18, n. 3, p. 343-345, 1998.
- [10] WURZBURG, O. B. Modified starches: properties and uses. Boca Raton. CRC Press, 1986.
- [11] ALEXANDRINO, C. D. Utilização dos amidos de milho e de batata na elaboração de tapioca. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- [12] CEREDA, M. P. Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo. Fundação Cargill, 2002.

- [13] CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo. Fundação Cargill, v. 2, cap. 22, p. 449-553, 2002.
- [14] AOAC. Official Methods of Analysis. 15th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, 2004.
- [15] SOUZA, R. C. R.; ANDRADE, C. T. Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido. *Polímeros Ciência e Tecnologia*. v. 10, n. 1, p. 24-30, 2000.
- [16] SHIRAI, M. A.; HAAS, A.; FERREIRA, G. F.; MATSUGUMA, L. S.; FRANCO, C. M. L.; DEMIATE, I. M. Características físico-químicas e utilização em alimentos de amidos modificados por tratamento oxidativo. *Cienc Tecnol Aliment*, v. 27, n. 2, p. 239-247, 2007.
- [17] DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de alimentos de Fennema. Porto Alegre. Artmed, 2010.
- [18] BOBBIO, F. O. ; BOBBIO, P. A. Introdução a química de alimentos. São Paulo. Varela, 2003.
- [19] FEIRA, J. M. C. Obtenção de polieletrólito polimérico a partir da modificação química de amido de mandioca. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- [20] DIAS, A. R. G.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M.; HELBIG, E. Oxidação dos amidos de mandioca e de milho comum fermentados: desenvolvimento da propriedade de expansão. *Cienc Tecnol Aliment*, v. 27, n. 4, p. 794-799, 2007.
- [21] MACHADO, A. V.; ARAÚJO, F. M. M. C.; PEREIRA, J. Caracterização física, química e tecnológica do polvilho azedo. *Rev Verde Agroecologia Desenvol Sustent*, v. 5, p. 01-06, 2010.
- [22] PLATA-OVIEDO, M.; CAMARGO, C. R. O. Sun dried sour cassava starch: expansion property. *International Meeting on Cassava and Starch*, Cali, p. 112-112, 1994.

- [23] RIVERA, H. H. P. Fermentação de amido de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz): avaliação e caracterização do polvilho azedo. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- [24] DIAS, A. R. G.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M.; HELBIG, E. Oxidação dos amidos de mandioca e de milho comum fermentados: desenvolvimento da propriedade de expansão. *Cienc Tecnol Aliment*, v. 27, n. 4, p. 794-799, 2007.
- [25] NUNES, O. L. G. S. ; CEREDA, M. P. Expansion development of cassava starch modified by lactic acid and treated with ultraviolet radiation. *International Society of Tuber and Roots Crop*, Tsukuba, v. 12, p. 154-158, 2002.