



PRODUÇÃO DE BLENAS DE POLIETILENO E AMIDO TERMOPLÁSTICO

Bruna dos Santos¹, Tânia Maria Coelho², Nabi Assad Filho³, Fernando Henrique Lermen⁴, Arthur Maffei Angelotti⁵, Rubya Vieira Mello Campos⁶

RESUMO: O desenvolvimento de materiais derivados de fontes renováveis ou biodegradáveis tem atraído a atenção do meio acadêmico e industrial devido tanto a necessidade crescente de substituição de materiais sintéticos pelos derivados de fontes renováveis, como também pela necessidade de matérias biodegradáveis. Pois, estes materiais possuem propriedades funcionais, versatilidade e um custo baixo que favorecem no seu processamento e na sua utilização em várias aplicações. Ressaltando que é ampla a utilização do polietileno numa diversidade de produtos e a sua decomposição alonga-se de 100 a 500 anos, enquanto o plástico biodegradável possui rápida degradação não agredindo o ambiente. Neste contexto, a presente pesquisa apresenta uma alternativa para as embalagens plásticas, estabelecendo uma forma de produzir blendas de polietileno à base de amido termoplástico, em grande escala, através da extrusão, com capacidade de permeabilização e estabilidade garantida, a partir de recursos renováveis de baixo custo. Uma das maneiras de tornar um polímero antes poluente, biodegradável, é adicionando carga de amido à sua composição. Para isso foi utilizado métodos de modificação do amido natural através da adição de peróxido de hidrogênio, em sequencia, produzimos amostras de amido termoplástico, com adição de glicerina pelo processo de extrusão, as blendas de amido termoplástico com o polietileno foram obtidas na segunda etapa da extrusão com um aquecimento elevado. Durante o processamento foi observado que a blenda foi processada com facilidade, apresentando fluxo contínuo na extrusora. As amostras obtidas se mostram perfeitamente viáveis, pois não apresentaram sinais de degradação térmica, a rede de amido se implantou no polímero de polietileno, não alterou a coloração e se fundiu bem, a mistura foi realizada com sucesso pela sua homogeneidade, sem fraturas, com grande poder de flexibilidade e elasticidade, provando assim, que a blenda foi obtida com êxito. Com essas análises, provaram que as blendas produzidas apresentaram características plásticas ideais para a incorporação da blenda ao polietileno produzido nas empresas, pois o produto vai diluir bem a uma nova extrusão, sem dificultar os processos realizados na empresa e trazendo inúmeros benefícios ambientais, sociais e econômicos.

PALAVRAS-CHAVE: Amido Termoplástico; Blendas; Extrusão.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Miguel (2014) nos últimos anos, vários países reconhecem à necessidade de se reduzir a quantidade de materiais plásticos derivados do petróleo, pois o petróleo se encontra escasso atualmente devido ao uso incorreto, além de ser prejudicial ao ambiente, principalmente após o descarte.

De acordo com Gomes (2014), mesmo tendo conhecimento que os polímeros possuem características muito interessantes, tais como:

- Boa flexibilidade;
- São inertes;
- Podem ser moldados com geometrias complexas; e
- Possuem durabilidade e razoável resistência mecânica.

Em contra partida, pela elevada resistência à proliferação de fungos e bactérias, tem elevado tempo de degradação na natureza, isso faz com que o modo de descarte no fim de sua vida útil seja um problema, ou seja,

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial da Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR; Campo Mourão/PR; Bolsista IC/CNPq do Grupo de Pesquisa em Materiais Agroindustriais (GPMAGro); brundosantos@hotmail.com.

² Professora do Colegiado de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR; Campo Mourão – PR do Grupo de Pesquisa em Materiais Agroindustriais (GPMAGro); coelho_tania@yahoo.com.

³ Professor do Colegiado de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR; Campo Mourão – PR do Grupo de Pesquisa em Materiais Agroindustriais (GPMAGro); nabiasadfilho@hotmail.com.

⁴ Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR; Campo Mourão – PR; Bolsista IC/Fundação Araucária do Grupo de Pesquisa em Materiais Agroindustriais (GPMAGro); fernando-lermen@hotmail.com.

⁵ Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR; Campo Mourão – PR; Bolsista IC/Fundação Araucária do Grupo de Pesquisa em Materiais Agroindustriais (GPMAGro); arthur_angelotti@hotmail.com.

⁶ Professora do Colegiado de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR; Campo Mourão – PR do Grupo de Pesquisa em Materiais Agroindustriais (GPMAGro); rubyadmc@hotmail.com.



mesmo depois de jogados no lixo, os polímeros conservam suas propriedades físicas por muitos anos, contribuindo para o crescimento da poluição ao meio ambiente (GOMES, 2014).

