

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE - CAMPUS ARAQUARI

**Bianca Stipp Martins, Geisyane Karina Gonzaga, Jéssica Paulina Vieira,
Lucas Roberto Simões Dias, Rafaella Soares Lana**

**ESTUDO DA BIODEGRADABILIDADE DE FILMES DE
AMIDO MODIFICADOS COM FARINHA DE MARACUJÁ**

ARAQUARI/SC

2017

**Bianca Stipp Martins, Geisyane Karina Gonzaga, Jéssica Paulina Vieira,
Lucas Roberto Simões Dias, Rafaella Soares Lana**

**ESTUDO DA BIODEGRADABILIDADE DE FILMES DE
AMIDO MODIFICADOS COM FARINHA DE MARACUJÁ**

Texto Final do PIC – Quími apresentado ao Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari como parte complementar à matriz curricular do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio.

Orientador: Prof. Guilherme Mota

Co-orientador: Prof. Herbert R. Neves

ARAQUARI/SC

2017

RESUMO

O plástico é um dos produtos mais utilizados pela população mundial e, conseqüentemente, é um dos grandes causadores da poluição no planeta, chegando a ser o segundo maior componente dos aterros municipais. Um dos principais problemas desses materiais sintéticos é o tempo que eles levam para se degradar. Este trabalho tem como objetivo investigar materiais que diminuam esse impacto ambiental, para isso, foi envolvida a formação de filmes de amido de batata com a incorporação da farinha da casca do maracujá em presença de dois tipos de plastificantes (glicerina e o polietilenoglicol). Os compósitos foram submetidos a testes de biodegradabilidade seguindo a norma ASTM G 160 03, que simula as condições do ambiente natural. A farinha da casca de maracujá diminuiu o tempo de biodegradação de todos os compósitos. Os filmes de amido modificados com farinha de maracujá na presença do plastificante polietilenoglicol, apresentaram menor tempo de biodegradação. No entanto, esses filmes se tornaram quebradiços e com algumas rupturas na sua formação. A farinha de maracujá, porém, mostrou ser um material interessante para estudo na incorporação de filmes poliméricos.

Abstract

The plastic is one of the products most used by the world population, in consequence, is one of the biggest polluters in Planet, being the second component more present in municipal landfills. One of the big problems of these synthetic materials is the time taken to degrade. This work has as objective investigate materials capable of decreasing this environmental impact, for this, are involved the formation of potato starch films with the passion fruit flour incorporation in presence of two plasticizers types (glycerin and polyethyleneglycol). The composites have been undergo biodegradability tests following the ASTM G 160 03 norm, using a medium that simulates the condition of the natural environment. The passion fruit flour decreased the biodegradability of all the composites. The starch films modified with passion fruit flour in presence of the plasticizer polyethyleneglycol, presented less time of biodegradation. However, these films became brittle and with some ruptures in your formation. The passion fruit flour proved to be an interesting study material in polymeric films incorporation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação estrutural da molécula de polietilenoglicol.....	12
Figura 2: Representação da molécula de glicerina.....	12
Figura 3: Representação esquemática de um material compósito.....	13
Figura 4: Representação do teste de pH.....	15
Figura 5: Filme com amido e o plastificante polietilenoglicol.....	18
Figura 6: Filmes compostos por: amido, glicerina.....	18
Figura 7: Filmes compostos por: amido, glicerina e farinha de maracujá.....	19
Figura 8: Filmes compostos por: amido, PEG e farinha de maracujá.....	19
Figura 9: Ensaio de biodegradação com as amostras em triplicata.....	19

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Quantidades de cada material presente nas amostras.....	16
Tabela 2 – Testes de pH do adubo.....	17
Tabela 3: Características dos filmes de amido e amido modificados com farinha de maracujá.....	17
Tabela 4: Perda de massa para os filmes de amido e amido modificados com farinha de	

maracujá.....	20
---------------	----

SUMÁRIO

1 TEMA.....	8
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	8
2 OBJETIVOS.....	9
2.1 Objetivos Específicos.....	9
3 INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA.....	10
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
5 METODOLOGIA.....	15
5.1 Ensaio de Biodegradação.....	15
5.2 Preparação da Farinha De Maracujá.....	15
5.3 Preparação dos Filmes.....	16
5.4 Preparação dos Testes De Biodegradação.....	16
6 RESULTADOS.....	17
7 CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

1 TEMA

Biodegradabilidade de filmes compósitos.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Biodegradabilidade de filmes compósitos à base de amido e farinha da casca de maracujá.

