

SÍNTESE DE BIOPLÁSTICOS FEITOS A PARTIR DE POLÍMEROS E ÓLEOS NATURAIS EM MICRO-ONDAS

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

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

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

Resumo

Há um grande problema de descarte de plásticos no lixo no mundo. O volume é gigantesco e para solucionar esse problema, diversos métodos são utilizados. Cada método tem sua vantagem e desvantagem. Um método que vem ganhando credibilidade e visibilidade nos dias de hoje é o da síntese de plásticos biodegradáveis, ou seja, plásticos feitos com polímeros naturais ao invés de petróleo. A síntese do plástico biodegradável, chamado bioplástico, é feita de diversas formas e uma inovação nessa área é a síntese por micro-ondas. O estudo por polissacarídeos, dispersantes e métodos de síntese ainda tem uma grande área a ser explorada.

Palavras-Chave: Polímeros naturais, Bioplásticos, Micro-ondas, Dispersantes.

1. Introdução

O ser humano sempre buscou materiais na natureza que pudessem ser duráveis e de fácil uso para o dia-a-dia, e o plástico é um ótimo material, devido sua variedade de aplicações, propriedades e preço (HUANG, 1995). Cada vez mais aumenta o número de plásticos sendo usados no mundo e isso gera um enorme volume de lixo nos aterros do mundo inteiro (REDDY, 2003), (LEÃO, 1998).

Os plásticos feitos com petróleo são muito resistentes à degradação natural, por isso eles se acumulam facilmente. Suas macromoléculas não permitem a fácil degradação (TORIKAI, 1999). O consumo de plásticos por pessoa no mundo é de aproximadamente 19 kg (SHRIVRAM, 2001), sendo que nos Estados Unidos é de 80 kg e na Europa 60 kg (KALIA, 2000).

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 nos próximos. Mesmo assim, a cota de mercado dos bioplásticos continua baixa, inferior a 1% (LEMOS, 2013).

Outro problema do plástico é sua fonte não renovável. Já os bioplásticos tem sua matéria prima renovável e natural (AMASS, 1988). 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 micro-organismos na superfície da molécula (LEE, 1998), (ROSA, 2004).

1.1 Polissacarídeos

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

1.1.1 Fécula de batata

A batata é considerada apenas mais um item do grupo de hortaliças no Brasil, porém sua importância com relação ao consumo humano é comparável às grandes commodities, ficando atrás somente do arroz, trigo e milho (FAO, 2016). Em 2017, foram produzidas 3,85 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

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

Fonte: Dis (2016)

1.1.2 Farinha de trigo integral

O grão de trigo integral 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).

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).

Tabela 2 - Composição da farinha de trigo integral

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

Fonte: Quaglia (1991)

1.1.3 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 703 mil toneladas e área de 36 mil hectares aproximadamente (IBGE, 2017).

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 (FERRARI, 2004).

Tabela 3 – Composição do maracujá in natura

COMPONENTE (%)	MARACUJÁ
Casca	50,3
Suco	23,2
Sementes	26,2

Fonte: Ferrari (2004)

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.

Tabela 4 – Composição da farinha de maracujá

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

Fonte: Adaptado de Martins (1985)

1.2 Dispersantes

1.2.1 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 a compatibilidade, que pode ser entendida como atração relativa entre polímero e plastificante, a permanência, onde depende da volatilidade e suscetibilidade à extração e a eficiência, que depende do poder de solvatação (BRASKEM, 2002).

O uso do glicerol aumenta a afinidade e a solubilidade dos plásticos com a água e afeta diretamente as propriedades dos solutos e vapores, pela diminuição das forças entre as moléculas das cadeias das moléculas. Isso acontece por causa dos grupos de hidroxilas presentes na fécula, já que o glicerol é composto por três hidroxilas, favorecendo a interação com as moléculas de amilose e amilopectina (ALMEIDA, 2003).

1.2.2 Óleo de soja

O óleo de soja tem estrutura muito parecida com a do glicerol e possui comportamento de dispersante (MALI, 2004). Uma grande vantagem de se usar o óleo de soja é o reaproveitamento do 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 (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

Discriminação	(Em milhões t)				
	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

Fonte: SEAB (2012)

1.2.3 Óleo de coco

O conteúdo de óleo na polpa é maior que 60%, o que equivale a uma produção de 500 a 3000 Kg de óleo/ha (MAZZANI, 1963). Quanto aos ácidos graxos, o endosperma do fruto do coqueiro é a principal fonte mundial de ácido láurico usado na indústria de alimentos, cosméticos e na fabricação de álcool (BALACHANDRAN, 1985). A tabela 6 demonstra o resultado da identificação dos componentes presentes no óleo.