Dessa forma sua reciclagem está se tornando uma obrigação para os fabricantes e consumidores, além de incentivarem a reciclagem, que apesar de depender, em grande parte, da coleta e seleção do produto, e apesar de grande parte dos municípios brasileiros possuírem algum tipo de coleta seletiva, não atingem a totalidade de recicláveis (RÓZ, 2003).

Assim, muitos pesquisadores focam seu trabalho no estudo de polímeros de novas fontes, principalmente de fontes renováveis, com o intuito de vir a substituir polímeros derivados do petróleo, que se encontra escasso atualmente. Estes plásticos derivados de petróleo são prejudiciais ao ambiente, principalmente após o descarte (MIGUEL, 2014).

Nesse contexto, a busca por soluções que levem a um tipo de plástico descartável ideal vem mobilizando cientistas e ambientalistas há algum tempo. As pesquisas apostam na substituição dos plásticos convencionais por plásticos biodegradáveis.

Nas últimas décadas, a preocupação mundial com relação ao meio ambiente tem aumentado. Muito se fala sobre o desenvolvimento sustentável, por isso, a indústria dos polímeros tem realizado diversas pesquisas, com o viés de produzir polímeros que tenham como característica a biodegradabilidade (GOMES, 2014).

Dessa maneira, a demanda por materiais poliméricos sintéticos ou plásticos torna-se cada vez mais crescente, se comparado com a demanda das últimas décadas. Pois, estes materiais possuem propriedades funcionais, versatilidade e um custo baixo que favorecem no seu processamento e na sua utilização em várias aplicações (CANGEMI, 2005).

Os plásticos biodegradáveis são derivados de processos de transformação de Polietileno e Polipropileno que aceleram a degradação dos materiais em que se encontram, ao serem expostos em condições ideais de descarte, como presença de umidade, contato com o solo e raios solares (FRAGMAQ, 2013).

As ligações moleculares das embalagens biodegradáveis se quebram, transformando os materiais em fragmentos moleculares de fácil digestão por fungos e bactérias. Durante a ação destes microorganismos, são liberados átomos de carbono e hidrogênio que se unem ao oxigênio da atmosfera, formando exatamente aquilo que os seres vivos expiram no processo de respiração: dióxido de carbono e água. A quantidade de biomassa que resulta deste processo é relativamente inofensiva ao meio ambiente (FRAGMAQ, 2013).

Outro ponto positivo no uso das embalagens biodegradáveis é que o processo de degradação não se inicia enquanto os produtos estão em uso: a decomposição começa após uma prolongada exposição a agentes externos, como o sol, a chuva, vento e umidade, o que não compromete as propriedades dos produtos (FRAGMAQ, 2013).

Assim com a produção de plásticos biodegradáveis, apresentando como matérias primas polímeros naturais e com resistência à água, pode-se amenizar os problemas ambientais relacionadas ao plástico. Que além de ter reutilização, são renováveis e podem ser descompostos num pequeno período de tempo em comparação com os polietilenos.

Uma das maneiras de tornar um polímero antes poluente, biodegradável, é adicionando carga de amido à sua composição. Esse composto polimérico com adição de amido combina características fundamentais dos polímeros, tais como: modo de processamento, seja por extrusão, por injeção, capacidade de formação de filme além de boa resistência. Possui também características do amido, que por ser um alimento, consegue ser decomposto por fungos e bactérias (GOMES, 2014).

Hoje o grande diferencial desses novos produtos são a origem e os procedimentos utilizados para sua fabricação.

Entre as novas fontes de polímeros pesquisadas, o amido ganha uma atenção especial, uma vez que é encontrado em abundância na natureza, sendo uma fonte renovável, um material biodegradável, possui custo relativamente baixo, podendo ainda ser modificado química, física e biologicamente, buscando melhorar seu desempenho e ser usado em substituição a produtos não renováveis (MIGUEL, 2014).

Desde o final dos anos 70, a aplicação do amido nativo como um material polimérico biodegradável, cargas em polímeros (plásticos) sintéticos, é estudada a fim de acelerar o processo de biodegradação (RÓZ, 2004; CARVALHO, 2002; BELHASSEN, 2011 *apud*. MIGUEL, 2014).