2 OBJETIVOS

Estudar a obtenção e a biodegradabilidade de filmes compósitos de amido/farinha de maracujá utilizando dois tipos de plastificante (glicerina e polietilenoglicol).

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Produzir filmes compósitos de amido/fibra de maracujá e glicerina;
- Produzir filmes compósitos de amido/fibra de maracujá e polietilenoglicol;
- Observar o efeito da adição da farinha de maracujá na biodegradabilidade dos compósitos através de sua perda de massa.

3 INTRODUÇÃO

A síntese de diversos polímeros trouxe praticidade em inúmeras tarefas realizadas pelo ser humano. Há, contudo, as consequências do uso desse importante material, pois o mesmo apresenta durabilidade e resistência a umidade e compostos químicos, que são responsáveis pela degradabilidade do material, sendo assim, o plástico pode demorar mais de cem anos para se decompor, gerando um impacto muito grande no meio ambiente (BAHIA, 2016). Todavia, já existem opções de polímeros biodegradáveis no mercado, entretanto, o valor de fabricação deste é elevado se comparado aos demais polímeros.

Desde o século XX, o plástico ganhou valor significativo pela população, pois o mesmo tem muitos meios de usos, sendo assim, a produção de plásticos e o descarte são grandes, tendo um impacto enorme no meio ambiente. Os plásticos ganham segundo lugar na formação dos aterros municipais, com uma porcentagem considerável (OLIVEIRA, 2012).

A produção e utilização de compostos biodegradáveis começou a se tornar uma boa forma de diminuir os aterros e a poluição. Eles melhoram a velocidade de degradação, sua resistência e flexibilidade, para que as formas de aplicação sejam ampliadas e o material seja usado em diversos produtos.

Diante disso, o trabalho consiste na adição de compostos orgânicos que sejam bastante conhecidas na região de Araquari-SC e proximidades, para o estudo da biodegradação. Decidiu-se estudar a farinha de maracujá, com o intuito de analisar a biodegradação quando utilizada na formação de um material compósito, e a fécula da batata inglesa, que segundo Rodrigues (2015) é promissora na síntese de bioplásticos.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

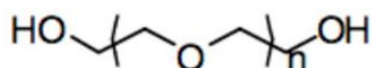
Os polímeros são macromoléculas de origem natural, quando encontrados na natureza, como as proteínas, os polissacarídeos e o DNA, ou sintética, quando produzidas a partir de

síntese, como plásticos, borrachas e tintas, e são formados por repetições de uma mesma unidade, os monômeros (WAN, 2001). Muitos são os polímeros existentes no mercado, podendo ser classificados de diferentes formas, dependendo da característica observada. Entre essas classificações, para os polímeros não biodegradáveis, estão presentes as definições de termorrígidos e termoplásticos. Os termorrígidos são polímeros que após a reação tornam-se infusíveis, devido a estrutura mais rígida formada por ligações cruzadas, enquanto que os termoplásticos são polímeros capazes de fundir-se e novamente serem solidificados várias vezes, possibilitando que passem pelo processo de reciclagem (SOUZA, 2017).

Além da classificação entre termorrígidos e termoplásticos, os polímeros podem ser classificados quanto a sua biodegradabilidade. Os polímeros biodegradáveis são aqueles nos quais pode ocorrer a degradação pela ação de microorganismos de ocorrência natural como bactérias, fungos e algas, sendo consumidos em semanas ou meses sob condições favoráveis de biodegradação (BRITO, 2011).

Entre os polímeros biodegradáveis encontra-se o polietilenoglicol (PEG), que possui baixa toxicidade e é estável em condições normais. Em relação ao meio ambiente, esse polímero é solúvel em água e costuma ser lentamente biodegradado (DIAS, 2014). Pode-se, também, citar o modo de produção do PEG (Figura 1), cujo método é de polimerização catalítica heterogênea, à partir de monômeros de óxido de etileno. Uma característica que deve ser destacada é sua inércia química e, por este motivo é também solúvel em metanol e apresenta poucos riscos ao meio ambiente. Sendo assim, seu descarte ganha uma grande vantagem. Quando puro, se apresenta na forma líquida transparente, incolor e inodoro. (COSMO QUÍMICA, 2009).

