

Um estudo prévio da degradação de P(3HB) corado com cúrcuma, produzido pela *Ralstonia solanacearum* em solo simulado.

KETNEN RIEFFEL DAS CHAGAS¹; MARIA LUIZA DE OLIVEIRA ZANINI²;
CAMILA RIOS PIECHA³; CAROLINE DE PAULA LOPES CORRÊA⁴; FERNANDO
DIÓGENES TEIXEIRA MEYER⁵; PATRÍCIA SILVA DIAZ⁶

¹ Universidade Federal de Pelotas -UFPel – rieffelketnen@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – luizaznn@gmail.com

³ Universidade Federal De Pelotas - :camilapiecha@gmail.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas - carol.lopesd@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Pelotas - fdtmeyer@gmail.com

⁶ Universidade Federal de Pelotas – bilicadiaz@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A poluição causada por materiais plásticos de origem petroquímica compreende até 97% do lixo marinho (TAVARES et al., 2017) e é reconhecida como uma ameaça para a vida marinha, a indústria e a segurança alimentar (DA CUNHA, 2017). As cadeias moleculares constituintes do plástico são resistentes à degradação em curto prazo, o que torna o uso desse material uma excelente escolha para empresas mas altamente nocivo para o meio ambiente. Quando sua degradação finalmente ocorre, um outro poluente, denominado microplástico, é gerado (Atlas do plástico, 2020), que pode ser encontrado tanto no ar ou na água e que, se ingeridos, podem desencadear doenças respiratórias, cardiovasculares e processos inflamatórios tanto em humanos como em animais (PRATA, 2018; FRANZELLITTI et al., 2019).

Devido ao impacto ambiental causado por este material, pesquisadores têm buscado alternativas para substituir seu uso. Uma das alternativas encontradas seria a substituição de parte dos polímeros sintéticos por polímeros biodegradáveis, como os bioplásticos. Estes são materiais biodegradáveis e sua decomposição resulta primariamente da ação de microrganismos, como fungos, bactérias e algas, gerando CO₂, CH₄, componentes celulares e outros produtos (FRANCHETTI E MARCONATO, 2006). Dentre os bioplásticos, os principais estudados são o Ácido Polilático (PLA) e os da classe dos Polihidroxialcanoatos (PHAs), como o Poli-(3-hidroxibutirato) [P(3HB)] (DO AMARAL et al., 2019), que é um biopolímero biodegradável com potencial de substituir alguns plásticos convencionais (LOUREIRO, 2021).

Um emprego para o P(3HB) pode ser na produção de embalagens de diversos setores da indústria, como o de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos (PAGNAN et al., 2013). Pesquisas feitas por Pagnan et al. (2013) indicam que para os consumidores deste setor, a coloração é um fator de grande importância. Desse modo, é interessante a coloração das embalagens para favorecer a venda dos produtos, tornando-os mais atrativos (PAGNAN et al., 2013). Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar resultados prévios da avaliação da biodegradação de filmes de P(3HB), coloridos com corante natural, em solo simulado com matéria prima de *pinus* bioestabilizada.

2. METODOLOGIA

2.1. Etapa de crescimento celular e produção do P(3HB)

O microrganismo *Ralstonia solanacearum* RS foi reativado em meio de cultivo YM em agitador orbital a 32 °C, 150 rpm, durante 72 horas. Posteriormente, 5 mL deste cultivo foram adicionados Erlenmeyers aletados contendo 195 mL do meio de cultivo YM, mantido em shaker por 32°C, 150 rpm durante 48 horas. Após, o cultivo foi centrifugado e o pellet celular mantido em estufa de secagem a 45 °C por 48 horas ou até peso constante.

2.3. Etapa de extração do P(3HB)

A extração do P(3HB) a partir do *pellet* celular foi realizada em tubos de ensaio com tampa de rosca utilizando clorofórmio como solvente, na proporção de 40:1 (v/m). Os tubos foram mantidos sob aquecimento com temperatura variando entre 50°C e 55°C, durante 30 minutos com agitação a cada 5 minutos. As etapas seguintes de extração ocorreram conforme descritas por MACAGNAN et al. (2017).