O Brasil ocupa papel de destaque na produção de amido sendo o segundo maior produtor mundial de mandioca e terceiro maior produtor mundial de milho. Portanto, o desenvolvimento de novos materiais a partir do amido, com maior valor agregado, é de grande interesse acadêmico, social e tecnológico (MIRANDA, 2011 *apud*. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2007).

Embora o amido seja um material promissor, sua aplicação é ainda limitada devido a sua elevada fragilidade e susceptibilidade à água. Essas características associadas à recristalização após o processamento e elevada viscosidade do material fundido tem impedido um maior crescimento do seu uso (MIRANDA e CARVALHO, 2011).

Em face ao contexto atual, uma nova tecnologia vem revolucionando o mercado de descartáveis: é o amido termoplástico, que é produzido a partir do amido (RÓZ, 2003).



A modificação do amido natural possibilita a obtenção de um amido termoplástico hidrofílico. A proposta desse projeto é a produção de um plástico biodegradável a partir da mistura desse amido termoplástico e de polietileno. Para isso produziremos blendas de amido termoplástico e polietileno e realizaremos testes com diferentes porcentagens do amido, procurando obter um produto que se decompõe mais rápido quando exposto ao meio ambiente.

O estudo para o emprego do amido termoplástico na substituição do plástico convencional, destinado a algumas aplicações específicas vem ganhando força e recebendo considerável atenção no cenário dos recursos renováveis. Esses podem ser empregados como saco de lixo, filmes para proteger alimentos, fraldas infantis, hastes flexíveis com pontas de algodão para uso na higiene pessoal; na agricultura vem sendo empregado como filme na cobertura do solo e recipientes para plantas (RÖZ, 2003).

O amido, quando submetido à pressão, cisalhamento, temperaturas na faixa de 90-180°C e na presença de um plastificante como água ou glicerol, o amido se transforma em um material fundido que na presença de um agente plastificante, pode ser gelatinizado, e sob efeito de cisalhamento se transformar em um fundido (CORRADINI et al., 2007). Ainda de acordo com o autor, nesse fundido, as cadeias de amilose e amilopectina estão intercaladas, e a estrutura semicristalina original do grânulo é destruída, esse material é denominado amido termoplástico (TPS) ou amido desestruturado ou amido plastificado sob pressão e temperatura.

Uma das formas encontradas para melhorar as propriedades do amido e que tem sido empregada com sucesso na produção de produtos industriais é a composição do amido com outros polímeros para dar origem a blendas poliméricas. Comparada ao desenvolvimento de novos materiais, as blendas apresentam baixo custo, e conferem grande versatilidade à indústria de transformação de plástico (NOSSA, 2014).

O nome blenda vem do inglês “blend”, que significa mistura. De acordo com Carvalho (2008) apud. Miranda (2011) as blendas de amido termoplástico e polímeros sintéticos são estudados desde os anos de 1970, quando os polímeros biodegradáveis ganharam ênfase mediante as primeiras discussões referentes à poluição causada pelas embalagens plásticas, consideradas de difícil degradação.

Conforme Anielipiccoli (2011) os principais requisitos para o desenvolvimento de blendas são:

- Características químicas dos componentes da blenda;
- Condições de mistura: temperatura, taxa ou velocidade de processamento, razões de viscosidade; e
- Composição.

As blendas de amido termoplástico com outros polímeros têm como objetivo melhorar ou modificar as propriedades do termoplástico, além de reduzir o seu custo, uma vez que o amido é um dos materiais mais baratos disponíveis (NOSSA, 2014).

O interesse pela utilização de blendas de amido termoplástico e polietileno ganhou relevância a partir da última década em função de uma nova visão, onde aumentar o conteúdo de materiais de fontes renováveis é requerido e também em função dos avanços técnicos obtidos com o termoplástico (MIRANDA, 2011).

Partindo de métodos de fabricação do amido termoplástico, pesquisados na literatura, e de algumas formas aplicação, serão pesquisadas novas maneiras de incorporar o amido em uma tentativa de obter um produto com características hidrofílicas e biodegradáveis.

O objetivo desse trabalho é estabelecer uma forma de produzir blendas de polietileno à base de amido termoplástico com capacidade de permeabilização e estabilidade garantida, a partir de recursos renováveis de baixo custo. Para isso utilizaremos métodos de modificação do amido natural em amido termoplástico, e em seguida prepararemos blendas, da mistura do amido termoplástico com o polietileno, via extrusão. Essas blendas serão testadas via técnicas de qualidade e degradação.

