

Com as características apresentadas neste estudo, é possível estimular diversos campos de aplicação, como: a cobertura em alimentos (naqueles que necessitam da manutenção da umidade e de cuidados mecânicos durante a manipulação); a área de embalagens para indústria alimentícia; e uma ferramenta para o ensino, tanto para gestão ambiental para os alunos do curso de engenharia, quanto para alunos do ensino médio e fundamental que estejam aprendendo sobre polímeros.

Alexandre Reis Azevedo
Victor Miranda Almeida
Suzana Arleno Souza Santos

Síntese de bioplásticos feitos com polímeros naturais: uma alternativa para a gestão ambiental

Synthesis of bioplastics made with natural polymers: an alternative for environmental management

ALEXANDRE REIS AZEVEDO*

VICTOR MIRANDA ALMEIDA**

SUZANA ARLENO SOUZA SANTOS***

Resumo

O uso de plásticos tem gerado problemas com relação ao depósito de lixo. O descarte desses materiais representa um grande volume do total do lixo depositado nos aterros do mundo. Para solucionar esse problema, métodos têm sido empregados, tais como a reciclagem, a biodegradação e o uso de polímeros biodegradáveis. Apesar de serem métodos importantes na solução desses problemas, a reciclagem não consegue abarcar a quantidade de plásticos descartados e a biodegradação necessita de uma intensa pesquisa para achar condições favoráveis para a ação dos microorganismos. Um método que vem ganhando espaço nas pesquisas mundiais e tem minimizado os efeitos negativos dos plásticos produzidos são os plásticos biodegradáveis. Neste artigo, apresentamos uma possível solução para o problema ambiental e o desenvolvimento de alternativas para a disciplina de gestão ambiental do curso de engenharia.

Palavras-chave: Polímeros naturais. Bioplásticos. Biodegradáveis. Dispersantes.

* Doutorado completo em Química Orgânica na Universidade Federal Fluminense. Professor de química geral e experimental nos cursos de engenharia de produção e civil. Email: alexandre.azevedo@lasalle.org.br

** Aluno de iniciação científica do 7º período de Engenharia de Produção no Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro. Email: victormgpec@gmail.com

*** Doutorado completo; Professora de física geral e experimental nos cursos de engenharia de produção e civil no Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro. Email: suzanaarleno@hotmail.com

Abstract

The use of plastics has generated many waste deposit problems. Nowadays, plastic wastes represent a big volume of the total waste in the world landfills. To solve the disposal problem, methods have been employed such as recycling, biodegradation and biodegradable polymers. In despite of being methods that have their role to solve the problem of the large amount of plastic discarded in the world, recycling cannot cover all the huge amount of discarded plastic, and biodegradation requires intensive research to find conditions for the action of microorganisms. Therefore, a great method, which has been increased its research, because it is an important way for minimizing the effect of the large volume of plastic waste discarded in the world, is the biodegradable plastics. On this article, we show a possible solution to the environmental problem and the development of the engineering's environmental management discipline.

Keywords: Natural polymers. Bioplastics. Biodegradable. Dispersants.

Introdução

Sempre foi comum buscar materiais cada vez mais duráveis para serem usados na vida diária no mercado e, dentre estes materiais, estavam os plásticos, com alta variedade de aplicações, por causa das suas propriedades, variedade de uso e preço (HUANG, 1995). O uso de plásticos vem aumentando muito no mundo todo (REDDY, 2003) e, por isso, é grande a quantidade de resíduos plásticos descartados no meio ambiente, isto é, um quinto do volume total (LEÃO, 1998).

Os plásticos sintéticos, materiais formados de macromoléculas, denominados polímeros, são altamente resistentes à degradação natural, daí seu acúmulo crescente (TORIKAI, 1999). O consumo de plásticos por pessoa no mundo é de aproximadamente 19 kg (SHRIVRAM, 2001), sendo que, nos Estados Unidos, é de 80kg e na Europa 60kg (KALIA, 2000). Apesar do desenvolvimento na fabricação e processamento, os plásticos geram dois problemas grandes: o uso de fonte não-renovável para obter sua matéria-prima e a quantidade enorme de resíduos gerados (AMASS, 1998). E também se sabe que, no geral, os plásticos levam mais de um século para se degradarem totalmente e que sua hidrofobicidade e massa molar média alta atrapalham a ação de suas enzimas e dos microrganismos na superfície da molécula (LEE, 1998; ROSA, 2004).