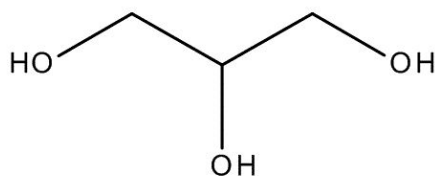
Figura 1: Representação estrutural da molécula de polietilenoglicol.



Fonte: LEMOS (2016).

Além do PEG, outro aditivo que pode ser usado na produção do filme é a glicerina (Figura 2) - glicerol com pureza acima de 95% -, pois seu uso proporciona uma plastificação mais eficaz, tornando o polímero mais hidrofílico, devido à sua capacidade de interação com a água, e mais flexível, pois é uma substância capaz de mudar importantes características (processabilidade, fluidez, maciez entre outros) de um polímero quando adicionada a ele (FOLLMANN, 2009). Cabe ressaltar que essas qualidades dependem da quantidade desse aditivo no polímero (SHIMAZU, 2007).

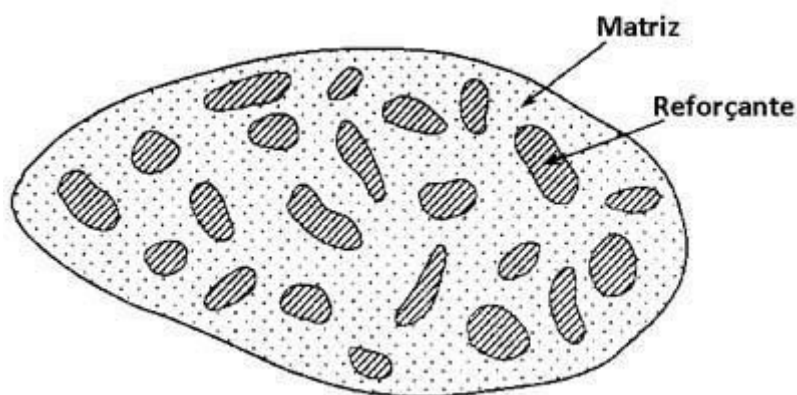
Figura 2: Representação da molécula de glicerina.



Fonte: Merck

Mas, para melhorar as propriedades mecânicas, como a flexibilidade do filme, é necessário incluir em sua composição um material fibroso para servir de reforço como a fibra de maracujá, formando, assim, um material compósito. Os materiais compósitos são aqueles constituídos por duas ou mais fases, que apresentam propriedades físicas e químicas distintas (SILVA, 2017). Sendo compostos por uma fase contínua, ou matriz, e uma fase dispersa (Figura 3). As propriedades da fase dispersa são obtidas pela combinação das propriedades dos materiais que a constituem individualmente (FELTRE, 1990). A matriz é a fase que confere ao material compósito sua estrutura e o reforço realça algumas das propriedades desejadas a tal material (SILVA, 2017).

Figura 3: Representação esquemática de um material compósito.



Fonte: Soares (2017).

Os materiais compósitos podem ser sintéticos ou biológicos. Como exemplos de materiais biológicos, pode-se citar os polissacarídeos e os polipeptídeos. Já os polímeros, como o PVC, podem ser aludidos como exemplos de materiais compósitos sintéticos (ATKINS, PAULA, 2009).

O desenvolvimento de materiais biodegradáveis têm ressaltado os polissacarídeos, intensificando novos estudos a partir de fontes naturais, entre elas o amido, que apresenta matéria prima interessante devido à facilidade de obtenção e de um polímero totalmente biodegradável (SCHLLEMER, 2013).

Um material natural que pode ser utilizado na formação de filmes biodegradáveis é a fibra de maracujá, sendo o Sul do Brasil uma das principais regiões do cultivo do fruto no primeiro semestre do ano (SCHLLEMER, 2013). Uma das mais importantes características da casca do maracujá é a sua quantidade de fibra, sendo pectina a principal delas. A casca contém uma quantidade relevante de potássio e niacina, ferro, cálcio e fósforo, que são os nutrientes preservados quando a mesma é reduzida à farinha.

