



Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

**JESSICA CAROLINE TOLEDO OLIVEIRA**

**Obtenção e Caracterização de Filmes Biodegradáveis pelo Método de Casting utilizando diferentes fontes de amido e glicerol como elemento plastificante.**

Assis  
2014

**JESSICA CAROLINE TOLEDO OLIVEIRA**

**Obtenção e Caracterização de Filmes Biodegradáveis pelo Método de Casting utilizando diferentes fontes de amido e glicerol como elemento plastificante.**

Trabalho de conclusão do Projeto de iniciação científica apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis

Orientador: Prof.<sup>a</sup> MS. Gilcelene Bruzon

Área de Concentração: Ciências Exatas e da Terra

Assis  
2014

## RESUMO

Polímeros são macromoléculas que podem ter origem artificial, sendo obtidas a partir do petróleo, ou natural, provenientes de fontes naturais renováveis como amido, celulose entre outros. A busca por fontes naturais renováveis tem sido foco de interesse para o desenvolvimento de novas tecnologias que visam à preservação ambiental e a busca de potenciais alternativo de substituição de plásticos convencionais oriundos de petróleo. As fontes renováveis recebem esta designação por apresentarem um ciclo de vida mais curto em comparação com fontes fósseis como o petróleo, que leva milhares de anos para se formar. Atualmente, um dos grandes problemas existentes em nosso planeta, que preocupa a todos, é a poluição, que vem gerando grandes problemas ambientais. No Brasil, de 2003 a 2012, a geração de lixo por pessoa aumentou de 955 g p/dia para 1,223 Kg e grande parte deste lixo é composto por plásticos. Uma das alternativas seria o uso de materiais renováveis, visto que a produção de filmes biodegradáveis nos permite visualizar novos caminhos para a contribuição da sustentabilidade de nosso planeta, já que o uso de embalagens que se degradam com menor tempo torna possível a diminuição do acúmulo de resíduos plásticos no meio ambiente. O amido tem sido considerado um polímero com elevado potencial para produzir biofilmes, por ser de baixo custo, alta disponibilidade, de fonte renovável e biodegradável. Este trabalho teve por objetivo a produção de filmes biodegradáveis pelo método *casting* utilizando amidos de milho e de mandioca e glicerol como agente plastificante. Os filmes foram confeccionados com amido de mandioca e milho (3g de amido/100g de solução filmogênica) empregando-se como plastificante o glicerol nas concentrações (15; 30 e 40g de plastificante/100g de amido). Os filmes foram condicionados, em dessecadores. Conclui-se pelos resultados que o filme com melhor manuseabilidade foi de mandioca com concentração de 30% de glicerol. A maior aderência aos suportes apresentada pelos filmes com 40% de glicerol é devido à maior concentração de plastificante empregada na formulação da solução filmogênica, o que conferiu maior adesividade às amostras.

## ABSTRACT

Polymers are macromolecules that may have artificial origin, being derived from oil or natural, derived from renewable natural sources such as starch, cellulose and others. The search for renewable natural sources has been the focus of interest for the development of new technologies aimed at environmental preservation and the search for alternative potential of conventional petroleum derived plastics replacement. Renewable sources receive this designation because they have a shorter life cycle compared to fossil fuels such as oil, which takes thousands of years to form. Currently, one of the great problems in our planet, that concerns all, is pollution, which has generated environmental problems. In Brazil, from 2003 to 2012, the generation of waste per person increased from 955 gp / day to 1,223 kg and much of this waste is composed of plastic. One alternative would be the use of renewable raw materials, since the production of biodegradable films allows us to visualize new avenues for the contribution of sustainability of our planet, since the use of packaging that degrades less time makes it possible to decrease the accumulation of plastic waste in the environment. Starch has been considered a polymer with a high potential to produce biofilms, because of its low cost, high availability, renewable and biodegradable source. This work aimed at the production of biodegradable films by casting method using corn starch and cassava and glycerol as plasticizer. The films were made with cassava starch and corn (starch 3g / 100g film solution) employing as plasticizer glycerol concentrations (15, 30 and 40g of plasticizer / 100 g starch). The films were conditioned in desiccators. It is concluded from the results that the film with improved maneuverability was cassava with concentration of 30 % glycerol. The greater adherence to the media presented by the films with 40 % glycerol is due to the higher concentration of plasticizer used in the formulation of film solution, which produced greater adhesion to the samples.