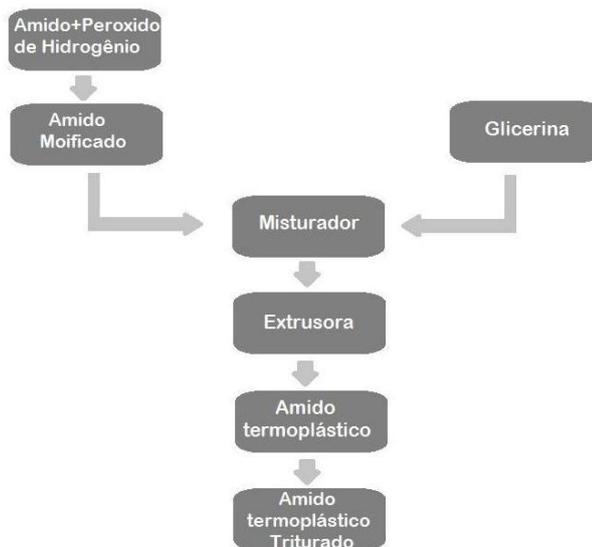
Com isso este projeto proporciona ao estudante o embasamento teórico que dá a oportunidade de praticar e experimentar, contribuindo para uma melhor formação acadêmica e profissional. Sendo que, por meio da instituição UNESPAR/Fecilcam, serão desenvolvidas as pesquisas, promovendo assim o desenvolvimento de novos instrumentos teóricos e práticos que servirão para a sociedade em geral. Demonstrando assim, a importância de incentivar pesquisas desse nível e com essa preocupação, contribuindo também para a formação de novos pesquisadores.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a fundamentação do presente projeto foi realizada uma investigação de literatura detalhada a respeito da mistura de polietileno com bioplástico a partir do amido, e os processos necessários para o embasamento teórico científico.

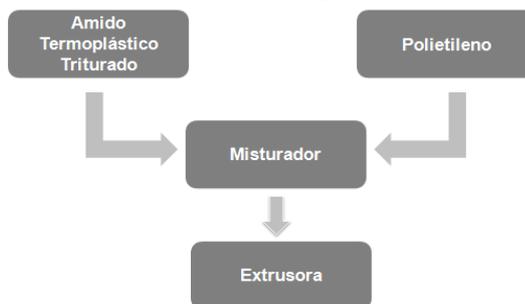
A parte experimental foi realizada partindo de coleta de dados na literatura, do processamento do produto final a partir das matérias primas adquiridas e, finalmente, foi realizado testes laboratoriais para posterior análise.

A primeira etapa do projeto pode ser observado no Fluxograma 1:



Fluxograma 1 - Obtenção do Amido Termoplástico Triturado.
Fonte: Elaborada pelo autor.

A segunda etapa do projeto pode ser observado no Fluxograma 2:



Fluxograma 2 - Obtenção da Blenda de Amido Termoplástico Triturado a base de Polietileno.
Fonte: Elaborada pelo autor.

O amido termoplástico (Figura 1), obtido através de estudos anteriores, se trata de um composto triturado à base de amido natural e glicerina, foi colocado num misturador com polietileno (Figura 2) com a finalidade de realizar testes.



Figura 1 - Amido termoplástico via extrusão.
Fonte: Elaborada pelo autor.

**Figura 2 - Polietileno.****Fonte:** elaborada pelo Autor.

Foram utilizados 10% do termoplástico triturado para constituir a mistura. Dessa forma, foi realizada a mistura do polietileno e de amido termoplástico por meio de um misturador, a fim de proporcionar aos produtos uma mistura rápida, eficiente e precisa. Posteriormente, esse material foi extrusado por resistência elétrica para adquirir a forma de uma blenda plástica.

Para realizar a mistura, foi colocado o polietileno no misturador e adicionado em pequenas quantidades o amido termoplástico. Dando sequência na extrusão, o equipamento foi aquecido por cerca de 1 hora antes do início de processo até que estivesse no ponto ótimo de extrusar a mistura, aproximadamente 120 °C.

A Figura 3 apresenta a extrusora para processamento de plástico de rosca simples, que é o equipamento semelhante ao utilizado no desenvolvimento do projeto.

**Figura 3 - Extrusora de 60mm rosca simples.****Fonte:** Elaborada pelo Autor.

Após o processamento da amostra, da mistura de amido termoplástico e polietileno, foi avaliada a sua qualidade para comparação com o polietileno industrial, com a finalidade de garantir que o produto obtido mantenha as mesmas características e propriedades indispensáveis de um polietileno.

Para realização dos testes de qualidade foi considerada a degradação dos filmes diante das variáveis reais do clima, como temperatura, umidade relativa do ar, precipitações pluviométricas, insolação e radiação ultravioleta.