Nos últimos anos, tem crescido o interesse por produtos biodegradáveis, com as novas políticas de desenvolvimento sustentável por causa da diminuição da reserva de combustível fóssil e a maior preocupação da população com o meio ambiente. Esses polímeros trazem uma significativa contribuição para o desenvolvimento sustentável em vista de, através deles, se obterem uma maior gama de opções de produtos com menor impacto ambiental. O mercado mundial dos plásticos é dominado largamente pelos

produtos de origem petroquímica. Atualmente, a cota de mercado dos bioplásticos é inferior a 1%. A capacidade de produção mundial destes bioplásticos deverá quintuplicar entre os anos de 2011 e 2016, dos atuais 1.2 milhões de toneladas para 5.8 milhões de toneladas (BIOPLASTICS, 2014).

Os polímeros biodegradáveis são classificados principalmente como agropolímeros (amido, quitina, proteína...) e poliésteres biodegradáveis [polihidroxialcanoatos, poli (lático ácido) ...]. Esses últimos, também chamados poliésteres, podem ser sintetizados a partir de fontes fósseis, mas as principais produções são obtidas a partir de fontes renováveis. A importância dos bioplásticos biodegradáveis tende a aumentar cerca de dois terços da sua cota atual, tendo como principais contribuintes o PLA (ácido polilático) para 290 mil toneladas (60% de aumento) e o PHA (polihidroxialcanoato) para 142 mil toneladas – 700% de aumento (LEMOS, 2013).

No Brasil, há pesquisas para a produção de bioplásticos, mas, em sua maioria, são usados o amido de milho ou da mandioca, além da proteína. Há outros tipos de polissacarídeos que podem ser aproveitados, como por exemplo:

Fécula de batata

Apesar de a batata ser considerada apenas mais um item do grupo das hortaliças no Brasil, mundialmente, sua importância em termos de consumo humano é comparável a de grandes commodities, ficando atrás somente do trigo, do arroz e do milho. Segundo cálculos da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), o valor mundial da produção do tubérculo foi de aproximadamente US\$ 63 bilhões, em 2003 (FAO, 2016). Em 2005, foram produzidas 300 milhões de toneladas de batata em uma área de 18 milhões de hectares. O Brasil produziu cerca de 3 milhões de toneladas entre os anos de 2003 e 2005 (ABBA, 2006).

A fécula de batata é o produto amiláceo extraído das raízes da batata, não fermentada (MAPA, 2005). Para cada 100 gramas de fécula de batata, podem ser encontrados 45,1 g de carboidratos (NASCIMENTO, 2013), o que o torna um bom candidato para a produção de bioplásticos (DIS, 2016).

Tabela 1 – Composição da fécula de batata (DIS, 2016)

Constituintes	Farinha de Fécula de Batata
Carboidratos (%)	83,1
Proteínas	6,9
Lípidos (%)	0,34
Fibras (%)	5,9
Umidade (%)	6,52

Farinha de trigo integral

O trigo possui destaque na produção agrícola no Brasil, porém segundo (León e Rosell, 2007), outros países também se destacam. A cultura de trigo é a terceira maior entre os demais cereais no mundo, perdendo para o arroz

e o milho. Entre os maiores produtores de trigo estão Argentina, Estados Unidos, China e Índia (FAO, 2008).

O grão de trigo integral é representado pelo grão completo. É composto principalmente de amido e glúten. A partir do trigo integral, obtém-se a farinha de trigo integral e, de acordo com a Anvisa, Resolução n. 12, 24.07.1978, “farinha integral é o produto obtido a partir do cereal limpo com uma extração máxima de 95% e com teor máximo de cinza de 1,75%”. A farinha de trigo integral é o produto obtido pela moagem, exclusivamente, do grão de trigo *Triticum vulgares*. Contém alto teor de fibras e pode substituir a farinha branca no preparo de bolos, pães, macarrão, bolinhos, cremes, biscoitos e tortas, tornando a receita mais nutritiva (PHILIPPI, 2014). Para cada 100g de farinha de trigo integral, é possível encontrar 60g de carboidratos, o que é ótimo para a formação de filmes poliméricos (QUAGLIA, 1991).