## Sumário

INTRODUÇÃO .....	6
2. POLÍMEROS.....	8
3. AMIDO .....	9
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	15
4.1 MATERIAIS.....	15
4.2 MÉTODOS .....	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
6. CONCLUSÃO .....	18
REFERÊNCIAS.....	19

## INTRODUÇÃO

Polímeros são macromoléculas que podem ter origem artificial, sendo obtidas a partir do petróleo, ou natural, provenientes de fontes naturais renováveis como amido, celulose entre outros. A busca por fontes naturais renováveis tem sido foco de interesse para o desenvolvimento de novas tecnologias que visam à preservação ambiental e a busca de potenciais alternativos de substituição de plásticos convencionais oriundos de petróleo (TEIXEIRA, 2007).

As fontes renováveis recebem esta designação por apresentarem um ciclo de vida mais curto em comparação com fontes fósseis como o petróleo, que leva milhares de anos para se formar (BRITO et al., 2011). De acordo com Santos et al (2012) , “de uma forma geral, tem-se que matérias de fonte renovável são considerados ambientalmente sustentáveis e se dispostos apropriadamente podem reduzir seu impacto durante a disposição final”. Assim, existe a previsão de que os polímeros de fontes renováveis irão substituir os materiais de fontes não renováveis em grande escala, sendo que em alguns casos sua obtenção já é economicamente viável. Atualmente, um dos grandes problemas existentes em nosso planeta, que preocupa a todos, é a poluição, que vem gerando grandes problemas ambientais.

O consumo desenfreado, juntamente com o descarte inadequado e elevado tempo de degradação dos polímeros, faz com que sejam atualmente, protagonistas na poluição ambiental (ALVES, 2009). Estima-se que sejam produzidas no Brasil 210 mil toneladas de plástico filme (MARTINS, 2011).

Os biopolímeros são aqueles obtidos a partir de matéria-prima de fontes renováveis. As fontes renováveis recebem esta designação por apresentarem um ciclo de vida mais curto em comparação com fontes fósseis como o petróleo, que leva milhares de anos para se formar (BRITO et al., 2011).

No Brasil, de 2003 a 2012, a geração de lixo por pessoa aumentou de 955 g p/dia para 1,223 Kg e grande parte deste lixo é composto por plásticos. Uma das alternativas seria o uso de materiais renováveis, visto que a produção de filmes

biodegradáveis nos permite visualizar novos caminhos para a contribuição da sustentabilidade de nosso planeta, já que o uso de embalagens que se degradam com menor tempo torna possível a diminuição do acúmulo de resíduos plásticos no meio ambiente.

Este trabalho teve como objetivo a obtenção de filmes biodegradáveis pelo método *casting* utilizando amido de milho e mandioca e glicerol como agente plastificante.

## 2. POLIMEROS

Os polímeros são macromoléculas de alto peso molecular e possuem repetidas unidades de moléculas menores, os monômeros, unidas por ligações covalentes, sendo produzidos por um processo químico chamado de polimerização.

Os polímeros sintéticos convencionais podem demorar entre 100 e 450 anos para se degradar quando são descartados no meio ambiente e interferem de forma significativa nos processos de compostagem e de estabilização biológica (SPINACÉ; de PAOLI, 2005). Visando reverter esse quadro, várias pesquisas estão sendo desenvolvidas para incrementar ou desenvolver materiais biodegradáveis que possam substituir, em algumas aplicações, os polímeros sintéticos (LI et al., 2011; MELO et al., 2011).

Os polímeros biodegradáveis são materiais alternativos que podem substituir em parte os polímeros sintéticos. Além disso, sofrem mais facilmente a ação de micro-organismos por conterem funções orgânicas em suas cadeias alifáticas ( carbonilas, hidroxilas, ésteres e hidroxilácidos), mais susceptíveis a ação enzimática. Podem ser classificados em 4 grupos de acordo com a sua origem, pois podem ser oriundos de fontes agrícolas (amido e celulose), derivados de fonte animal, do petróleo ou da mistura entre biomassa e petróleo.

