

ESTUDO COMPARATIVO DAS CARACTERÍSTICAS DE BIOPLÁSTICOS PRODUZIDOS A PARTIR DE POLVILHO DOCE COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE AMIDO EM MICRO-ONDAS

Carolina Chaves Fernandes (UNILASALLE RJ) carolinacfernandes@live.com

Victor Miranda de Almeida (UNILASALLE RJ) victormgpec@gmail.com

Alexandre Reis de Azevedo (UNILASALLE RJ) alexandre.azevedo@lasalle.org.br

Resumo

A síntese de bioplásticos vem sendo cada vez mais fomentada e buscada por pesquisadores para solucionar o problema com relação ao depósito de lixo no mundo. Outros métodos empregados são: a reciclagem, a biodegradação e o uso de polímeros biodegradáveis. Apesar de serem métodos importantes na solução desses problemas, a biodegradação necessita de uma intensa pesquisa para achar condições favoráveis para a ação dos micro-organismos e a reciclagem não consegue abarcar a quantidade de plásticos descartados. Diversos polissacarídeos são usados para a produção de plásticos biodegradáveis. Este presente trabalho tem como principal objetivo a síntese de bioplástico utilizando diferentes porções de polvilho doce e amido e o estudo das características dos produtos obtidos.

Palavras-Chaves: Polímeros Naturais, Bioplásticos, Biodegradáveis, Polvilho doce.

1. Introdução

Nos últimos anos, houve um aumento nas pesquisas focadas no desenvolvimento de materiais biodegradáveis, devido à crescente acumulação de plástico um material difícil de ser decomposto. Embalagens e filmes biodegradáveis derivadas de celulose, proteínas e amido ganharam um grande impulso, pois permitiram a redução do uso de materiais derivados do petróleo (POLÍMEROS, 2017).

O Brasil produz cerca de 240 mil toneladas de lixo por dia, número inferior ao produzido nos EUA (607.000 t./dia), porém muito superior a países como Alemanha (85.000 t./dia) e a Suécia (10.400 t./dia) e, no Brasil, a maior parte destes resíduos vai para lixões a céu aberto (VILPOUX; AVEROUS, 2003). Como o plástico é um material indispensável na vida moderna, tornar sua distribuição mais sustentável pode ter um impacto positivo muito importante para o meio ambiente. O consumo anual de plástico no mundo inteiro cresceu 20 vezes desde os anos 50, totalizando 150 milhões de toneladas. Estima-se que a produção de

1kg do plástico mais comum exija o equivalente a 2 kg de matéria-prima fóssil (petróleo) e de energia, e libere aproximadamente 6kg de dióxido de carbono (MLA, 2009).

A utilização de bioplásticos tem aumentado significativamente nas indústrias nos últimos anos como uma forma de atender a demanda por alternativas que diminuam os impactos ambientais causados pelos resíduos plásticos. O investimento feito em prol da viabilização desse tipo de material tem um grande diferencial competitivo para a indústria. A associação Européia de Bioplásticos (European Bioplastics) estima produzir 1,7 milhão de toneladas de bioplásticos por ano (PLÁSTICOBRASIL, 2017).

Inúmeros estudos têm sido publicados sobre caracterização das propriedades funcionais de filmes a base de amido (BADER; GORITZ, 1994a, 1994b, 1994c; GARCIA; MARTINO; ZARITZKY, 1998, 2000; MALI; GROSSMANN, 2003; MALI et al., 2002; 2004), principalmente porque o amido é uma matéria-prima abundante e disponível em todo o mundo, apresenta muitas possibilidades de modificação química, física ou genética e origina filmes e revestimentos resistentes. A aplicação do amido na confecção de biofilmes se baseia nas propriedades químicas, físicas e funcionais da amilose para formar géis e na sua capacidade para formar filmes (YOUNG, 1984).

Como os filmes confeccionados exclusivamente por amido são pouco flexíveis e quebradiços e apresentam baixa maquinabilidade, ou seja, se adequa com dificuldade aos processamentos convencionais para a produção de embalagens, a introdução de aditivos às matrizes poliméricas é necessária. A questão da rigidez pode ser resolvida através da adição de plastificantes, que melhoram as propriedades mecânicas dos filmes (GONTARD; GUILBERT; CUQ, 1993). O glicerol é um dos poliois mais comumente utilizado para a produção de amido termoplástico. Ele é um plastificante hidrofílico bastante empregado, que interage com as cadeias de amido, aumentando a mobilidade molecular e, conseqüentemente, a hidroflicidade e a flexibilidade dos filmes plastificados (MALI et al, 2004).