Tabela 2 - Composição da farinha de trigo integral (QUAGLIA, 1991)

Constituintes	Farinha de Trigo Integral
Carboidratos (%)	60
Proteínas (%)	13,8
Lipídios (%)	1,8
Fibras (%)	12,2

Farinha de maracujá

Originário da América tropical, o maracujá é muito processado e cultivado em todo o mundo. O Brasil é o maior produtor mundial, com produção de 480 mil toneladas e área de 36 mil hectares aproximadamente (IBGE, 2005).

O maracujá é utilizado na elaboração de vários produtos existentes no mercado, resultando na produção de grande quantidade de sementes e cascas, as quais representam mais da metade do peso total do fruto.

Tabela 3 – Composição do maracujá in natura (FERRARI, 2004)

Maracujá	Componente (%)
Casca	50,3
Suco	23,2
Sementes	26,2

A Tabela 4 apresenta os resultados da composição centesimal da casca de maracujá amarelo obtidos por Martins, Guimarães e Pontes (MARTINS, 1985) e Oliveira et al. (OLIVEIRA, 2002). As variações de seus constituintes são aceitáveis, pois dependem principalmente do estágio de maturação do fruto, tendo em vista que o amadurecimento leva à perda de umidade, o que acarreta na concentração dos demais constituintes, além de outros

fatores, tais como local de plantio e as condições genéticas das plantas.

Tabela 4 – Composição da farinha de maracujá (MARTINS, 1985)

Constituintes	Casca de Maracujá
Carboidratos (%)	8,23
Proteínas (%)	1,07
Lípidos (%)	0,7
Cinzas (%)	0,92
Umidade (%)	89,08

Dispersantes

Glicerol

Os plastificantes são, em geral, moléculas de tamanho pequeno, pouco voláteis e são adicionados aos polímeros de massa molecular alta para amolecê-los ou terem seu ponto de fusão diminuído durante a etapa de processamento, ou para flexibilizá-los ou adicionar uma extensibilidade semelhante à da borracha. Os plastificantes mais usados são a água e o glicerol (CANGEMI, 2005).

Para selecionar um dispersante para determinada aplicação, devem ser consideradas algumas características essenciais, tais como:

- Compatibilidade, que pode ser entendida como atração relativa entre polímero e plastificante;
- Permanência, onde depende da volatilidade e suscetibilidade à extração;
- Eficiência, que depende do poder de solvatação (BRASKEM, 2002).

O uso de dispersante como o glicerol, que tem caráter higroscópico, aumenta a afinidade e a solubilidade dos plásticos com a água e afeta de forma direta as propriedades diante dos solutos e vapores, pela diminuição das forças intermoleculares entre as cadeias das moléculas poliméricas de que ele é composto. Isso acontece por causa da maior disponibilidade de grupos hidroxilas presentes na fécula de batata para a ligação com a água, já que o glicerol é composto de três hidroxilas, favorecendo a interação com as moléculas de amilopectina e amilose (ALMEIDA et al, 2013).

Óleo de Soja

O óleo de soja possui estrutura química muito semelhante à do glicerol e relatos na literatura indicam que pode apresentar características de um dispersante (MALI, 2004). Uma grande importância de se trabalhar com óleo de soja é a possibilidade de reaproveitar um material que, em geral, é descartado no lixo.

Os principais produtores de óleo de soja no mundo são a China, os Estados Unidos, a Argentina e o Brasil. Em 2010, representaram 23%, 21%, 17,5% e 17%, respectivamente, na produção de óleo de soja em todo o mundo. Deve ser destacado o ano de 2010, pois foi o ano em que os EUA perderam

su hegemonia, que permaneceu por mais de 40 anos, para a China, que, em 2000, era o terceiro maior produtor do mundo. O Brasil, nesse mesmo ano, ocupava a segunda posição, entretanto foi ultrapassado pelos outros países, por ter mantido uma taxa pequena de crescimento na produção anual, comparado à Argentina e à China (LOPES, 2013). O consumo e a produção de óleo de soja no mundo vêm aumentando nos últimos anos, conforme a tabela 5.