2.4. Preparo dos filmes de P(3HB) coloridos

Os filmes de P(3HB) foram ressolubilizados em tubos de ensaio com tampa de rosca com 0,30 g do biopolímero e 0,15 g do corante natural curcuma. Em seguida foi adicionado clorofórmio no tubo de ensaio contendo o polímero que será corado, este foi mantido sob aquecimento nas mesmas condições anteriores. A secagem dos filmes de P(3HB) foi realizada em placas de Petri para secagem de acordo com a metodologia de *casting* (MACAGNAN et al. 2017).

2.5 Teste de biodegradação dos filmes de P(3HB) coloridos

Foi adicionada terra nas sementeiras, com 1 litro de água destilada. Após, os corpos de prova serem acondicionados, foram mantidos em temperatura de 20°C e foram adicionados 1 litro de água conforme a necessidade, para manter a umidade do solo.

Os filmes de P(3HB) foram cortados em triângulos, com dimensões entre 2 cm e 2,6 cm, e pesados em balança de precisão. Os corpos de prova foram acondicionados nas sementeiras plásticas contendo o solo com matéria prima de pinus bioestabilizado durante 90 dias, com amostras retiradas a cada 30 dias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos durante os 90 dias estão apresentados nas figuras 1 e 2. Conforme a figura 1, em 30 dias a taxa de degradação de ambos estava em torno de 50%, em 60 dias estava em torno de 80% e em 90 se aproximava dos 100%, não havendo diferença estatística entre os pesos. No entanto, na análise da figura 2, pode-se notar uma diferença na fragmentação dos corpos de prova, em todos os tempos, quando comparamos o P(3HB) corado com o controle. Ao comparar com a literatura, resultados semelhantes foram obtidos por TORRES et al. (2020) em relação a taxa de degradação no solo do P(3HB), porém é importante ressaltar que falta na literatura informações sobre este polímero corado com curcuma.

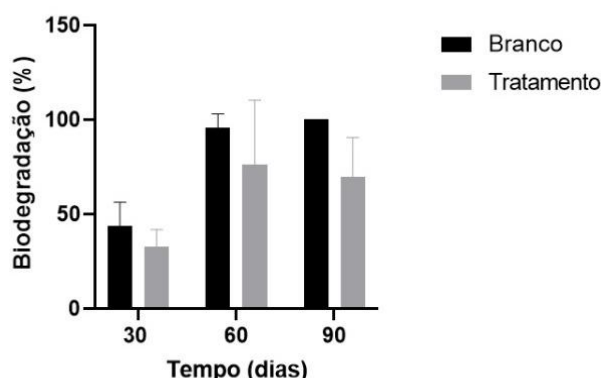


Figura 1. Porcentagem de degradação de P(3HB)RS branco (controle) e tratamento corado com cúrcuma.

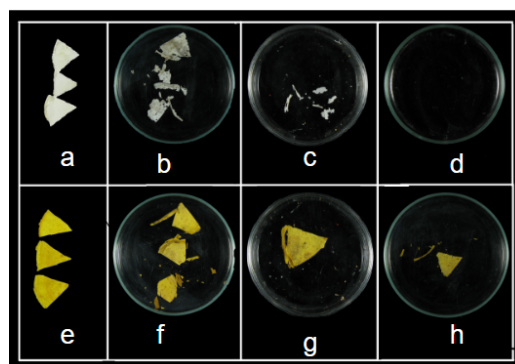


Figura 2. Fotos das amostras no dia 0 (a;e), após 30 dias (b;f), após 60 dias (c,g), após 90 dias (d;h).

Os corpos de prova ao decorrer de 90 dias de experimento, ao comparar os períodos podemos perceber uma completa fragmentação do controle em 90 dias, o polímero corado com cúrcuma prevaleceu com fragmentos até 90 dias. Este corante é utilizado como tempero alimentício, corante e remédio fitoterápico devido a sua ação antioxidante pela captação de radicais livres (EMBUSCADO, 2015), além de um efeito antimicrobiano e anti carcinogênico. Foi relatado na literatura por Campos (2017), que a adição de curcumina a filmes biodegradáveis faz com que estes apresentem um maior potencial antioxidante, podendo ser usado na fabricação de embalagens ativas que prolongam a vida útil dos alimentos.

