

## DESIGN DE EMBALAGEM: ESTUDO DA APLICAÇÃO DA CASCA DE LARANJA COMO COLORANTE NA PRODUÇÃO DE DESCARTÁVEIS DE AMIDO TERMOPLÁSTICO

Moreira, Martins Mapulla<sup>1</sup>; dos Santos, Daphne Loraine Oyarce <sup>2</sup>; Mottin Artur Caron<sup>3</sup>.

1 Mapulla Moreira Martins, Bolsista (CNPq), Engenharia Mecânica, IFMG - Campus Congonhas, Congonhas - MG;

mapulla96@hotmail.com

2 Daphne Loraine Oyarce dos Santos, IFMG - Campus Congonhas, Congonhas – MG

3 Orientador: Pesquisador do IFMG - Campus Congonhas; artur.mottin@ifmg.edu.br

### RESUMO

O plástico é um material recorrente na vida moderna, pode ser empregado em diversas áreas como alimentício farmacêutico e industrial, no entanto é um dos grandes causadores da poluição mundial, pela razão de não ser biodegradável, se tornando uma das maiores preocupações nas causas ambientais. Para mitigar a poluição, os plásticos convencionais podem ser substituídos por filmes poliméricos naturais tais como celulose, carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos. As embalagens descartáveis de amido termoplástico tem uma produção muito pequena comparada a embalagens produzidas com plásticos tradicionais, uma das maneiras de atrair os consumidores é os agentes estéticos, por exemplo, a casca da laranja, na qual demonstra ser economicamente viável, já que a parte da fruta não é consumida e descartada nas indústrias de processamento de suco. O objetivo da pesquisa é incorporar o corante da casca da laranja em um filme polimérico natural que possa ser usado como embalagem descartável, de tal forma que atenda principalmente custos e amplificação da utilidade do mesmo. As etapas foram divididas da seguinte maneira extração do colorante, inserção, estudo da absorção de água, ensaio mecânico, colorimetria e inchamento. Os resultados obtidos foram mensurados através dos ensaios de tração e colorimetria e inchamento. Através do ensaio de tração observaram-se diferentes valores do colorido em relação ao puro. Os valores esboçaram que o colorido exibe uma maior resistência, 5,58 MPa, já o puro 3,01 MPa, o polímero com cor apresentou um alongamento menor 32,78% comparado ao outro 35,73%. O puro exibe um valor mais alto de refletância 0,12415024 do que colorido correspondendo 0,45877465. O polímero colorido tem uma intensidade maior em relação ao puro, 0,12415024, 0,08275119 respectivamente. A variação de cor foi 58,6532024. Como o colorido é mais escuro do que o sem adição de cor a variação de luminosidade é -29,7393, um valor negativo, evidenciando que a luminosidade variou para mais próximo de zero, ou seja, a cor do colorido é mais escura que o puro. Ambos sofreram degradação por hidrólise. Com a adição de cor, o filme polimérico ganhou propriedades mecânicas, sua propriedade química não modificou, além disso, a casca da laranja demonstrou ser um ótimo corante.

### INTRODUÇÃO:

Com a mudança de hábitos e a globalização vem-se utilizando mais embalagens plásticas, devido ao aumento da produção de bens de consumo principalmente no segmento alimentício e farmacêutico. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018) um terço do lixo doméstico é composto por embalagens, sendo que aproximadamente 40% são plásticos.

Polímeros convencionais, que na sua maioria são derivados do petróleo, apresentam extensas aplicabilidades, alta durabilidade, baixo custo, propriedades mecânicas e químicas vantajosas, porém possuem tempo de decomposição elevado decorrente da alta massa molar média e da hidrofobicidade dificultando a atividade dos microrganismos e de suas enzimas na parte exterior do mesmo, assim, o uso imoderado e o descarte inadequado na natureza levam a problemas pertinentes como poluição, problemas de saúde e diminuição da vida útil dos lixões. (FRANCHETTI; MARCONATO, 2006).

As desvantagens das embalagens tradicionais intensificaram a demanda social e ambiental por materiais biodegradáveis, porém o mercado ainda é tímido, contudo projeções futuras estimam que no continente europeu as utilizações dos bioplásticos cresçam de 2,05 milhões de toneladas em 2017 para aproximadamente 2,44 milhões de toneladas até 2022 (EUROPEAN BIOPLASTIC; NOVE-INSTITUTE, 2017). Os bioplásticos podem ser de fontes naturais ou sintéticas e para a utilização em embalagens são os mais atraentes, pois sua parcela de poluição dentre os demais é menor.

Desse modo, existe uma ampla variedade de filmes poliméricos naturais tais como celulose, carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos auxiliados por corantes naturais, por exemplo, a casca da laranja, como

agentes estéticos para maior aceitação no mercado, mas quando comparado ao convencional o processo de fabricação dos bioplásticos é mais caro e tem aplicações mais limitadas.