A farinha de maracujá é composta por diversos nutrientes e vitaminas, sua composição orgânica é complexa, não sendo formada por apenas uma função ou estrutura molecular, mas sim um conjunto delas. Rica em carboidratos e vitaminas, armazena toda a gordura da fruta (XAVIER, 2015). Segundo Andrade, na literatura é possível encontrar uma variedade de fontes naturais estudadas para a formação dos filmes biodegradáveis

“[...] utilizando o amido como matéria-prima, Araujo-Farro (2010) elaboraram filmes a partir de amido de quinoa e verificaram a viabilidade desta matéria-prima na formação de filmes. Larotonda (2004), produziram filmes a partir do amido de mandioca, e Mali (2005) elaboraram filmes a partir de amido de inhame. A mistura de biopolímeros foi estudada por Fakhouri (2007) que 21 elaboraram filmes com base de amido nativo e gelatina. Em relação à proteína, Tanada-Palmu e Grosso (2003) elaboraram filmes à base de glúten do trigo e concluíram que esta matéria prima é uma boa fonte para elaboração de filmes proteicos. (2014, p. 20).

Além do maracujá, a fibra da batata inglesa também pode ser utilizada na formação de filmes. No Brasil, ocupa o primeiro lugar entre as olerícolas em área cultivada em termos de produção e valor econômico (FLORI, 2000), e, segundo Rodrigues (2015), a batata inglesa é promissora na síntese de bioplásticos e é possível obter filmes plásticos provenientes do amido extraído de sua casca, com resistência significativa e características homogêneas.

Assim, é possível notar a potencialidade apresentada nos polímeros de origem natural oriundos de diferentes fontes, como a quinoa, o maracujá e a mandioca, para a obtenção de filmes compósitos que venham a apresentar como característica maior biodegradabilidade que os filmes plásticos comercialmente utilizados.

5 METODOLOGIA

5.1 ENSAIO DE BIODEGRADAÇÃO

Seguindo a norma ASTM G 160 - 03, a composição do ensaio foi de solo fértil e estrume de cavalo desfiado numa proporção de 3:1, adicionando água para que houvesse homogeneização. O solo fértil foi peneirado a 12 mesh, sendo que a mistura do solo com o estrume foi realizada numa bacia quadrada de 20 cm de altura, 30 cm de largura e 35 cm de comprimento.

Logo após, o adubo foi deixado em repouso por 4 meses, período em que foram realizados testes de pH em um pHmetro uma vez por mês, feitos a partir de uma mistura de 20:1 de água (600 mL) e de adubo (30 mL), sendo agitado até a ocorrência de homogeneização e descansando por 1 hora antes do teste de pH (Figura 4).

Figura 4: Representação do teste de pH.



Fonte: Autores (2017).

5.2 PREPARAÇÃO DA FARINHA DE MARACUJÁ

Para a obtenção de farinha de maracujá seguiu-se o procedimento segundo Catarino, R. P. F. (2016), com algumas modificações, em que 7 maracujás foram lavados com água e sabão e cortados, além de terem suas massas verificadas. Após, foram colocados em uma

caixa de papelão de forma bem distribuída, permanecendo na estufa por 4 dias. Depois de secos, os maracujás foram moídos no liquidificador e peneirados com uma peneira de 30 μm , malha 50, cuja farinha resultante foi armazenada na geladeira.

5.3 PREPARAÇÃO DOS FILMES

Foram elaborados três filmes, distintos, para serem usados futuramente nos testes de degradação. Os mesmos trazem como constituinte principal a fécula de batata, tendo diferenças nos plastificantes e na presença de maracujá.

Com base no método de Henkes, utilizado para a formação dos filmes, foi misturada a fécula de batata, o agente plastificante e a água destilada. Passou pelo aquecimento e agitação, com temperatura aproximada de 90 °C, até obter a consistência desejada. Por fim, a substância foi transportada para vidros de relógios e/ou placas de petri, da forma que ficasse o mais uniforme possível. Os filmes passaram pela secagem em estufas, com temperatura de 50 °C.

Os filmes de amido e amido com farinha de maracujá foram preparados utilizando uma massa fixa de amido e 25% de farinha de maracujá em relação a massa (Tabela 1).

TABELA 1: Quantidades de cada material presente nas amostras.

