

APROVEITAMENTO DA CASCA DE OVO COMO ADITIVO DE CARGA EM POLIETILENO

CÁCERES, Bruna¹; ALMEIDA, Fernanda^{3IC}; **BÁDARÓ, Marcus^{4IC}**; ALVES, Thaís^{5IC}; HANSEN, Danilo^{2M}

¹ Centro Universitário Senai Cimatec, Cimatec, Salvador, Bahia, bruna.psilveira@hotmail.com.

² Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, Bahia, danilo.guimaraes@fieb.org.br.

³ Centro Universitário Senai Cimatec, Cimatec, Salvador, Bahia, almeida1994.fernanda@hotmail.com.

⁴ **Centro Universitário Senai Cimatec, Cimatec, Salvador, Bahia, marcus.vinicius.badaro@gmail.com.**

⁵ Centro Universitário Senai Cimatec, Cimatec, Salvador, Bahia, thais270795@gmail.com

RESUMO

O desenvolvimento de materiais utilizando matéria-prima reaproveitada vem crescendo atualmente e é objeto de estudo em todo mundo, com o objetivo de destinar resíduos adequadamente. Uma das alternativas estudadas é o reaproveitamento da casca do ovo em substituição ao carbonato de cálcio em compósitos com matrizes poliméricas, com o intuito de melhorar ou manter as suas propriedades mecânicas. Com base nisso, foi desenvolvido um compósito a base de polietileno de alta densidade, utilizando como fase dispersa a casca do ovo e o carbonato de cálcio. Foram processadas três formulações, uma do PEAD puro obtido como base, e outras duas com 5% de casca de ovo e 5% de CaCO_3 . A caracterização mecânica indicou que os compósitos com casca de ovo tiveram um aumento na resistência ao impacto e um pequeno decréscimo na resistência a tração.

PALAVRAS-CHAVE: Compósitos, Reaproveitamento, Casca de Ovo, Carbonato de Cálcio

1. INTRODUÇÃO

O reaproveitamento de resíduos sólidos é uma realidade cada vez mais recorrente no Brasil. De acordo com o Art. 9º da Lei 12.305/2010, a reutilização de resíduos tem a terceira prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos a ser praticada pelos vários setores da sociedade civil brasileira. Essa lógica, ecologicamente amigável, pode ser plausivelmente aplicada em vários segmentos da indústria. Dessa forma, um setor com potenciais desenvolvimentos no reaproveitamento de resíduos é o setor avícola. O Brasil se destaca mundialmente com produção em 2017 de mais de 2,4 milhões de dúzias de ovos de galinha.¹

A casca de ovo é composta em grande parte de carbonato de cálcio, com pequenas quantidades de fosfato de cálcio, carbonato de magnésio e matéria orgânica. Sua composição é de cerca de 94% de carbonato de cálcio, 1% carbonato de magnésio, 1% fosfato de cálcio e 4% de glicoproteínas. Desta forma, pode-se identificar, através da sua composição, um grande potencial de utilização desse rejeito em substituição a uma da carga de reforço mineral mais conhecida no mercado de plásticos; o carbonato de cálcio (CaCO_3).²

O polietileno possui algumas vantagens como sua versatilidade, facilidade no seu processamento, não ser higroscópico e o seu baixo custo. Para a avaliação do desempenho dos materiais, foram empregados os testes de ensaio de tração e ensaio de resistência ao impacto.³

O termo compósito se refere a materiais heterogêneos, multifásicos, podendo ser ou não poliméricos, em que um dos componentes é descontínuo e dá a principal resistência ao esforço (componente estrutural ou reforço) e o outro componente é contínuo e representa o meio de transferência desse esforço (componente matricial ou matriz). Esses componentes não se dissolvem nem se descaracterizam completamente, apesar disso, atuam ordenadamente, e algumas propriedades do conjunto são superiores às de cada componente individual, para uma determinada aplicação.⁴