Tabela 5 – Óleo de Soja – Oferta e demanda mundial – Safra 2008/09 a 2012/14 (SEAB, 2012)

Tabela 07 – Óleo de Soja – Oferta e demanda mundial – Safra 2008/09 a 2012/13
(Em milhões t)

Discriminação	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13 (*)
Estoque inicial	3,47	3,12	3,29	3,57	3,56
Produção	35,89	38,82	41,29	42,16	42,69
Consumo	36,16	38,13	40,73	41,81	43,57
Estoque final	3,12	3,29	3,57	3,56	2,35
Est./cons. (%)	8,6	8,6	8,8	8,5	5,4

Fonte: USDA (Outubro/2012)

(*) Estimativa

Desenvolvimento

Todo trabalho foi realizado no laboratório de química do centro tecnológico do Centro Universitário La Salle – RJ pelo aluno do curso de engenharia de produção, Victor Miranda, como parte da complementação de seus estudos na produção de novos materiais e na área de gestão ambiental.

Materiais e métodos

Materiais

Fécua de batata (Casa de São Pedro, Niterói, RJ), Farinha de Trigo Integral (Casa de São Pedro, Niterói, RJ), Farinha de Maracujá (Casa de São Pedro, Niterói, RJ), água destilada, Ácido Clorídico (vetec P.A.), Hidróxido de Sódio (BIOTEC P.A.), glicerina bidestilada (needs) e óleo de soja (liza) foram utilizados neste trabalho.

Preparo das soluções

A solução de NaOH 0,1 mol/L foi preparada a partir da pesagem em balança analítica de aproximadamente 0,4 g de Hidróxido de sódio PA em um Becker, que foi dissolvido em água destilada e transferido para um balão volumétrico até completar 100 mL.

A solução de HCl 0,1 mol/L foi feita a partir da mistura de uma solução concentrada de HCl e água destilada. A partir da densidade e do grau de pureza da solução concentrada de HCl, encontrados no rótulo do produto comercial, foi calculado o volume necessário para preparar 250 mL de solução 0,1 mol/L. A solução foi, posteriormente, padronizada utilizando carbonato de sódio.

Análise das concentrações de dispersante

A literatura relata a produção de bioplástico utilizando amido de milho e glicerol na proporção de 2mL de dispersante para 2,5 g de amido de milho (BTEC).

Usando esse método como base, 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 1mL, 2mL e 3mL.

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 de nosso grupo de pesquisa, inicialmente, resolvemos utilizar a concentração de 1mL de plastificante para cada 2,5g de soluto, para obter um produto com maior dureza e dentro das expectativas de aplicações futuras esperadas para o produto.

Processamento do filme polimérico

Após a análise inicial sobre a quantidade de dispersante a ser utilizada, foi realizada a produção de seis bioplásticos utilizando fécula de batata, farinha de maracujá, farinha de trigo e os dispersantes glicerol e óleo de soja.

Os filmes poliméricos foram preparados utilizando 5g do polissacarídeo, pesado em uma balança Marte (série 260089 0,1g. Modelo AS5000C); 2mL de dispersante; 50mL de água destilada e 6mL de HCl com concentração 0,1 mol/L.

Posteriormente, as soluções filmogênicas foram levadas a aquecimento gradual até a fervura em uma placa aquecedora (Fisatom de série 389805, modelo 501/6 de potência igual a 1600 W), sob agitação de 100 rotações por minuto (rpm), por 20 minutos. Como últimas etapas, foram neutralizados com solução de NaOH 0,1 mol/L e depositados em um recipiente plástico. A secagem foi realizada em estufa (RA-40), em torno de 30°C por 1h.

Caracterizações preliminares dos filmes

Os filmes foram caracterizados quanto à maleabilidade, inflamabilidade, dureza, resistência, decomposição em água e decomposição em meio ácido através de métodos qualitativos preliminares após uma hora e terminando com 72 horas, conforme a tabela 6.

Tabela 6 – Análise qualitativa dos parâmetros dos filmes poliméricos

Polissacarídeo/ Dispersante	Dureza	Maleabilidade	Resistência	Inflamabilidade	Decomposição em água	Decomposição em meio ácido
Fécula/Óleo de Soja	Alta	Baixa	Alta	Alta	Alta	Alta
Fécula/Glicerol	Baixa	Alta	Média	Alta	Alta	Alta
Farinha de Maracujá/ Óleo de Soja	Média	Baixa	Baixa	Média	Média	Média
Farinha de Maracujá/ Glicerol	Baixa	Alta	Média	Alta	Alta	Alta
Farinha de Trigo Integral/ Óleo de Soja	Média	Baixa	Média	Média	Média	Média
Farinha de Trigo Integral/ Glicerol	Baixa	Alta	Média	Alta	Alta	Alta

Estudos preliminares de degradação, utilizando incidência de raio laser, indicaram que, após um mês de análise, os bioplásticos testados apresentaram resultados promissores quanto à sua decomposição.