Por meados de 70, as pesquisas se voltaram para a introdução de amido a matrizes poliméricas sintéticas, na proporção de 5 á 20% levando á obtenção de plásticos considerados bi fragmentáveis, não totalmente biodegradáveis. Nos últimos anos, o interesse no desenvolvimento de materiais termoplásticos compostos essencialmente por polímeros biodegradáveis tais como os amidos e as proteínas (SOUZA; ANDRADE, 2000).

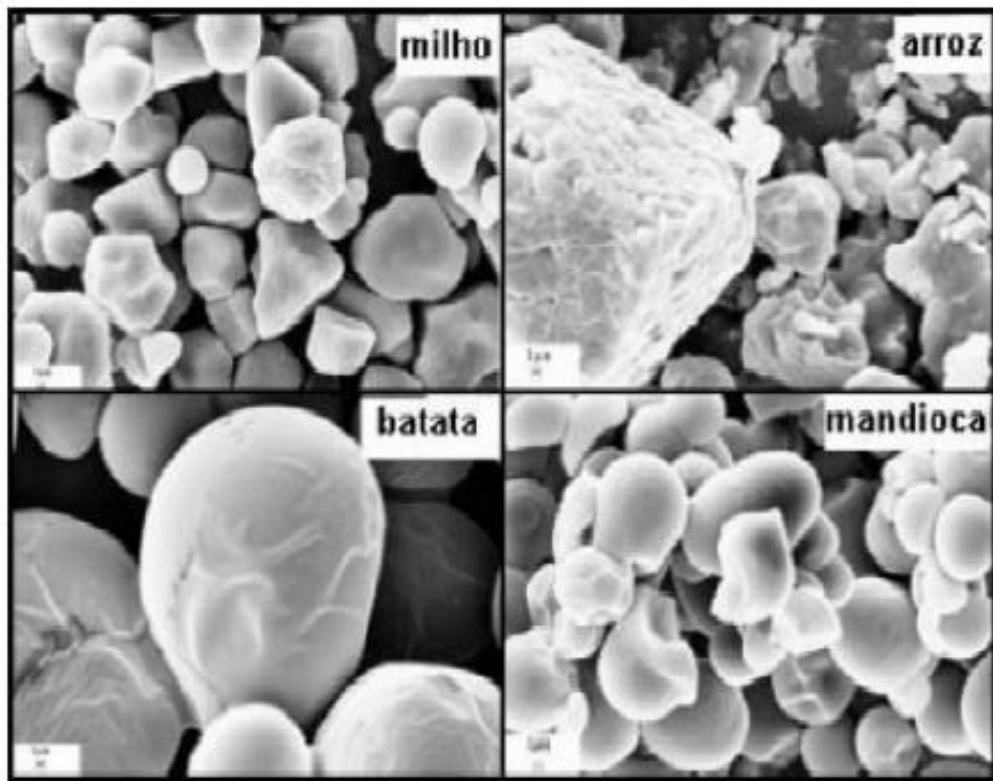


### 3. AMIDO

O amido é a principal fonte de reserva de energia nas plantas fotossintetizantes. Juntamente com a celulose, constitui uma das mais abundantes fontes de carboidratos. Inúmeras plantas possuem amido, entretanto, os mais empregados industrialmente são aqueles provenientes de sementes, tubérculos e raízes, como a mandioca, milho e batata (DA ROZ, 2004 )