Nos materiais compósitos a resistência é bastante influenciada pela geometria e orientação do reforço.⁵ Sendo que os compósitos podem ser formados por elementos de reforço particulados, fibrosos ou fibra/metal. Compósitos particulados podem ser esféricos, cúbicos, tetragonais ou de qualquer outra forma regular ou irregular, mas quase sempre equiaxiais. Já os fibrados têm a fibra como elemento de reforço, a qual apresenta como característica um comprimento muito maior que as dimensões da seção transversal. Requisitos de camadas isotrópicas levaram à construção de laminados fibra-metal, que associam as vantagens dos materiais metálicos e dos materiais compósitos.⁶

Na natureza, o carbonato de cálcio é encontrado em três morfologias: calcita romboédrica, aragonita, na forma de agulha, e vaterita esférica, sendo que a calcita é a forma mais estável do carbonato de cálcio.^{7:8} De acordo com algumas pesquisas feitas com a adição de Carbonato de Cálcio no Polipropileno (PP), foi possível verificar que a referida carga mineral melhora consideravelmente o índice de fluidez do PP, aumenta a rigidez (aumentando assim, a fragilidade do compósito) e também melhora as propriedades mecânicas para determinadas aplicações.

Nesse contexto, essa pesquisa tem como objetivo a avaliação da utilização da casca de ovo para substituição da carga mineral carbonato de cálcio em compósitos poliméricos a base de polietileno de alta densidade (PEAD), com o intuito de se aproveitar esse resíduo, geralmente descartado no lixo doméstico mantendo suas propriedades mecânicas.

2. METODOLOGIA

Materiais: Polietileno de Alta Densidade com baixo índice de fluidez (PE HC7260LS-L), Carbonato de Cálcio e Casca de Ovo.

Equipamentos: Liquidificador, Extrusora Dupla Rosca, Estufa, Injetora.

Antes do processamento do compósito a casca de ovo foi higienizada e em seguida triturada em um liquidificador. Em seguida foram secas em estufa a 80°C por um período de 24 horas.

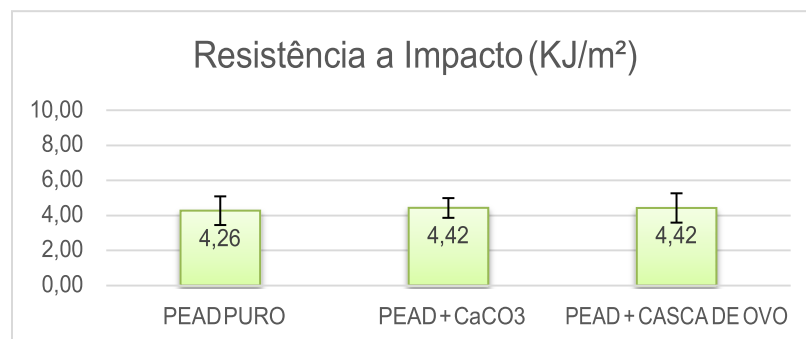
Processamento do compósito: Utilizou-se uma extrusora Dupla Rosca, Marca IMACOM DREC 30:40 IF, composta por um dosador volumétrico, banheira de refrigeração, soprador para a retirada do excesso de água e um peletizador para formação dos grãos de pallets. Após processamento cada formulação foi seca em estufa a 120°C por um período de 3 horas. Após a secagem, utilizou-se uma Injetora, Modelo Prima x-100R, Marca ROMI com capacidade de 100 toneladas e funil gravitacional, com perfil de temperatura de Zona 1: 200°C/ Zona 2: 210°C/ Zona 3: 220°C, para confecção dos corpos de prova. Foram processadas três formulações, F1 – PEAD puro, F2 – PEAD + 5% de Casca de Ovo, F3 – PEAD + 5% de CaCO₃.

Ensaio de caracterização: Foram realizados ensaios mecânicos de tração, segundo a norma ISSO 178, em máquina universal de ensaios EMIC, Modelo DL 2000. Ensaio de resistência ao impacto, segundo a norma ISSO 180, em máquina Instron, Modelo CEAST 9050, com martelo de 2,7 J e configuração IZOD, com entalhe de 2 mm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.