A laranja é uma fruta cítrica comercializada em larga escala no Brasil devido ao baixo custo durante o processo, tornando o país o maior comerciante, responsável por 60% da produção mundial. (FRANCO, 2016). A casca da laranja representa cerca de 20 a 30% do total da massa da laranja, sendo, portanto, uma biomassa barata, abundante e prontamente disponível tendo como fornecedores as indústrias de processamento de sucos, já que cerca de 80% da produção de laranja são destinadas a indústria de bebidas.

Diante disso, o vigente estudo aponta uma alternativa viável para obter um colorante a partir da casca de laranja e incorporá-lo ao amido de milho plastificado com glicerol para produção de um filme de amido plastificado colorido que possa ser usado como embalagem descartável, de tal forma que atenda principalmente custos e amplificação da utilidade do mesmo.

Com a utilização do amido, o plástico apresenta propriedades mecânicas consideráveis, boas propriedades para barreira de oxigênio, ou seja, uma embalagem que seja capaz de resistir à liberação de gases, uma vez que o oxigênio pode alterar a composição química do produto (CRUZ, 2013). Além disso, é um dos recursos mais abundantes e versáteis para a produção de polímeros, pois pode ser obtido de diversas fontes vegetais. É importante salientar que o ponto de fusão do amido é mais alto que sua temperatura de decomposição térmica, tal impasse é ajustado com a adição de plastificantes com o intuito de diminuir o ponto de fusão, de modo que possui propriedades de engenharia superiores quando comparadas as do amido (OLIVEIRA, 2015).

A primeira parte da presente pesquisa visa estudar as condições de extração do corante da casca de laranja, sua incorporação em um polímero termoplástico, e as condições de processamento do polímero colorido, além das propriedades mecânicas do mesmo. Na etapa final do projeto serão propostas aplicações práticas do material como embalagem descartável.

## **METODOLOGIA:**

Esse projeto se caracteriza pela pesquisa básica e aplicada. A pesquisa básica, também chamada de fundamental, consiste em trabalhos e pesquisas para ampliar o conhecimento sobre o mundo que se conhece e tudo o que o constitui, sem aplicações práticas previstas, é motivada pela curiosidade e deve ser divulgada para toda a comunidade a fim de propor discussões e debates. (GALOÁ JOURNAL, 2018; GERHARDT, SILVEIRA, 2009)

Ainda segundo os mesmos autores, a pesquisa aplicada procura utilizar toda a informação disponível e transformá-la em novas tecnologias e métodos, dirigidos para a solução de problemas específicos, gerando resultados mais palpáveis, com o objetivo de melhorar a sociedade como um todo.

Diante disso, a metodologia utilizada para esta pesquisa será dividida em seis etapas, são elas extração do colorante, inserção, estudo da absorção de água, ensaio mecânico, colorimetria e inchamento. Os materiais utilizados para o estudo serão: amido de milho (Yoki Alimentos S. A., Paranaíba, Brasil), glicerina bidestilada (glicerol) pura, e as cascas de laranja a serem disponibilizados pelo professor pesquisador / orientador da pesquisa.

- Extração do corante da casca de laranja (OP)

A extração do corante será baseada na pesquisa de Hou et al. (2013), específica da extração de corante da casca de laranja. Além disso, serão realizados experimentos baseados nos resultados obtidos pelo grupo de pesquisa em experimentos de extração de corantes naturais de fontes diversas utilizando ultrassom. De acordo com os autores supracitados, o corante OP pode ser obtido fazendo-se a extração em água (15:1) a 100°C por 120 min e posterior filtração em peneira de aço inoxidável (400 mesh).

- Inserção do colorante no amido termoplástico

Os filmes serão preparados através da técnica de casting / vazamento reportada por Schmidt (2013). A partir de uma suspensão aquosa de amido de milho de 4%p (Yoki Alimentos S. A., Paranaíba, Brasil) em água destilada, preparada em agitador magnético de placa aquecida a 70°C. Posteriormente será

adicionado 24%p de glicerol em relação à massa de amido utilizada e aquecido até 80°C, onde será mantido por 5 minutos até sua gelatinização. Posteriormente serão vasados em porta amostras e secados em estufa a 50°C por 24h. Os corantes obtidos da casca de laranja serão inseridos em diferentes proporções em substituição de parte da água deionizada utilizada na preparação dos filmes.