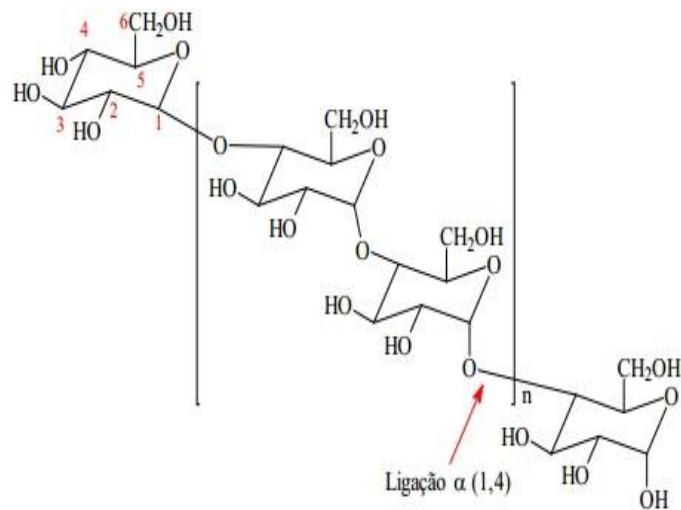
O amido ocorre nas plantas sob a forma de grânulos, com tamanho e forma característicos segundo sua fonte de procedência. O tamanho dos grânulos varia desde poucos a até 100  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Na figura 1 estão representadas as diversas formas e diferenças entre alguns tipos de grânulos de amido de diferentes origens (DA RÓZ, 2004).

Os grânulos são constituídos por uma mistura de dois compostos: a amilose e a amilopectina, cujas proporções entre eles também são definidas de acordo com sua origem vegetal. A tabela 1 ilustra características de diferentes fontes de amido (TEIXEIRA, 2007 ).



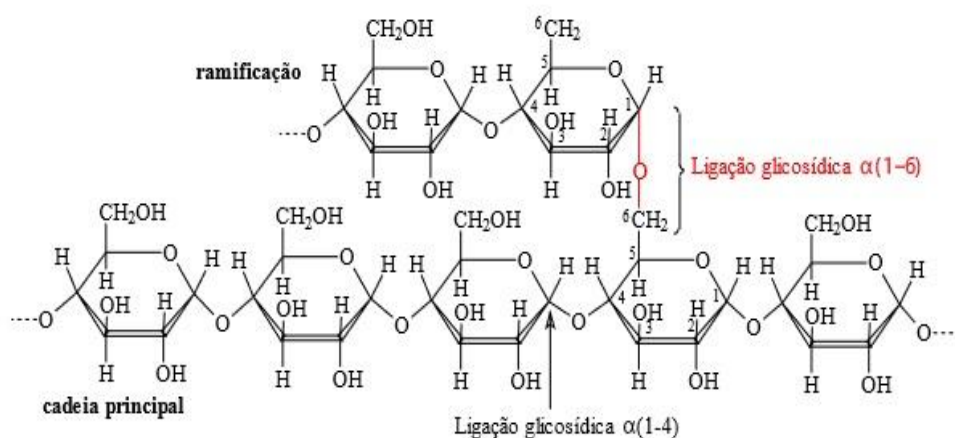
**Figura 1 : Granulos de amido**

A amilose é um polissacarídeo constituído de unidades de D-glicose, ligadas entre si por ligações glicosídicas alfa-1-4, resultando num polímero linear configurado na forma de hélice, com massa molar variando de  $10^5$  a  $10^6$  g/mol. A estrutura molecular da amilose está representada conforme a figura 2 (DA RÓZ, 2004; BBLÁCIDO, 2006).



**Figura 2 : Amilose**

A amilopectina é uma macromolécula menos hidrossolúvel que a amilose e composta por unidades de D-glicose ligadas por ligações glicosídicas alfa-1-4. Distingue-se da amilose pelo fato de 4 a 5% dessas unidades de D-glicose apresentarem também ligações glicosídicas do tipo alfa - 1-6 com outras unidades de D-glicose, formando então um polímero ramificado de elevada massa molar, podendo compreender aproximadamente 10(8) g/mol. Sua estrutura é representada conforme a figura 2 ( DA ROZ, 2004; BLACIDO, 2006).