1.1 Polissacarídeos

Os polissacarídeos são os mais abundantes carboidratos na natureza e servem como substância de reserva e como componente estrutural das células das plantas. Pela legislação Brasileira, dentre os polissacarídeos de reserva dos vegetais podem ser encontrados os amidos ou féculas (CEREDA, 2001), tais como:

1.1.1 Polvilho Doce

O polvilho doce é um produto amiláceo extraído da mandioca (*Manihot utilissima*) e de acordo com o teor de acidez, é classificado em polvilho doce ou polvilho azedo (ANVISA, 2017). O amido de mandioca é formado por grânulos microscópicos e quando puro é branco, insípido e inodoro, é insolúvel em água, na qual forma uma suspensão leitosa e com precipitação após repouso. Quando seco é higroscópico e nesta forma granular é chamado de amido nativo (CEREDA, 1994).

O amido de mandioca, denominado normalmente de fécula por ser obtido da raiz da planta, é um produto amiláceo cuja diferenciação é de ordem puramente funcional e tecnológica. O amido de mandioca ou fécula é um produto de cor clara e sabor suave usado na forma nativa ou modificado para diversos fins industriais. Na Indústria de alimentos tem sido utilizado como:

- Espessante, na gelatinização de cremes, tortas, pudins, sopas, alimentos infantis, molhos, caldos, etc;
- Recheio, para aumento do teor de sólidos em sopas enlatadas, sorvetes, conservas de frutas, preparados farmacêuticos, etc;
- Ligante, para impedir a perda de água durante o cozimento de salsichas, carne enlatada, etc;
- Estabilizante, devido a sua capacidade de retenção de água em sorvetes, fermento em pó, etc;
- Estruturante, na produção de produtos de panificação, como elaboração de pães, biscoitos, extrusados e outros.

Além da indústria alimentícia o amido tem amplo uso na preparação de colas para a indústria papelreira ou de fibras sintéticas (STEVENS, 1983).

1.1.2 Amido de Milho

O amido de milho é um produto amiláceo extraído de milho (ZEAMAYA, 2017); Teixeira et al. (1998) define o amido como um carboidrato nutricional, sendo um polissacarídeo composto de amilose e amilopectina que são facilmente hidrolisadas, produzindo carboidratos de baixo peso molecular. O amido é um dos polímeros naturais com maior potencial de

aplicação no desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, por ser renovável e obtido a partir de diversas fontes a baixo custo (OLIVEIRA, 2010).

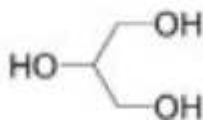
1.2 Dispersantes

Os plastificantes ou agentes dispersantes são geralmente, moléculas pequenas, pouco voláteis e são adicionados aos polímeros de alto peso molecular para amolecê-los ou abaixar seu ponto de fusão durante o processamento, ou para lhe adicionar uma flexibilidade ou extensibilidade semelhante à da borracha (CANGEMI, 2005).

1.2.1 Glicerol

O glicerol também conhecido como glicerina, quando puro é incolor, viscoso e inodoro. É muito empregado na indústria de cosméticos, alimentos, entre outras. A solubilidade em água e sua capacidade de absorvê-la é função da presença dos grupos hidroxilas presentes em sua fórmula estrutural. (SILVA; MACK; CONTIERO., 2009; RAHMAT, ABDULLAH, MOHAMED, 2010; WANG et al., 2001). A Figura 1 é a representação da estrutura química do glicerol.

Figura 1 – Estrutura química do glicerol



Fonte: Beatriz; Araújo; Lima, 2011

O aumento do teor de glicerol promove o aumento da permeabilidade aos gases de filmes hidrofílicos, pois, este aditivo liga-se às moléculas do biopolímero, aumentando a mobilidade e diminuindo a densidade entre suas moléculas, facilitando a passagem dos gases através do material (McHugh e Krochta, 1994).

2. Micro-ondas

O micro-ondas já é empregado em química, na área analítica, desde a década de 70, sendo principalmente utilizado na solubilização de amostras para análise elementar, além do processo de extração de diversas substâncias (Zlotorzynski, 1995).