Os testes quantitativos estão sendo realizados juntamente com o departamento de física da universidade e posteriormente serão apresentados.

Durante o trabalho foi realizado uma aula sobre a produção do bioplástico como comparação para o ensino de polímeros com alunos da escola estadual e do ensino médio de uma escola particular em Niterói, RJ. Foram observados ótimos resultados quando comparado à maneira regular que o conteúdo é ministrado na teoria.

Conclusão

A produção de bioplásticos formados a partir de farinha de fécula de batata, farinha de maracujá, farinha de trigo integral e glicerol/óleo de soja pode ser feita pelo método descrito na literatura (BTEC) e adaptado para obtenção de bioplásticos com diferentes características.

Os bioplásticos feitos com os biopolímeros citados acima e glicerol, figura 1, demonstraram características semelhantes ao obtido a partir do amido de milho, porém menor resistência à tração. Os resultados obtidos demonstram que há possibilidades de maior investimento na pesquisa com outros produtos com características semelhantes.

Figura 1 – Bioplásticos feitos a partir de fécula de batata/farinha de maracujá/farinha de trigo integral e glicerol



A utilização de cloreto de sódio impediu a proliferação de fungos ocorrida no primeiro experimento após quarenta e oito (48) horas.

A produção de bioplásticos formados a partir dos polissacarídeos já mencionados, e óleo de soja, figura 2, foi realizada com o mesmo método utilizado na produção do bioplástico feito com glicerol, mesmo quando utilizado óleo de soja proveniente de descarte.

Figura 2 – Bioplásticos feitos a partir de fécula de batata/farinha de maracujá/farinha de trigo integral e óleo de soja.



Os bioplásticos feitos a partir do óleo de soja como dispersante demonstraram alta dureza, porém pouca maleabilidade, o que a princípio os tornariam um produto de difícil modelagem.

Os filmes plásticos foram produzidos em menor tempo quando comparado ao método descrito na literatura (BTEC), possibilitando maior economia de energia na execução do processo. A concentração ideal para a produção do filme, com o objetivo de obter determinadas propriedades, além da escolha do dispersante a ser utilizado, dependem do uso específico e da técnica de aplicação.

Com as características apresentadas neste estudo, é possível estimular diversos campos de aplicação, como: a cobertura em alimentos (naqueles que necessitam da manutenção da umidade e de cuidados mecânicos durante a manipulação); a área de embalagens para indústria alimentícia; e uma ferramenta para o ensino, tanto para gestão ambiental para os alunos do curso de engenharia, quanto para alunos do ensino médio e fundamental que estejam aprendendo sobre polímeros.

Referências

ABBA - Associação Brasileira da Batata. Choque de competitividade. **ABBA**, 2006. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

ALMEIDA, D. M.; WOICIECHOWSKI, A. L.; WOSIACKI, G.; PRESTES, R. A.; PINHEIRO, L. A. Propriedades Físicas, Químicas e de Barreira em filme formados por Blenda de Celulose Bacteriana e Fécula de Batata. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 23, p. 538-546, 2013.

AMASS, W.; AMASS, A.; TIGHE, B. A review of biodegradable polymers: uses, current developments in the synthesis and characterization of biodegradable polyesters, blends of biodegradable polymers and recent advances in biodegradation studies. **Polymer International**, v. 47, p. 89, 1998.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução CNNPA nº 12, 1978**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263. **Anvisa**, 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

BRASKEM. Boletim Técnico 01 PVC, Revisão 2. **Braskem**, 2002. Disponível em: <http://www.braskem.com.br/>. Acesso em: 15 jul. 2016.

BTEC – Biotecnologia, Ensino e Educação. **Guias de atividades**: indústria. Disponível em: <<http://www.bteduc.bio.br/>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; NETO, S. C. Biodegradação: Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos. **Química nova na escola**, n. 22, p. 17-19, 2005.