AMOSTR	Amido (%)	Farinha de maracujá(%)	Plastificante (%)	Plastificante
A				
1	89	0	19	Glicerina
2	64	17	19	PEG
3	64	17	19	Glicerina
4	89	0	19	PEG

Fonte: Autores (2017).

O primeiro filme é composto por 10 g de fécula de batata, 50 mL de água e 3 g de glicerina. Para a medição de glicerina, foi utilizada sua densidade, convertendo as 3 g da substância em volume. O segundo filme é composto com 10 g de fécula de batata, 50 mL de água, 2,5 g de farinha de maracujá e 3 g de glicerina. O terceiro filme é composto por 10 g de fécula de batata, 50 mL de água, 2,5 g de farinha de maracujá e 3 g de PEG.

5.4 PREPARAÇÃO DOS TESTES DE BIODEGRADAÇÃO

Os filmes foram enterrados nos ensaios de biodegradação conforme a norma ASTM G 160-03. Foi analisada a degradação dos compósitos, através de testes visuais e a observação da perda de massa dos filmes (COSTA, 2012).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme descrito na metodologia, foram realizados três testes de pH no total, equivalentes a um teste por mês, em que o ensaio apresentou um caráter quase que neutro (Tabela 2), de acordo a norma ASTM G 160 - 03.

Tabela 2 – Testes de pH do adubo.

DATA	pH
31 de Julho de 2017	7,4
11 de setembro	7,7
06 de outubro	6,8

Fonte: Autores (2017).

Os 7 maracujás utilizados foram pesados contendo 802,40 g antes de serem colocados na estufa e obteve-se um rendimento de 34,42 g de farinha de maracujá.

Todos os filmes produzidos possuíam o amido de batata como o componente principal. Os filmes tiveram suas massas e espessuras medidas. A espessura dos filmes (Tabela 3) foi medida em 5 pontos da amostra de 25 cm² com o auxílio de um paquímetro.

Tabela 3: Características dos filmes de amido e amido modificados com farinha de maracujá.

AMOSTRA	Massa (g)	Espessura(mm)
1	2,60	1,1
2	3,71	1,54
3	2,63	1,0

Fonte: Autores (2017).

Foram utilizados dois tipos de plastificantes: a glicerina e o polietilenoglicol (PEG). O compósito formado apenas por amido e polietilenoglicol (Figura 5) não formou filme. Segundo ZHANG 2002, o polietilenoglicol melhora as propriedades mecânicas do material quando utilizado em quantidade adequadas. A proporção errada pode provocar a fragilidade

do material.

Figura 5: Filme com amido e o plastificante polietilenoglicol.



Fonte: Autores (2017)

No entanto, os filmes de amido e glicerina (Figura 6) apresentaram boa flexibilidade. Segundo Mali 2005, a glicerina interage facilmente com as cadeias do amido através de pontes de hidrogênio, reduzindo a deformação plástica do material.

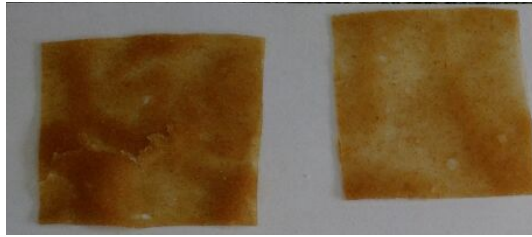
Figura 6: Filmes compostos por: amido, glicerina.



Fonte: Autores (2017).

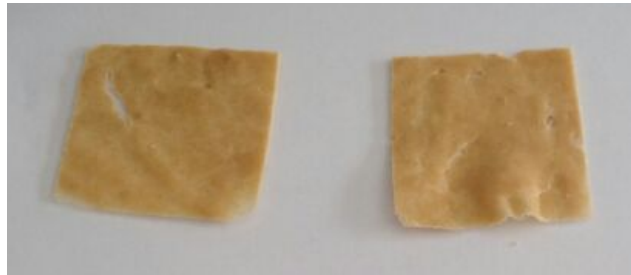
Os filmes de amido modificados com a farinha de maracujá e a glicerina apresentaram aparência pouco transparente e flexíveis (Figura 7). Os filmes que são compostos por PEG e farinha de maracujá, apresentaram-se quebradiços e com a aparência opaca após a secagem (Figura 8).

Figura 7: Filmes compostos por: amido, glicerina e farinha de maracujá.