Outra aplicação do do micro-ondas é em escala comercial na preparação e secagem de alimentos (Dagani, 1997). Os primeiros relatos de síntese orgânica realizadas em forno de micro-ondas de uso doméstico surgiram em 1986 em dois trabalhos independentes de Gedye e Guigere ambos em 1986. As reações foram realizadas em recipiente lacrado e posterior comparação com a reação convencional. Foi observado, principalmente, uma drástica redução do tempo de reação.

Uma variedade de compostos heterocíclicos podem ser sintetizados na ausência de solvente, sob micro-ondas. Reações essas que se assemelham as reações de polimerização pelas condições em que devem ocorrer (VARMA 2002). O mecanismo de ocorrência da polimerização em microondas pode ser descrito em PHILLIPS 1993, como indução, propagação e terminação.

Um exemplo deste tipo de reação é a polimerização de resinas acrílicas, descrita na literatura pode ser verificada em MOREIRA; et al 2006.

3. Materiais e Métodos

3.1 Materiais

Polvilho doce (Casas Pedro, Niterói, RJ), amido de milho (Casas Pedro, Niterói, RJ), água destilada, glicerina bidestilada (Needs), estufa (RA-40), becker de vidro (50 ml), bastão de vidro, pipeta Pasteur, amido de milho (Casas Pedro, Niterói, RJ), Proveta de vidro (10 ml); Proveta de vidro (25 ml); Paquímetro (Paquímetro Digital 150mm, LEETOOLS-684132).

3.2 Processamento dos filmes poliméricos

A análise da concentração dos dispersantes foi adaptada dos métodos descritos em (MALAJOVICH 2014) e (MIRANDA e AZEVEDO 2017).

Foram produzidos inicialmente três filmes com concentrações diferentes de dispersante, tanto com o óleo de soja quanto com o glicerol. A quantidade de dispersante utilizado em cada solução foi de 1 mL, 2 mL e 3 mL.

A partir dos filmes plásticos formados, observou-se que quanto menor a quantidade de dispersante na solução, maior a dureza e resistência do plástico. Por opção do grupo de pesquisa, inicialmente, resolveu-se utilizar a concentração de 5/5 água/glicerina de

plastificante para cada 4,0g de soluto, para obter um produto com maior dureza e dentro das expectativas do estudo.

A proporção de glicerina e água foi alterada para obter um bioplástico mais maleável e menos viscoso, chegando a concentração de 7/3 mL de água/glicerina e 4g de polvilho doce/amido de milho.

Após a análise da concentração do dispersante/água para realizar um estudo comparativo entre as proporções de polvilho doce e amido foram preparadas 6 amostras com diferentes porcentagens dos polissacarídeos. As amostras foram todas preparadas com a mesma quantidade de material seco (8g), água destilada (14ml) e glicerol (6ml), variando apenas as porções de polvilho doce e amido.