DIS – Departamento de Informática em Saúde. **Relatório básico**: fécula de batata. 2016. Disponível em: <<http://tabnut.dis.epm.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

EUROPEAN BIOPLASTICS. Institute for Bioplastics and Biocomposites, nova-Institute. **Corbion**, 2014. Disponível em: <<http://www.corbion.com/>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAO**, 2016. Disponível em: <<http://apps.fao.org/>>. Acesso em: 10 set. 2016.

_____. **Perspectivas alimentarias**: análise Del mercado mundial. 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 5 maio 2008.

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá: aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 101-102, 2004.

HUANG, S. J. Polymer Waste Management-Biodegradation, Incineration, and Recycling. **Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry**, v. 32, p. 593-597, 1995.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal Anual**, 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 abr. 2007.

KALIA, V. C.; RAIZADA, N.; SONAKYA, V. Bioplastics. **Journal of Scientific & Industrial Research**, v. 59, p. 433, 2000.

LEÃO, A. L.; TAN, L. H. Potential of municipal solid waste (MSW) as a source of energy in São Paulo: its impact on CO2 balance. **Biomass and Bioenergy**, v. 14, p. 83, 1998.

LEE, S. Y.; CHOI, J. Effect of fermentation performance on the economics of poly (3-hydroxybutyrate) production by *Alcaligenes latus*. **Polymer Degradation and Stability**, v. 59, p. 387, 1998.

LEMOES, P. C. Polihidroxialcanoatos: culturas mistas e fontes de substrato renovável como estratégias de sustentabilidade para a produção de bioplásticos. **SPBT - Sociedade Portuguesa de Biotecnologia**: Boletim de Biotecnologia, série 2, n. 3, p. 42-44, 2013.

LEÓN, A. E.; ROSELL, C. M. **De tales harinas, tales panes**: granos, harinas y productos de panificación em Iberoamérica. ISEKI-Food, Córdoba, 2007.

LOPES, M. M.; SILVA, R. A.; CORONEL, D. A.; VIEIRA, K. M.; FREITAS, C. A. Análise da competitividade das exportações agrícolas brasileiras para a china: uma análise do complexo soja e fumo. **Uniabeu**, v. 6, p. 197, 2013.

MALI, S.; GROSSMAN, M. V. E.; GARCÍA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam starch films. **Carbohydrate Polymers**, v. 56, p. 129, 2004.

MANICA, I. Fruticultura tropical: 1. Maracujá. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 151, 1981.

- MAPA. Instrução Normativa nº 23, de 14 de dezembro de 2005. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Seção Sistemas em Produção. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2016.
- MARTINS, C. B.; GUIMARÃES, A. C. L.; PONTES, M. A. N. Estudo tecnológico e caracterização física, físico-química do maracujá (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) e seus subprodutos. **Centro de Ciências Agrárias**, Fortaleza, n. 4, p. 23, 1985.
- NASCIMENTO K. O.; ROCHA, D. G. C. M.; SILVA, E. B.; BARBOSA Junior, J. L.; BARBOSA, M. I. M. J. Caracterização química e informação nutricional de fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) orgânica e biofortificada. **Revista Verde**, v. 8, n. 1, p. 132-138, 2013.
- OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. N.; RUBACK, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 259-262, 2002.
- PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. São Paulo: Manole, 2014.
- QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnologia de la panificación**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991.
- REDDY, C. S. K.; GHAI, R; RASHIMI, K. V. C. Polyhydroxyalkanoates: an overview. **Bioresource Technology**, v. 87. p. 137, 2003.
- ROSA, D. S.; LOTTO, N. T.; GUEDES, C. G. F. The use of roughness for evaluating the biodegradation of poly- β -(hydroxybutyrate) and poly- α -(hydroxybutyrate-co- α -valerate). **Polymer Testing**, v. 23, p. 3, 2004.
- SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Mandiocultura - Análise da Conjuntura Agropecuária. **Governo do Estado do Paraná**. Seção Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2016.
- SHRIVRAM, D. **International Symposium on Biodegradation Polymers**. Hyderabad, Índia, 2001.
- TORIKAI, A.; HASEGAWA, H. Accelerated photodegradation of poly (vinyl chloride). **Polymer Degradation and Stability**, v. 63, p. 441, 1999.