Tabela 6 – Propriedades físico-químicas do óleo de coco

Propriedades	Valores	Literatura
Teor de glicerina total (%m)	16,45	-
Tensão superficial (dynas/cm)	27,8	-
Teor de cinzas (g/100g)	0,016983	-
Ponto de fulgor (°C)	207	-
% ácidos graxos livres	2,31	2,25 (coco) *
Umidade (%)	0,53	-
Viscosidade cinemática (mm ² /s)	24,68	24,85 (coco) *
Densidade (g/cm ³)	0,91603	0,909 (coco) *
Acidez (mg KOH/g)	4,48	1,26 (babaçu) **
Índice de saponificação	288	253 (babaçu) **
Poder calorífico (KJ/Kg)	37657,62	37886 (babaçu) ***

Fonte: * JITPUTTI (2006); ** SANTOS (2007); *** PIANOVSKI (2002)

Verifica-se a predominância de ácido láurico presente no óleo, o que está de acordo com a literatura consultada sobre o óleo de coco (YUAN, 2005). Os resultados da composição do óleo foram compatíveis com os encontrados por Bunyakiat (BUNYAKIAT, 2006), que identificaram basicamente os mesmos componentes, porém com um teor de 44,45% de ácido láurico.

1.3 Micro-ondas

Nos dias de hoje, utilizar forno de micro-ondas no preparo ou aquecimento de alimentos é um muito comum. Em química analítica, o uso de micro-ondas já é conhecido há 50 anos, sendo que sua principal aplicação é a digestão de amostras para análise elementar (ZLOTORZYNSKI, 1995). A obtenção de produtos orgânicos em escala laboratorial usando o forno de micro-ondas é uma aplicação recente, onde as reações são conduzidas em forno micro-ondas ou em reatores desenhados especificamente para esta função.

As micro-ondas são radiação eletromagnética não ionizante que possuem uma frequência que vai de 300 a 300.000 MHz e que corresponde a comprimentos de onda de 1 mm a 1 m conforme a figura 1 (ZLOTORZYNSKI, 1995).

Figura 1 – Localização da região de micro-ondas no espectro eletromagnético



Fonte: Adaptado de ASTRONOO (2017)

O aquecimento por micro-ondas é chamado de aquecimento dielétrico e é conhecido o mecanismo de ação chamado rotação de dipolo, e o chamado condução iônica. Em geral, substâncias que são polares absorvem melhor as micro-ondas do que as não polares. (KINGSTON, 1988).

Materiais cristalinos altamente ordenados são pouco aquecidos por micro-ondas (não ocorre rotação de dipolo). Outras substâncias são transparentes e tem ainda aquelas que refletem a radiação micro-ondas. (ZLOTORZYNSKI, 1995), (KINGSTON, 1988), (ABRAMOVICH, 1991).

1.3.1 Síntese orgânica em micro-ondas

Os primeiros relatos de reações orgânicas em forno de micro-ondas doméstico foram em 1986 em trabalhos de Giguere (GIGUERE, 1986) e Gedye (GEDYE, 1986), comparado ao aquecimento por outras fontes foi verificada uma redução drástica no tempo de reação, mesmo que não tenha havido um controle de pressão. Outros usos, como o uso de digestores, foram estudadas posteriormente. (STRAUSS, 1995), (LOUPY, 1998).

Dentre as principais vantagens da utilização de energia de micro-ondas sobre o aquecimento convencional para uma reação química, podemos citar: Maiores taxas de aquecimento na reação; O tipo de recipiente utilizado; a transferência de calor diretamente para a amostra, bem como maior seletividade e menor decomposição térmica além de maiores rendimentos e vantagens bem documentadas na literatura. (LANGA, 1997), (GABRIEL, 1998).

1.3.2 Efeito micro-ondas

O chamado “efeito micro-ondas” tem sido apontado por alguns autores como sendo um efeito não térmico responsável pelas maiores velocidades de reação com aquecimento por micro-ondas quando comparadas com o aquecimento convencional, pois apresentam diferentes energias de ativação. (STRAUSS, 1995), (LANGA, 1997).

2. Materiais e métodos

2.1 Materiais

Fécula 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, glicerina bidestilada (needs), óleo de soja (liza) e óleo de coco extra-virgem (copra) foram utilizados neste trabalho.

2.2 Processamento do filme polimérico

O método usado para o processamento do filme foi relatado por Almeida (2017) em artigo. Sendo produzidos 9 bioplásticos utilizando os polímeros naturais fécula de batata, farinha de trigo, farinha de maracujá e os dispersantes glicerol, óleo de soja e óleo de coco.

Os filmes poliméricos foram preparados utilizando 20g do polissacarídeo, pesado em balança Marte (série 260089 0,1g. Modelo AS5000C); entre 5 e 20 gotas de dispersante e entre 50 e 100 mL de água destilada.