- Estudo da absorção de água pelo material

A absorção de água será determinada através da diferença de massa dos filmes antes ( $m_1$ ) e depois ( $m_2$ ) de submergido em água deionizada, com diferentes tempos de exposição. As amostras serão pesadas em balança analítica e sua capacidade de absorção será calculada através da equação:

$$MA = \frac{m_2 - m_1}{m_1} * 100$$

- Ensaio mecânico

As amostras de amido plastificado puro e as amostras coloridas com os diferentes teores de colorantes serão submetidas ao ensaio de tração em máquina Universal de Ensaio modelo EMIC DL 20000 (Figura 1a). Os corpos de prova do tipo IV segundo a norma ASTM D 638, que padroniza o ensaio de tração para polímeros, serão produzidos usando uma faca de corte para estampagem de corpos de prova (Figura 1b).



Figura 1: (a) Máquina Universal de Ensaio modelo EMIC DL 20000 (IFMG - Mecânica) e (b) Faca de corte para estampagem de corpos de prova tipo IV segundo a norma ASTM D638.

- Colorimetria

Será feita a simulação da exposição das amostras dos polímeros coloridos à luz solar por meio da exposição à duas lâmpadas TL UVA-1 100W-R/10 da marca Philips com o espectro de emissão com comprimento de onda na faixa de 350 nm em uma câmara de alumínio (Figura 2a), seguindo os procedimentos definidos na norma ASTM G154-12A. Serão realizadas medidas da variação dos parâmetros de cor  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  (sistema CieLab) com auxílio de um colorímetro Konica Minolta modelo CR-10 Plus (Figura 2b), apto a medir a variação total de cor ( $\Delta E^*$ ) entre duas amostras. O ensaio de colorimetria será feito em parceria com a UEMG – Escola de Design.

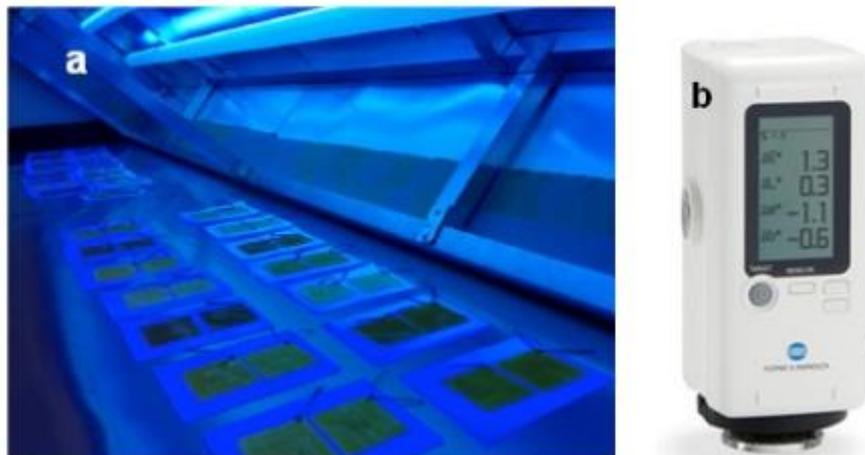


Figura 2: (a) Amostras posicionadas no interior da câmara com duas lâmpadas TL UVA-1 100W-R/10(UEMG) e (b) Leitor de cor Konica Minolta (CM-700D) Plus (colorímetro) para medição da diferença de cor entre duas amostras

- **Inchamento**  
As amostras serão emersas na água e pesadas em uma balança de alta precisão em função do tempo 0,1,5,10,20,40,60,90,120 e 160 minutos de modo contínuo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Os resultados obtidos foram mensurados através dos ensaios de tração e colorimetria e inchamento, os quais serão evidenciados.

Através do ensaio de tração observaram-se diferentes valores do colorido em relação ao puro. Os valores esboçaram que o colorido exibe uma maior resistência, 5,58 MPa, já o puro 3,01 MPa, partindo do pressuposto que quanto maior a resistência menor o alongamento <https://trabalhossic.ifmg.edu.br>, o polímero com cor apresentou um alongamento menor 32,78% comparado ao outro 35,73%.

As diferenças se estendem aos parâmetros obtidos do ensaio de intemperismo acelerado. A refletância pode ser mensurada através da equação de Reflectância:

$$\text{Reflectância} = 0,2125 * R + 0,7154 * G + 0,0721 * B$$

É notável que exista uma diferença entre as amostras estudadas, o puro exibe um valor mais alto de refletância do que colorido correspondendo respectivamente 0,79068475 e 0,45877465. Com base nisso, pode-se afirmar que a cor influencia o valor da refletância, de tal modo que a adição de cor ao material faz o mesmo refletir menos a luz na região visível em relação ao sem a adição de cor (CASTRO, LABAKI, CARAM, BASSO, FERANDES, 2003).