Quando comparamos o tempo de degradação de bioplásticos e plásticos petroquímicos é relatado na literatura por O'Brine e Thompson (2010), que as sacolas de polietileno podem levar 40 semanas para perder apenas 2% da sua área superficial, enquanto sacolas feitas, por exemplo, de amido não mostram detritos após 16 semanas. Foi relatado por Torres et al. (2020) que o P(3HB) tem uma taxa de degradação de 100% em 100 dias em alguns solos. Isso pode ser devido a bactéria sintetizadora deste polímero secretar despolimerase, enzima envolvida na via responsável pela quebra de monômeros do polímero (Grigull et al., 2015).

4. CONCLUSÕES

Os corpos de prova que tiveram adição de cúrcuma tiveram uma fragmentação mais lenta do que o controle, isto pode ter ocorrido devido aos

efeitos antioxidantes e antimicrobianas citados anteriormente. Porém, ao comparar a taxa de degradação, constata-se que não há diferença estatística.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, SABRINA SILVA DE. PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES ATIVOS DE TPS/PBAT ADICIONADOS DE CURCUMINA POR EXTRUSÃO REATIVA. 2017. TCC (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [S. l.], 2017
- PAGNAN, Caroline Salvan; CÂMARA, Jairo José Drummond; AYRES, Eliane; MOTTIN, Artur Caron. INSERÇÃO DE COLORANTE NATURAL DE URUCUM (BIXA ORELLANA L.) NO POLI(HIDROXIBUTIRATO) (PHB). **12º Congresso Brasileiro de Polímeros (12ºCBPol)**, [s. l.], 2013. Disponível em: <http://e-democracia.com.br/cbpol/anais/2013/pdf/6FBF.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- DA CUNHA, Leandro Custódio. **POLUIÇÃO MARINHA POR PLÁSTICOS: UMA QUESTÃO DE DIREITO INTERNACIONAL**. 2017. Dissertação (Mestrado na área de Ciências Jurídico Políticas, da Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa) - Universidade de Lisboa, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/37297?mode=full>. Acesso em: 21 jul. 2022.
- DO AMARAL, Murilo Alves et al. Análise do segmento de bioplásticos: prospecção tecnológica em “plásticos verdes”, PHA e PLA. **ENGEVISTA**, [S. l.], p. 228-241, 7 maio 2019. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/engevista/article/view/22761>. Acesso em: 21 jul. 2022
- EMBUSCADO, M. E. Spices and herbs: Natural sources of antioxidants – a mini review. *Journal of Functional Foods*. 2015. FRANCHETTI, S.M.M. e MARCONATO, J.C. Polímeros biodegradáveis - uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. **Química Nova**. V. 29 (4), p.p. 811-816. 2006.
- FRANZELLITTI, S. et al. Microplastic exposure and effects in aquatic organisms: A physiological perspective. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 68, p. 37–51, mar. 2019.
- Grigull V, Mazur L, Garcia M, Schneider A, Pezzin A. (2015) Estudo Da Degradação De Blendas De Poli(Hidroxibutirato-Co-Hidroxivalerato)/Poli(L-Ácido Lático) Em Diferentes Condições Ambientais. **Engenvista**. 17(4).
- LOUREIRO, Amanda Oriani. **BIOPLÁSTICOS E PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS: revisão bibliográfica dos principais materiais e seus impactos ambientais**. 2021. Monografia (Bacharelado em Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos) - Universidade Federal de São Carlos, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/15259>. Acesso em: 21 jul. 2022.
- MACAGNAN, K. L.; RODRIGUES, A. A; ALVES, M. I; FURLAN, L; KESSERLINGHC, S. M; MOURA, A. B; OLIVEIRA, P. D; MCBRIDE, A. J. A; MOREIRA, A. S; VENDRUSCOLO, C. T. Simplified Recovery Process Of Ralstonia Solanacearum-Synthesized Polyhydroxyalkanoates Via Chemical Extraction Complemented By Liquid-Liquid Phase Separation. **Química Nova**, v. 40, n. 2, p. 125-130, 2017.
- O'BRINE, T; Thompson, R. C. Degradation of plastic carrier bags in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, 2010. P. 2279-2283
- PRATA, Joana Correia. Airborne Microplastics: Consequences to Human Health?. **Environ Pollut**, [S. l.], p. 234:115, 14 mar. 2018. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29172041/?from_single_result=Prata%2C+J.+C.+Airborne+microplastics%3A+Consequences+to+human+health%3F+Environmental+Pollution+2018%2C+234%2C+115. Acesso em: 21 jul. 2022.