Posteriormente, as soluções filmogênicas foram levadas a 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 15 minutos: 5 minutos sem o dispersante e 10 minutos com o dispersante. Logo após, foram levadas ao forno de micro-ondas (Panasonic MN-ST254WRUN/127V 21L, eficiência energética modelo A) por 40 segundos, retirado e depositados em um recipiente para secagem em estufa (RA-40) e posterior observação dos filmes produzidos.

3. Resultados e discussões

Após a síntese os filmes foram caracterizados quanto à maleabilidade, dureza e resistência através de métodos qualitativos preliminares durante um intervalo de tempo de setenta e duas (72) horas, conforme a tabela 7.

Tabela 7 – Análise qualitativa dos parâmetros dos filmes poliméricos após setenta e duas (72) horas

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

Fonte: Os autores

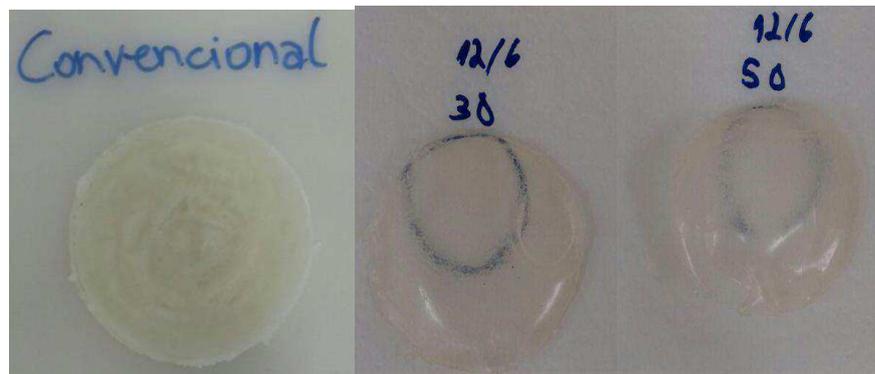
O método empregado para a produção dos bioplásticos formados a partir de farinha de fécula de batata, farinha de trigo integral, farinha de maracujá e glicerol, óleo de soja, óleo de coco foi eficaz e obteve-se nove produtos com diferentes características. Figuras 2, 3, 4, e 5.

Figura 2 – Bioplásticos feitos a partir de farinha de trigo integral e os dispersantes glicerol, óleo de coco e óleo de soja, respectivamente



Fonte: os autores

Figura 3 – Bioplástico feito a partir de amido de milho e glicerol; bioplásticos feitos a partir de amido de milho misturados com fécula de batata e glicerol



Fonte: os autores

Figura 4 – Bioplásticos feitos a partir de fécula de batata e os dispersantes óleo de soja, óleo de coco e glicerol, respectivamente



Fonte: os autores

Figura 5 – Bioplásticos feitos a partir de farinha de maracujá, amido de milho e glicerol



Fonte: os autores

4. Conclusões

O aquecimento feito com micro-ondas é uma forma promissora de conduzir reações orgânicas por reduzir drasticamente os tempos de reação e por ter melhores rendimentos.

A aplicação na síntese de bioplásticos mostrou-se muito eficaz e pode ser futuramente utilizada em larga escala do ponto de vista industrial.

A utilização do forno de micro-ondas para o aquecimento de reações em ausência de solvente tem sido apontada como uma técnica de Química Limpa.

Poder controlar a seletividade é um campo promissor da química de micro-ondas. O “efeito micro-ondas” está presente em vários dos resultados obtidos com irradiação por micro-ondas que não seriam possíveis com aquecimento convencional, porém mais estudos são necessários para aprofundar nesse fenômeno.

A utilização de óleo de soja e de coco como dispersante, em substituição ao glicerol, mostraram resultados extremamente promissores, o que possibilita a utilização dos mesmos na produção de bioplásticos com outros polissacarídeos.

Outra característica importante é evitar o descarte desses óleos na natureza, contribuindo, assim, para uma diminuição dos impactos ambientais gerados por eles.

A utilização do óleo de coco na síntese dos bioplásticos tem grande importância por ser um óleo encontrado na natureza pela extração do coco verde.

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; dentre outros.

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

REFERÊNCIAS

ANJOS, M. A. S. dos. **Compósito a Base de cimento reforçado com polpa celulósica de bambu. Parte I: determinação do teor de reforço ótimo.** Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental (2002), v. 7. P 339 – 345.

ABBA – Associação Brasileira da Batata. **Choque de competitividade.** Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/>>. Acesso em: dez.2017.

ABRAMOVICH, R.; **A. Org. Prep. Proced. Int.** 1991, 23, 683.

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.

ALMEIDA, V. M.; AZEVEDO, A. R.; Síntese e caracterizações preliminares de bioplásticos feitos a partir de polímeros naturais. **V SIMEP em Londrina, SC, 2017.**

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: dez.2017.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 263, 2005.** Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: dez.2017.