**Figura 3 : Amilopectina**

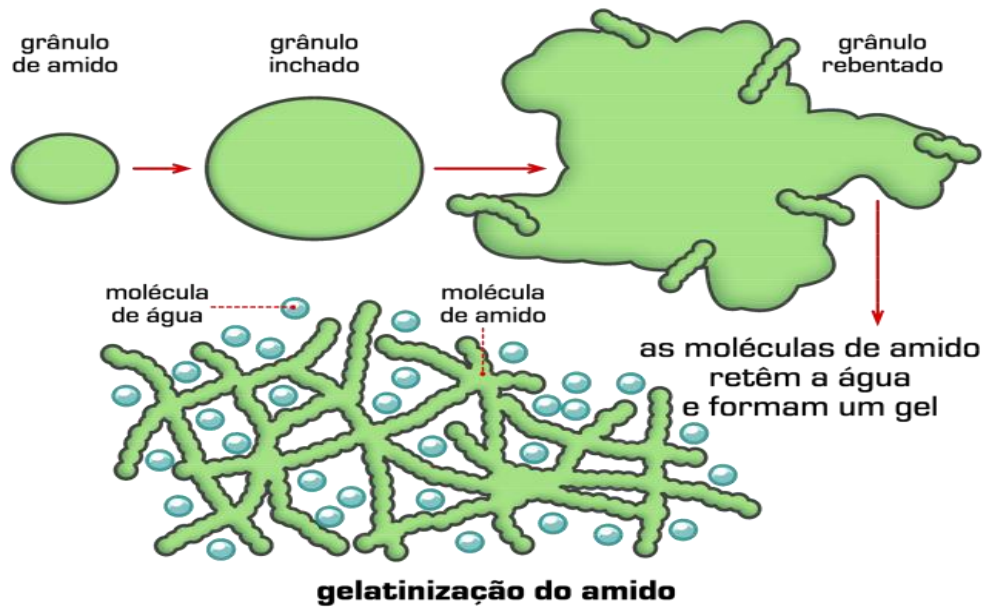
O amido é praticamente insolúvel em água fria, porém os grânulos aumentam de volume devido ao processo de intumescimento, absorvendo aproximadamente de uma vez o seu próprio peso em água. Os sítios de ligação da água são os grupos hidroxilas e os átomos de oxigênio no interior da D-glicose. A presença dos grupos hidroxilas garante ao amido uma natureza altamente hidrofílica. Já a insolubilidade do grânulo deve-se às fortes ligações de hidrogênio que mantêm as cadeias de amido unidas. Entretanto, quando esta mistura é submetida ao aumento de temperatura, há um aumento drástico na absorção de água, o que leva o grânulo de amido a expandir de 10 a 100 vezes em volume, dependendo de sua origem vegetal (TEIXEIRA, 2007; DA ROZ, 2004).

Com o intumescimento dos grânulos, em certa temperatura, a energia do sistema torna-se suficiente para vencer as ligações de hidrogênio presentes no grânulo de amido, com perda da cristalinidade, enquanto que as regiões amorfas são solvatadas e os grânulos incham rapidamente, acarretando no seu rompimento e assim passando a ser completamente solúveis, transformando o sistema em um gel.

Este processo de intumescimento granular e solubilização do amido são denominados de gelatinização (figura 4). A temperatura em que ocorre a gelatinização também varia de acordo com a origem vegetal do amido. As temperaturas de gelatinização de algumas fontes de amidos encontram-se na tabela 2, onde a temperatura mais baixa refere-se à temperatura que o grânulo inicia o intumescimento e a mais alta indica quando os grânulos foram completamente gelatinizados (DA ROZ, 2004)

Amido	Milho	Trigo	Arroz	Mandioca	Batata
Temp. gelatinização (°C)	62-72	56-64	68-78	49-70	59-68

**Tabela 2: Temperatura de gelatinização**



**Figura 4: Gelatinização do amido**

A gelatinização do amido também pode ser obtida em baixas temperaturas por tratamento principalmente com álcali e alguns outros reagentes que possam ocasionar o rompimento das ligações de hidrogênio referentes a cristalinidade (JACOB, 2006).

A temperatura de gelatinização depende do tipo e da concentração do amido, do teor de umidade e da taxa de cisalhamento durante o aquecimento (VAN SOEST, 1996). O inchamento dos grânulos e a concomitante solubilização da amilose e amilopectina induzem à perda gradual da integridade granular com a geração de uma pasta viscosa. Assim, o processo de fusão é definido como o inchamento dos grãos devido a absorção das moléculas de água, seguida pela fusão dos domínios cristalinos e das estruturas helicoidais, a medida que se observa a perda da ordenação de curto alcance. Em sistemas com teores intermediários de água pode-se observar a ocorrência dos processos de gelatinização e de fusão, sendo que esta ocorre sempre a uma temperatura superior àquela (SOUZA, 1999; SHOGREN, 1992).