Fonte: Autores (2017).

Figura 8: Filmes compostos por: amido, PEG e farinha de maracujá.



Fonte: Autores (2017).

Os ensaios de biodegradação com as amostras em triplicata (Figura 9) seguiram a norma ASTM G 160 03.

Figura 9 - Ensaio de biodegradação com as amostras em triplicata.



Fonte: Autores (2017).

A Tabela 4 apresenta os valores médios para a perda de massa dos filmes submetidos à

biodegradação, permanecendo no adubo pelo período de 3 dias e 10 dias, respectivamente. A perda de massa foi avaliada nas amostras através da comparação com a massa anterior dos filmes.

Tabela 4: Perda de massa para os filmes de amido e amido modificados com farinha de maracujá.

AMOSTRA	3 dias (%)	10 dias (%)
1	38	Acima de 90
2	Acima 90	100
3	Acima de 90	100

Fonte: Autores (2017).

Os resultados indicam que os filmes com adição de farinha de maracujá sofreram biodegradação rapidamente, o que impossibilitou o cálculo da perda de massa. Contudo, os filmes com amido e glicerina apresentaram biodegradação de acordo com o trabalho de Ricardo, 2009.

7 CONCLUSÃO

A farinha de maracujá aumentou a biodegradação dos filmes de amido de forma significativa. No entanto, os filmes de amido modificados com farinha de maracujá e o plastificante PEG apresentaram-se muito quebradiços. Conclui-se, portanto, que a farinha de maracujá é um material interessante para estudo em filmes poliméricos que levam muito tempo para sofrer biodegradação, acelerando o seu processo.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. “**ASTM G 160 - 03. Standard practice for Evaluating Microbial Susceptibility of Nonmetallic Materials By Laboratory Soil Burial v. 14.04**” (2004).

ANDRADE. R. M. S., **Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis à Base de resíduos de frutas e hortaliças**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.unirio.br/ccbs/nutricao/ppgan_en/dissertation-and-thesis/desenvolvimento-e-caracterizacao-de-filmes-biodegradaveis-a-base-de-residuos-de-frutas-e-hortalicas>. Acesso: Junho. 2017.

ATKINS , P. W., DE PAULA, J. **Físico-Química: Fundamentos**. n ° 5. ed. Rio de Janeiro: LCT - Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2009. 315 p.

BAHIA, C. M.; CALGARO, C. Congresso do Conpedi, 25., 2016, Curitiba. **Direito, Globalização e Responsabilidade nas Relações de Consumo I**. Conpedi, 20 p. Disponível em: <<https://www.conpedi.org.br/publicacoes/02q8agmu/1e65003o/78JJsggwyIj89u49.pdf>>. Acesso em: novembro. 2017.

BRITO, G. F., et al., **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes**. Campina Grande, 2011. 128 p. Disponível em: <http://dgi.unifesp.br/ecounifesp/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=11> Acesso em: Abril. 2017.

CATARINO, R.P.F. **Elaboração e Caracterização de Farinha de Casca de Maracujá para Aplicação em Biscoitos**. Londrina, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Londrina, 2016.

COSTA, C. DA S. **Avaliação da Biodegradação de Compósitos de poli(3-hidroxiбутирато)/nanopartículas Obtidas a Partir de Farelo de Milho**. 46 f. TCC(Graduação) - Curso de Engenharia de Materiais, Escola Politécnica/ UFRJ, Rio de Janeiro, 2012. Cap. 6

DIAS et al., **Caracterização de Filmes de Sericina Modificados com Polietilenoglicol**. Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2014.

FELTRE, R. **Fundamentos da Química**. São Paulo: Editora Moderna, 1990. v. Único. Disponível em:<http://www.demar.eel.usp.br/compositos/Notas_aula/introducao.pdf>. Acesso em: Abril, 2017.

FLORI, J. E., RESENDE, G. M. de. **Produtividade de genótipos de batata inglesa tolerantes ao calor em duas épocas de plantio, no vale do São Francisco**. 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v18n2/v18n2a09>>. Acesso em: Novembro, 2017.

FOLLMANN H.D.M. 2009. **Utilização de Derivados da Glicerina na Produção de Plastificantes**. Disponível em:

<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/22384/Dissertacao_HevelineFollmann_biblioteca.pdf?sequence=1>

HENKES, A. et al. **Produção e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de amido de batata inglesa**. Universidade Federal do Pampa.