Gráfico 1 – Comparação entre a resistência ao impacto das formulações



Durante a realização dos ensaios de impacto, foram observados, que os corpos de prova, mesmo com os entalhes estabelecidos por normas, absorveram energia e não se romperam completamente. E ao observar os resultados pode-se perceber que as formulações com carbonato de cálcio (PEAD+CaCO₃) e casca de ovo (PEAD + Casca de Ovo), obtiveram magnitudes de resistência ao impacto praticamente idênticas, levando em consideração os respectivos desvios padrão. Sendo assim, é possível afirmar que as formulações PEAD + CaCO₃ e PEAD + Casca de Ovo, possuem mesmo poder de absorção de impacto melhorando propriedade de impacto em relação a resina pura, onde tal comportamento provavelmente está relacionado à ocorrência de um mecanismo de aumento de tenacidade entre a carga e o polímero.⁹

Já para o ensaio de tração, foram avaliados os valores de tensão na força máxima, e módulo de elasticidade.

Tabela 1 - Resultado do Ensaio de Resistência a Tração

Formulações	Tensão na Força Máxima	Modulo de Elasticidade
PEAD	22,04±0,18	616,5±103,6
PEAD+CaCO ₃	21,30±1,1	656,4±95,2
PEAD+Casca de Ovo	20,40±0,54	943,4±112,4

Pode-se observar um leve decréscimo nos valores de resistência a tração com que o incremento de CaCO₃ em compósitos com matriz de PEAD em relação a resina pura. Contudo ao observar essa resultante os valores encontram-se bastantes semelhantes e praticamente os mesmos, levando em conta o nível de desvio padrão, mantendo as propriedades mecânicas do compósito, permitindo assim o uso da carga de casca de ovo em detrimento da carga de carbonato de cálcio.

Nos valores de módulo de elasticidade foi notado um aumento com a adição das cargas, o que pode acarretar em um menor nível de deformação do material, afirmando que o CaCO₃ e a Casca de Ovo foram efetivas em sua função de aditivo de carga, no qual proporciona uma economia em relação a resina pura sem perder propriedades mecânicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo em questão, que visa uma alternativa semelhante ou superior em propriedades para a substituição do carbonato de cálcio pela casca do ovo como carga, mostrou através dos resultados dos ensaios realizados, que com as formulações com a casca do ovo, foram obtidos resultados semelhantes sem perdas significativas de forma geral, levando a crer uma que é possível a substituição do carbonato de cálcio e um aproveitamento dos rejeitos de casca de ovos encontrados nas granjas do Brasil e em residências, podendo fomentar uma política de reaproveitamento de resíduos e incentivo industrial.

6. REFERÊNCIAS

1. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201703_4.shtm> Acesso em 20 de junho de 2018
2. W. Y. Tsai; J. Hsu; H. Lin; C. Lin; C. K. Chiu. *Development and characterization of mesoporosity in eggshell ground by planetary ball milling. Microporous and Mesoporous Materials*. Amsterdam, 2008, Vol. 111, 379-386.
3. L. M. Candian. Estudo do Polietileno de Alta Densidade Reciclado para uso em Elementos Estruturais, Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2007.
4. E. B. Mano; L. C. Mendes. Introdução a Polímeros, Editora Edgard Blücher Ltda, Rio de Janeiro, 2012.
5. W. D. Callister. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução, LTC Editora, 2008.
6. G. Marinucci. Materiais compósitos poliméricos: Fundamentos e tecnologia, Editora Artliber, São Paulo, 2011.
7. F. V. Oliveira; A. H. Martins. Precipitação de carbonato de cálcio para aplicação industrial. Rem: Revista Escola de Minas, v. 62, n. 2, 2009.
8. T. H. Chong; R. Sheikholeslami. Thermodynamics and kinetics for mixed calcium carbonate and calcium sulfate precipitation. *Chemical Engineering Science*, v. 56, n. 18, p. 5391-5400, 2001
9. A. L. Silva Nazareth et al. Aplicação de um planejamento fatorial para a avaliação das propriedades mecânicas, térmicas, morfológicas e de escoamento de compósitos à base de PEAD e CaCO₃. *Revista Matéria*, v. 18, n. 3, p. 1382-1394, 2013.