A intensidade de cor na região visível é dada pela equação Kubelka-Munk

$$\frac{k}{s} = \frac{(1 - R)^2}{2R}$$

O polímero colorido tem uma intensidade maior em relação ao puro, 0,12415024, 0,08275119 respectivamente. Conforme BALIARSINGH (2015) existe uma correlação inversa entre intensidade e refletância, além disso, é diretamente proporcional a quantidade de corante presente na amostra (apud PAGNAN, 2018).

Foram convertidos os resultados RGB para CIELAB, por meio do site [easyrgb.com](http://easyrgb.com). Partindo destes valores é capaz de evidenciar as mudanças dos materiais quando são submetidos à radiação UV. A partir das equações:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Sabendo-se que:

$$\Delta I = L_{\text{cor}} - L_{\text{puro}}$$

$$\Delta a = a_{\text{cor}} - a_{\text{puro}}$$

$$\Delta b = b_{\text{cor}} - b_{\text{puro}}$$

Assim foi possível calcular a variação de mudança total de cor ( $\Delta E$ ) e a luminosidade ( $\Delta I$ ) entre os dois polímeros. A grandeza  $L^*$  exibe a luminosidade, ou seja, quanto mais branco o valor é mais próximo de cem e quanto mais preto o valor é próximo de zero. As demais,  $b^*$  e  $a^*$  esta relacionada ao seu comprimento de onda podem esboçar valores negativos ou positivos, para  $a^+$  indica vermelho e  $a^-$  verde, para  $b^+$  amarelo e  $b^-$  azul (PUC-Rio, 2018).

A variação de cor foi 58,6532024, tal valor constata que o uso do corante natural da fruta tem capacidade de mudar a cor do elemento de forma considerável. Como o colorido é mais escuro do que o sem adição de cor a variação de luminosidade é -29,7393, um valor negativo, evidenciando que a luminosidade variou para mais próximo de zero, ou seja, a cor do colorido é mais escura que o puro.

Observou-se que quando imersas na água, as amostras absorveram o fluido, aumentando o valor da massa, ao longo do tempo seus corpos foram perdendo massa, devido a degradação por hidrólise.

## CONCLUSÕES:

Conclui-se que com a adição de cor, o filme polimérico ganhou propriedades mecânicas, sua propriedade química não modificou, além disso, a casca da laranja demonstrou ser um ótimo corante. Desta forma, a utilização do amido colorido com casca de laranja como material descartável se mostra viável, degradável por hidrólise e com resistência mecânica superior ao do amido plastificado sem coloração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. *Manual de educação – consumo sustentável*. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/consumo-consciente-de-embalagem/impacto-das-embalagens-no-meio-ambiente.html>> . Acesso em: 8 nov. 2018.

FRANCHETTI, S. M. M; MARCONATO, J. C. **Polímeros biodegradáveis – uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos**. 2006. 6 páginas. 811-816.

EUROPEAN BIOPLASTIC; NOVA-INSTITUTE, *Bioplastics facts and figures*, 2017. Disponível em: [https://www.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2017/11/Global\\_Production\\_Capacity\\_Total\\_2017-2022\\_en.jpg](https://www.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2017/11/Global_Production_Capacity_Total_2017-2022_en.jpg). Acesso em: 10 nov. 2018.

FRANCO, A. S. M. **O suco de laranja brasileiro no mercado mundial**. Análise conjuntural. v.38. n.11-12/nov./dez. 2016.

GALOÁ JOURNAL. **Pesquisa básica e pesquisa aplicada: o que são e suas importâncias**. Disponível em: <<https://galoa.com.br/blog/pesquisa-basica-e-pesquisa-aplicada-o-que-sao-e-suas-importancias>>. Acesso em 04 set. 2018.

GERHARDT, Tatiana Engel. SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em 04 set. 2018.

HOU, Xiuliang; CHEN, Xinzi; CHENG, Yuxin; XU, Helan; CHEN, Lifen; YANG, Yiqi. Dyeing and UV-protection properties of water extracts from orange peel, *Journal of Cleaner Production*, 2013, 52, 410-419.

SCHIMIDT, V. C. R., PORTO, L. M., LAURINDO, J. B., MENEGALLI, F. C. Water vapor barrier and mechanical properties of starch films containing stearic acid, *Industrial Crops and Products*, v.41, 2013, p. 227-234.

CASTRO, A. P. A. S.; LABAKI, L. C.; CARAM, R. M.; BASSO, A.; FERNANDES, M. R. (2003); Medidas de reflectância de cores de tintas através de análise espectral. **ANTAC**, 8. PUC- RIO; **Fundamentos teóricos – revisão bibliográfica**. 2018, 36f.

PAGNAN, C. S.; **Percepção dos usuários frente a produtos fabricados via impressão 3D em PLA colorido com masterbatch de urucum**. Belo Horizonte, Minas gerais, Brasil. 2008. 158f. Tese – Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.