LEMOS, A. C. C. **Propriedades eletrônicas, óticas e estruturais do filme semicondutor híbrido poliidroxitirato/polietilenoglicol/ferro**. 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras- Mg, 2016. Disponível em: <[file:///C:/Users/rafae/Downloads/DISSERTAÇÃO_Propriedades_eletrônicas, óticas e estruturais do filme semicondutor híbrido poliidroxitirato-polietilenoglicol-ferro.pdf](file:///C:/Users/rafae/Downloads/DISSERTAÇÃO_Propriedades_eletrônicas,_óticas_e_estruturais_do_filme_semicondutor_híbrido_poliidroxitirato-polietilenoglicol-ferro.pdf)>. Acesso em: 07 nov. 2017.

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

MERCK MILLIPORE. **Glicerina**. Disponível em:

<http://www.merckmillipore.com/BR/pt/product/Glycerol,MDA_CHEM-818709>. Acesso em:

OLIVEIRA, J. S. de, et al., SEPE – SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFFS – UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL. **Reciclagem de Plásticos Como Método de Obtenção de Ceras**. Fronteira Sul: Uffs, 2012. 2 p. Disponível em: <<https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/SEPE-UFFS/article/viewFile/1025/852>>. Acesso em: Novembro. 2017.

. COSMO QUÍMICA, **Polietilenoglicol**, 2009, Disponível em:

<<http://cosmoquimica2.tempsite.ws/waUpload/00229920101519.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

RICARDO, N. M. P. S.; GOMES, A. M. M. ; SILVA, P. L. ; MOURA, C. L. **Estudo das Propriedades Mecânicas e Biodegradáveis de Blendas de Amido de Mandioca/Quitosana/PVA**. In: 10º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2009, Foz do Iguaçu-PR. 10 Congresso Brasileiro de Polímeros, 2009.

RODRIGUES, K., et al. **PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DA CASCA DA BATATA (*Solanum tuberosum*)**. 2015. Disponível em:

<https://www.uniritter.edu.br/files/sepesq/arquivos_trabalhos/3611/741/885.pdf>. Acesso em: Novembro, 2017.

SCHLLEMER. M. A., **Preparação e caracterização de biofilmes à base de maniveira para imobilização de caulinita intercalada com ureia**. Pato Branco, 2013. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/628/1/PB_PPGTP_M_Schllemer%2C%20Magali_2013.pdf>. Acesso em: Abril, 2017.

SILVA, S. da., LUIZ, A. **Compósito**. Disponível em:

<<http://www.infoescola.com/materiais/composito/>>. Acesso em: Abril, 2017.

SHIMAZU, A.A., MALI, S., GROSSMANN, M.V.E., **Efeitos plastificante e antiplastificante do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 28, n. 1, p. 79-88, mar. 2007. Disponível em:

<<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi5vdKTn6vXAhVIhJAKHdqBCwgQFghKMAQ&url=http%3A%2F%2F>

www.uel.br/%2Frevistas/%2Fue1%2Findex.php/%2Fsemagrarias%2Farticle%2Fdownload%2F2558%2F2229&usg=AOvVaw1EJBtYpHHu2z3fmr9IpCQ_>

SOARES, A . **Trabalho sobre um material compósito**. Disponível em:

<http://www.notapositiva.com/old/pt/trbestbs/quimica/12_cermet.htm>. Acesso em: Abril, 2017.

SOUZA, L. A. de. **Polímeros termoplásticos e termofixos**; Brasil Escola. Disponível em:

<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/polimeros-termoplasticos-termofixos.htm>. Acesso em: Abril, 2017.

WAN, E. et al. **Polímeros Sintéticos**. Química Nova. Edição de maio, 2001. Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/02/polimer.pdf>. Acesso em: Junho, 2017.

XAVIER. G. F., et al., **Determinação da Composição Centesimal da Casca e da Farinha da Casca de Maracujá**. 2015. 6 p. Disponível em:

<<https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcpcs/jcpcs/paper/viewFile/1431/711>>. Acesso em: Novembro, 2017.

ZHANG, M. **Properties and biocompatibility of chitosan films modified by blending with PEG**. Biomaterials, New York, v. 23, n. 13, p. 2641–2648, July 2002.