Amostra 1 (A1) – 100% Polvilho Doce

Amostra 2 (A2) – 90% Polvilho Doce e 10% Amido de Milho

Amostra 3 (A3) – 80% Polvilho Doce e 20% Amido de Milho

Amostra 4 (A4) – 70% Polvilho Doce e 30% Amido de Milho

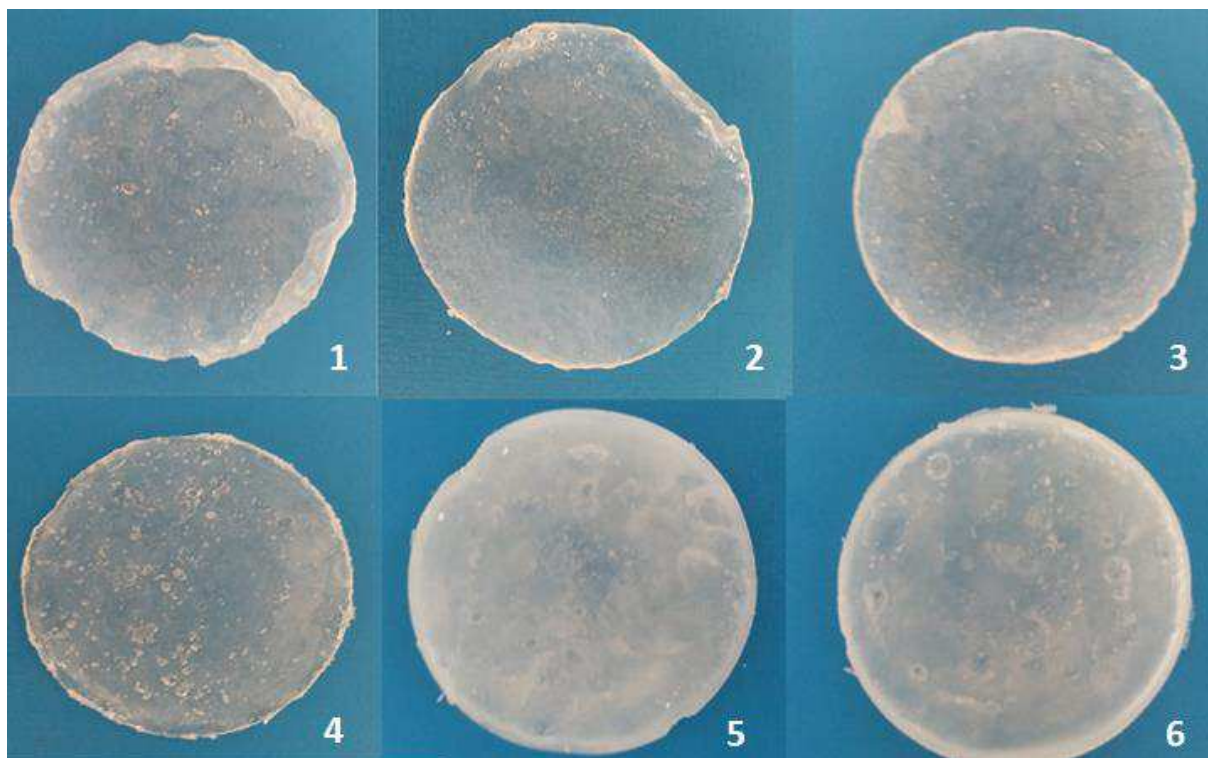
Amostra 5 (A5) – 60% Polvilho Doce e 40% Amido de Milho

Amostra 6 (A6) – 50% Polvilho Doce e 50% Amido de Milho

Os reagentes foram pesados o dispersante (glicerina/água) foi adicionado e a amostra foi mantida sob aquecimento e agitação por 20 minutos a uma temperatura de 150°. Após os 20 minutos a mistura foi colocada em uma placa de petri levada ao microondas por 40 segundos.

4. Resultados e discussões

Figura 2 - Amostras de bioplásticos



Fonte: os autores

Como mostra a figura 2, a amostra número 1 apresenta grande maleabilidade e textura viscosa sendo um produto de difícil manuseio e, portanto não sendo viável o seu uso em grandes produções.

Já as amostras 2, 3 e 4 apresentaram superfície lisa e seca, grande maleabilidade e boa resistência nos testes preliminares, podendo ser uma boa alternativa futura na produção de plásticos biodegradáveis de forma industrial, pois apresentam fácil manipulação, curto tempo de secagem e boa resistência. Foram realizadas tentativas de modelagem nas amostras obtendo sucesso em todos os casos exceto na amostra 1.

A caracterização dos bioplásticos sintetizados foram feitas análises quanto à maleabilidade, dureza e resistência, utilizando a escala likert (onde 0 é baixa e 5 é alta), a coloração foi avaliada dentro do padrão de cor observado, os resultados estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 – Características das Amostras

	Maleabilidade	Dureza	Resistência	Coloração
A1	5	1	3	Transparente
A2	4	3	4	Transparente
A3	4	3	4	Transparente
A4	4	3	4	Transparente
A5	2	4	3	Branco
A6	2	4	3	Branco

Fonte: os autores

Foi calculado também a densidade dos bioplásticos produzidos com o objetivo de comparar com os plásticos não biodegradáveis. Os resultados estão descritos na tabela abaixo.

Tabela 2 – Parâmetro físico das amostras

	Espessura (cm)	Massa (g)	Densidade (g/cm ³)	Volume (cm ³)
A1	0,168	15,81	1,48	10,68
A2	0,176	14	0,8	17,50
A3	0,208	13,32	1,01	13,19
A4	0,213	15,59	1,15	13,56
A5	0,215	17,1	1,25	13,68
A6	0,227	18,33	1,27	14,43