ASTRONOO – O universo em todas as suas formas. **Artigos: Espectro Eletromagnético.** Disponível em: <<http://www.astronoo.com/pt/artigos/espectro-eletromagnetico.html>>. Acesso em: dez.2017.

BALACHANDRAN, F. M.; ARUMUGHAN, C.; MATHEW, A. G. Distribution of major chemical constituents and fatty acids in different regions of coconut endosperm. **J. Am. Oil Chem. Soc.,** 62(11): 1583-6, 1985.

BRASKEM. **Boletim Técnico 01 PVC, Revisão 2, 2002.** Disponível em: <http://www.braskem.com.br/>. Acesso em: dez.2017.

BTEC – Biotecnologia, Ensino e Educação. **Guias de atividades – Indústria.** Disponível em: <<http://www.bteduc.bio.br/>>. Acesso em: dez.2017.

BUNYAKIAT, K.; MAKMEE, S.; SAWANGKEAW, R.; NGAMPRASERTSITH, S.; Continuous production of biodiesel via transesterification from vegetable oils in supercritical methanol. **Energy & Fuels,** 20, 812-817, 2006.

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.** Disponível em: <<http://tabnut.dis.epm.br/>>. Acesso em: dez.2017.

European Bioplastics. **Institute for Bioplastics and Biocomposites, nova-Institute (2014).** Disponível em: <<http://www.corbion.com/>>. Acesso em dez.2017.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em dez.2017.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Perspectivas alimentarias: análisis Del mercado mundial**. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: dez.2017.

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.

GABRIEL, C.; GABRIEL, S.; GRANT, E. H.; HALSTEAD, B. S. J.; MINGOS, D. M. P.; **Chem. Soc. Rev.** 1998, 27, 213.

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.

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: dez.2007.

JITPUTTI, J.; KITIYANAN, B.; RANGSUNVIGIT, P.; BUNYAKIAT, K.; ATTANATHO, L.; JENVANITPANJAKULI, P.; Transesterification of crude palm kernel oil and crude coconut oil by different solid catalysts. **Chemical Engineering Journal** 116 (2006) 61–66.

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

KINGSTON, H. M.; JASSIE, L. B., ed.; Introduction to Microwave Sample Preparation, **ACS Professional Reference Book: Washington, D.C., 1988**.

LANGA, F.; DE LA CRUZ, P.; DE LA HOZ, A.; DÍAZ-ORTIZ, A.; DÍEZ-BARRA, E.; **Comtemp. Org. Synth.** 1997, 4, 373.

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.

LEMOS 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, Alberto Edel; ROSELL, Cristina Molina. **De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación em Iberoamérica**. Córdoba. ISEKI-Food, 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.

LOUPY, A.; PETIT, A.; HAMELIN, J.; TEXIER-BOULLET, F.; JACQUAULT, P.; MATHÉ, D.; **Synthesis** **1998**, **1213**.

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 – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 23, de 14 de dezembro de 2005**. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: dez.2017.

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. **Fortaleza: Centro de Ciências Agrárias**, n.4, p. 23, 1985.

MAZZANI, B. Plantas Oleaginosas. **Barcelona: Ed. Salvat. 1963, 380p**.

NASCIMENTO K. O.; ROCHA D. G. C. M.; SILVA E. B.; BARBOSA J. L. J.; BARBOSAAMILA M. I. M. J. O. N.; 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, Sonia Tucunduva. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. São Paulo. Manole, 2014.

PIANOVSKI, Jr. G.; Utilização de misturas de óleo diesel e ésteres etílicos de óleo de soja como combustíveis alternativos: Análise do desempenho e do processo de combustão no motor diesel. **Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica, PUC – PR, Curitiba, 2002.**

QUAGLIA, Giovanni. **Ciencia y tecnologia de La panificación.** Zaragoza: Editorial Acribia, 1991.

REDDY, C. S. K.; GHAI, R.; RASHIMI; KALIA, 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- β -(hydroxybutyrate-co- β -valerate). **Polymer Testing,** v. 23, p. 3, 2004.

SANTOS, R. T. P.; JOÃO, R. R.; SILVA, C.; SANTANA, C. N.; ARANDA, D. A. G.; Estudo cinético aplicado na obtenção de biodiesel a partir de matérias-primas de baixa acidez. **14º Congresso Brasileiro de Catálise, 2007.**

STRAUSS, C. R.; TRAINOR, R. W.; **Aust. J. Chem.** 1995, 48, 1665.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Mandiocultura - Análise da Conjuntura Agropecuária.** Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em: dez.2017.

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.

YUAN, W.; HANSEN, A. C.; ZHANG, Q.; Vapor pressure and normal boiling point predictions for pure methyl esters and biodiesel fuels. **Fuel, 943-950, 2005.**

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