A gelificação ocorre quando após a gelatinização submete-se a pasta visco elástica amorfa ao resfriamento e armazenamento. A turbidez aumenta, assim como a viscosidade e a rigidez, formando-se um gel opaco. Forma-se uma rede

tridimensional intermolecular constituída por moléculas de amilose, que ocorre durante o resfriamento de suspensões quentes. A estrutura tridimensional termossensível é reforçada por grânulos inchados gelatinizados, chamados fantasmas, que contêm, principalmente, amilopectina.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAIS

- Becker 250 mL
- Proveta 100 mL
- Bastão de vidro
- Espátula
- Vidro relógio
- Peixinho
- Suporte
- Termômetro
- Panela (para banho de silicone)
- Agitador magnético com aquecimento
- Balança analítica
- Estufa de ar forçado
- Ultrassom
- Dessecador
- Frigideira
- Amido de milho (Maisena)
- Glicerol
- Silicone

- Papel toalha
- Papel alumínio

## 4.2 MÉTODOS

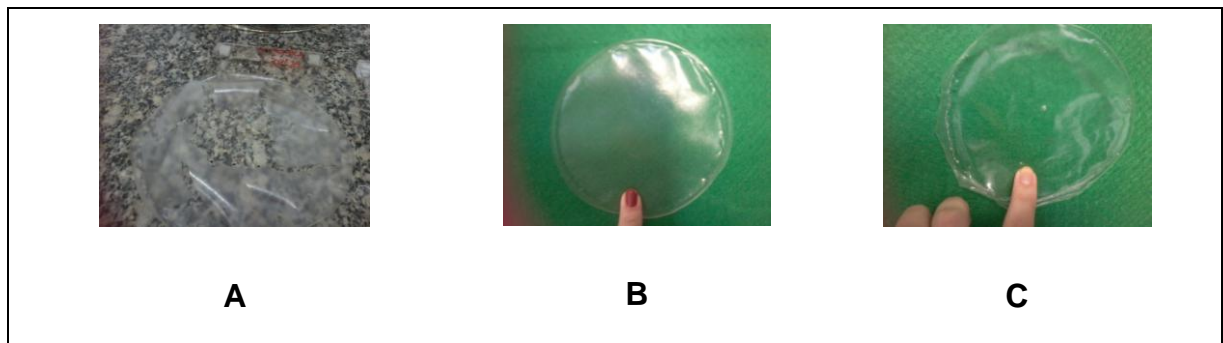
Os filmes foram confeccionados com amido de mandioca e milho (3g de amido/100g de solução filmogênica). Foi utilizado o glicerol como agente plastificante em diferentes concentrações (15; 30 e 40g de plastificante/100g de amido),

Segundo técnica do tipo *casting*. As soluções filmogênicas foram aquecidas de 30 a 95°C, mantidas a 95°C durante 10 minutos. Após isto foram colocadas durante 30 min a 45°C no aparelho de ultrassom. Em seguida, foram espalhadas 100 g de cada solução filmogênica em um frigideira revestida de teflon (14 cm) e o material foi seco em estufa com circulação e renovação de ar, a 40°C por 24h. Os filmes foram acondicionados, em dessecadores.



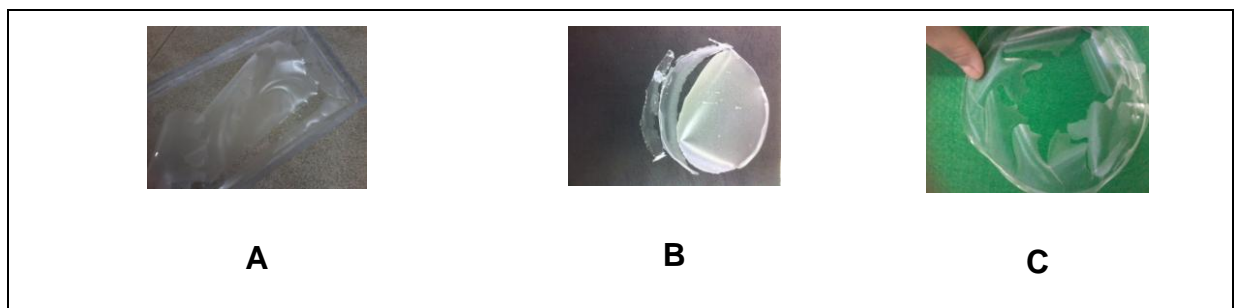
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os filmes de amido de mandioca com plastificante glicerol na concentração de 30g e 40g/100g de amido se mostraram contínuos, sem fraturas ou rupturas após a secagem. O filme com concentração de 15g de plastificante/100g de amido apresentou rupturas e ficou quebradiço (figura 3).