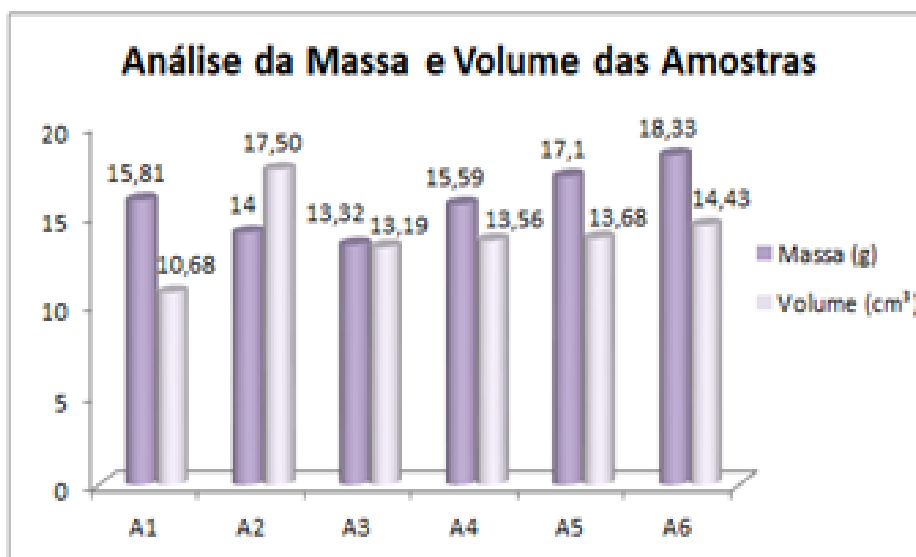
Fonte: os autores (Para os cálculos da tabela acima foi-se adotado (Pi) igual a 3,14 e todas as aproximações foram feitas para baixo)

A amostra 3 apresentou densidade próxima a densidade do polietileno- PEAD, que é um plástico cujas principais características físicas e químicas o qualificam como o melhor material para o contato direto com alimentos "in natura" e industrializados. Além de aplicações industriais, onde se necessita de baixo coeficiente de atrito e boa resistência química.

As amostras 5 e 6 apresentaram coloração branca, superfície lisa com maior dureza que as outras amostras podendo ser utilizadas na indústria para a fabricação de materiais como caixas, embalagens entre outros.

Abaixo o gráfico demonstra a relação Massa\Volume das 6 amostras produzidas.

Gráfico 1- Análise da Massa e Volume das amostras



Fonte: os autores

Conclusões

No presente trabalho foram realizadas a síntese de 6 amostras de bioplásticos utilizando diferentes proporções de polvilho doce e amido.

Através do estudo comparativo das amostras foi possível concluir que o bioplástico feito apenas com polvilho doce, apresentou uma grande maleabilidade e quando adicionadas diferentes quantidades de amido foi possível produzir um bioplástico com características de maleabilidade e dureza mais equilibrado. Esse equilíbrio entre maleabilidade e dureza é o fator que favorece a moldagem dos bioplásticos.

Foi possível moldar os bioplásticos produzidos, o que reforça a possibilidade de utilização industrial.

A técnica via micro-ondas mostrou-se eficaz na obtenção dos bioplásticos.

Estudos sobre a produção de objetos com os bioplásticos foram iniciados e apresentaram resultados promissores.

Estudos de degradação dos bioplásticos é uma das perspectivas futuras.

REFERÊNCIAS

ABIAP, http://www.abiap.com.br/sitept/content/informativos/detalhe.php?informativo_id=125, Acessado em 13 de Julho de 2017.

Acessado em 26 de julho de 2017.

ALMEIDA V.M.; AZEVEDO, A.R.; Anais do V Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP 2017 - ISSN: 2318-9258

ANVISA, http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78_amidos.htm, Acessado em 12 de setembro de 2017.

BADER, H. G.; GÖRITZ, D. Investigations on high amylose corn starch films. Part 1: Wide angle X-ray scattering (WAXS). *Starch/Stärke*, Weinheim, v.46, n.6, p.229-232, 1994a.

CEREDA, M. P.; VEIGA, P.; VILPOUX, O. Possíveis usos da fécula de mandioca: Critérios de qualidade. *Boletim Técnico n 3 – CERAT – UNESP – Botucatu – SP*, 1994.

CEREDA, M. P. Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas: propriedades gerais do amido. São Paulo: Fundação Cargill, v.1, 2001.

DAGANI, R.; *Chem. Eng. News* 1997, 75, 26 (10 fevereiro).

GEDYE, R.; Smith, F.; Westaway, K.; Ali, H.; Baldisera, L.; Laberge, L.; ROUSELL, J.; *Tetrahedron Lett.* 1986, 27, 279.

GIGUERE, R. J.; Bray, T. L.; Duncan, S. M.; Majetich, G.; *Tetrahedron Lett.* 1986, 27, 4945.

GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. *Journal of Food Science*, Chicago, v.58, n.1, p.206-211, 1993.

HOOVER, R. et al. Physicochemical properties of Canadian oat starches. *Carbohydrate Polymers*, v. 52, n. 1, p. 253-261, 2003.

MALAJOVICH M.A.M. (2014). Bioplásticos. *Revista Ciencia Hoy* 23:138, 2014.

MALI, S.; SAKANAKA, L. S.; YAMASHITA, F.; GROSSMANN, M. V. E. Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect. *Carbohydrate Polymers*, Barking, v.60, p.283-289, 2005.

MLA - "A revolução do bioplástico brasileiro." *Universia Knowledge@Wharton*. The Wharton School, University of Pennsylvania, [15 May, 2009]. Web. [09 August, 2017] <<http://www.knowledgeatwharton.com.br/article/a-revolucao-do-bioplastico-brasileiro/>>

MOREIRA-DA-SILVA, S. M. L. et al. *Revista Dens*, v.14, n.1, ISSN 0100-2775 - maio/outubro 2006

MUA, J. P.; JACKSON, D. S. Gelatinization and solubility properties of commercial Oat Starch. *Starch*, v. 47, n. 1, p. 2-7, 1995.

OLIVEIRA, C. I. Plástico biodegradável, 2010 Disponível em: <<http://profcarlaquimica.blogspot.com.br/2010/09/plastico-biodegradavel-o-lixo-urbano-e.html>>. Acesso em: 26 de abril de 2014.

PLASTICOBRASIL <http://mundodoplastico.plasticobrasil.com.br/por-que-investir-na-producao-de-bioplasticos>.

REIS, Mônica Oliveira; OLIVATO, Juliana Bonametti, ZANELA, Juliano; YAMASHITA, Fábio; GROSSMANN, Maria Victoria Eiras - *Revista Polímeros - DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS*, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, PR, Brazil (2017), 27(2), 129-135.

SF AGRO - SF Agro: <http://sfagro.uol.com.br/cultivo-aveia/> - Acessado em 13 de Julho de 2017.

SHIMAZU, Angélica Aimoto; MALI, Suzana; SEMINA, Maria Victória Eiras Grossmann : Ciências Agrárias, Londrina - Plasticizing and antiplasticizing effects of glycerol and sorbitol on biodegradable cassava starch films , v. 28, n. 1, p. 79-88, jan./mar. 2007

SILVA, G. P. DA; MACK, M.; CONTIERO, J. Glycerol: A promising and abundant carbon source for industrial microbiology. *Biotechnology Advances*, v. 27, p. 30– 39, 2008.

STEVENS, M. P. Wprowadzenie do chemii polimerow PWN. Tradução do original *Polymer Chemistry : An Introduction*. Warszawa: Addison-Wesley, p. 378, 1983.

TEIXEIRA, M. A.V; CIACCO, C. F.; TAVARES, D. Q.; BONEZZI, A. N. Ocorrência e caracterização do amido resistente em amidos de milho e de banana, 1998 Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20611998000200019&script=sci_arttext. Acesso em: 21 de julho de 2014.

VARMA, R. S.; *Advances in green chemistry: chemical syntheses using microwave irradiation*. AstraZeeneca Research Foundation India, Bangalore 2002, 80p

VILPOUX, O.; AVEROUS, L. Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas. : In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Coord.). *Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas*. São Paulo: Cargill, 2003. v.3, p.500-530.

WANG, L. Z.; WHITE, P. J. Functional properties of oats starches and relationships among functional and structural characteristics. *Cereal Chemistry*, v. 71, n. 5, p. 451-458, 1994c.

WANG, L. Z.; WHITE, P. J. Structure and physicochemical properties of starches from oats with different lipid contents. *Cereal Chemistry*, v. 71, n. 5, p. 443-450, 1994b.

WANG, L. Z.; WHITE, P. J. Structure and properties of amylose, amylopectin, and intermediate materials of oats starch. *Cereal Chemistry*, v. 71, n. 3, p. 263-268, 1994a.

YOUNG, H. Fractionation of starch. In: WHISTLER, R. L.; BeMILLER, J. N.; PASCHALL, E. F. (Ed). *Starch chemistry and technology*. 2.ed. Orlando: Academic Press, 1984. p.249-283.

ZLOTORZYNSKI, A.; *Crit. Rev. Anal. Chem.* 1995, 25, 43.