Além dos testes de qualidade em relação à análise de biodegradação, realizaram-se testes de tração, compressão e elasticidade.



Obtido o produto ideal, nosso objetivo é empregar as blendas produzidas como aditivo nas indústrias para incorporar ao plástico convencional.

A nossa perspectiva é em uma tonelada de polietileno industrial utilizar 0,1% da blenda produzida, sendo suficiente para modificar a estrutura química do polietileno produzido nas empresas, para diminuir o tempo de degradação sem influenciar suas características físicas indispensáveis ao polietileno.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o processamento foi observado que as blendas foram processadas com facilidade, apresentando fluxo contínuo na extrusora.

A mistura processada (blendas) foi parcialmente recolhida na forma de cordão, conforme Figura 4:



Figura 4: Blendas de amido termoplástico e polietileno via extrusão.

Fonte: Elaborada pelo autor.

As amostras obtidas se mostram perfeitamente viáveis, pois não apresentaram sinais de degradação térmica, sem alteração na coloração.

Também foi possível analisar que a blenda se fundiu bem, provando que a rede de amido se implantou no polímero de polietileno.

A mistura apresentou homogeneidade, sem fraturas, com grande poder de flexibilidade e elasticidade, comprovando assim, que a blenda foi obtida com êxito.

Com o objetivo de comprovar a desestruturação do amido, a blenda foi mantida imersa em água, isso para comprovar que o produto manteve as características indispensáveis do polietileno. A mesma não apresentou nenhuma modificação estrutural.

Com essas análises as blendas produzidas apresentaram características plásticas ideais para serem incorporadas em polietileno, produzido pelas empresas do ramo, garantindo a total diluição em uma nova extrusão, sem dificultar os processos a que serão submetidas nas empresas, além de trazer inúmeros benefícios ambientais, sociais e econômicos.

4 CONCLUSÃO

A extrusão das blendas foi considerada satisfatória. Amostras de amido termoplástico com polietileno processadas, com a utilização da extrusora, se mostraram com qualidade quanto à homogeneidade, flexibilidade e aparência, em relação ao polietileno, as blendas obtidas mantiveram as características e propriedades indispensáveis de um polietileno.

A partir das blendas produzidas, com características plásticas ideais para serem incorporadas ao polietileno produzido nas empresas, tem-se a perspectiva de serem empregadas nas indústrias de plástico, para isso temos que vencer as dificuldades que a vigilância sanitária nos impõe para a obtenção do polietileno. O resultado esperado é um polietileno aditivado com capacidade de permeabilização, estabilidade garantida, vantagens financeiras e ambientais.

REFERÊNCIAS

ANIELIPICCOLI. **Blendas Poliméricas**, 2011. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Blendas-Polim%C3%A9ricas/61522.html>>. Acesso em: 13 de março de 2014.



CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; CLARO NETO, S. **Biodegradação: Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos**. Química nova na escola. China: 43ª Assembleia Geral da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), 2005, p. 17-19.

CORRADINI, E. *et al.* **Amido Termoplástico**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007, p. 9-14.

FRAGMAQ. **Benefícios de embalagens e plásticos biodegradáveis**, 2013. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/produtos/beneficios-de-embalagens-e-plasticos-biodegradaveis/>>. Acesso em: 08 de agosto de 2015.

GOMES, R. O. **Caracterização de propriedades mecânicas de plásticos biodegradáveis à base de amido**. Projeto de Graduação. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica, 2014.

MIGUEL, O. D. **Blendas de amido termoplástico e polietileno grafitizado (enxertado)**. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais e Área de Concentração em Desenvolvimento, Caracterização e Aplicação de Materiais). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2014.

MIRANDA, V. A. R. **Blendas de polietileno e amido termoplástico modificado**. 2011.103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2011, p. 31-40.

MIRANDA, V. R. e CARVALHO, A. J. F. **Blendas compatíveis de amido termoplástico e polietileno de baixa densidade compatibilizadas com ácido cítrico**. Universidade de São Paulo. Polímeros, vol. 21 nº5. São Carlos, 2011.

NOSSA, T. S. **Novas Composições Poliméricas Obtidas a partir da Modificação do Amido via Extrusão Reativa**. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2014.

RÓZ, A. L. O. **Futuro dos Plásticos: Biodegradáveis e Fotodegradáveis**. In: *Polímeros - Ciência e Tecnologia*, nº 4, vol 13. São Carlos: Instituto de Química de São Carlos – USP, 2003, p. 1-2.