**Figura 3 – Filmes de amido de mandioca em diferentes concentrações de plastificante: a) 15 g de glicerol/100g de amido; b) 30g de glicerol/100g de amido; c) 40g de glicerol/100g de amido**

Os filmes de amido de milho com plastificante glicerol na concentração de 30g e 40g/100g de amido não se mostraram contínuos, apresentando uma ruptura após a secagem. O filme com concentração de 15g de plastificante/100g de amido de milho apresentou rupturas e ficou quebradiço.( figura 4).



**Figura 4 – Filmes de amido de milho em diferentes concentrações de plastificante: a) 15 g de glicerol/100g de amido; b) 30g de glicerol/100g de amido; c) 40g de glicerol/100g de amido.**

## 6. CONCLUSÃO

A manuseabilidade dos filmes de amido de mandioca e de milho com 30 a 40% de glicerol foi boa, porém, houve mais dificuldade de serem retirados dos suportes sem rasgar. Contudo, depois de retirados do suporte, puderam ser manipulados sem qualquer risco de ruptura. Os filmes de amido de mandioca com teores de 30 e 40% se mostraram com melhores propriedades com relação à ruptura e homogeneidade do que os de amido de milho na mesma concentração de glicerol. Conclui-se pelos resultados que o filme com melhor manuseabilidade foi de mandioca com concentração de 30% de glicerol. A maior aderência aos suportes apresentada pelos filmes com 40% de glicerol é devido à maior concentração de plastificante empregada na formulação da solução filmogênica, o que conferiu maior adesividade às amostras.

## REFERÊNCIAS

TEIXEIRA, E.M. **Utilização de amido de mandioca na preparação de novos materiais termoplásticos**. 201 p. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos, Brasil 2007.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAUJO, E. M.; MELO, T. J. A. Biopolímeros, polímeros biodegradáveis e Polímeros Verdes. **Revista eletrônica de materiais e processos**, v. 6.2, 2011, p. 127-139.

[SANTOS, Amélia S. F.; FREIRE, Fernando H. de O.; BRENO, L. N. da Costa; MANRICH, Sati. Sacola plásticas: Destinações Sustentáveis e alternativas de substituição, **Química Nova**, v. 22, nº. 3, 2012, p. 228-237.

MATTA Jr. Manoel D. da; SARMENTO, Silene B. S.; SARANTOPOLIS, Claire I. G. L.; ZOOCCHI, Silvio S. Propriedades de berreira e solubilidade de filmes de amido de ervilha associado com goma xantana e glicerol, **Polímeros**, v. 21, 2011, p. 67-72.

SANTOS, Amélia S. F.; FREIRE, Fernando H. de O.; BRENO, L. N. da Costa; MANRICH, Sati. Sacola plásticas: Destinações Sustentáveis e alternativas de substituição, **Química Nova**, v. 22, nº. 3, 2012, p. 228-237.

MATTA Jr. Manoel D. da; SARMENTO, Silene B. S.; SARANTOPOLIS, Claire I. G. L.; ZOOCCHI, Silvio S. Propriedades de berreira e solubilidade de filmes de amido de ervilha associado com goma xantana e glicerol, **Polímeros**, v. 21, 2011, p. 67-72.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Effects of yam starch films on storability and quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, p.7055-7011, 2003.

MALI, S., GROSSMANN, M. V. E., GARCÍA, M. A., MARTINO, M. M.; ZARITZKY, N. E. Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam starch films. **Carbohydrate Polymers, Barking**, v.56, p.129-135, 2004.

VILPOUX, O. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Cargill, 2003. v.3, p.500-530.