

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

Desenvolvimento e caracterização de um compósito polimérico com matriz PEAD reforçado com resíduo de impressora a laser.

Paulo Vitor Nunes da Silva¹; [0000-0002-4998-6451](tel:0000-0002-4998-6451)
Maria Paula de C. F. Fontes¹; [0000-0003-1560-3405](tel:0000-0003-1560-3405)
Vinicius dos Santos Andrade¹; [0000-0002-7943-4439](tel:0000-0002-7943-4439)
Renata Martins Parreira¹; [0000-0002-7943-4439](tel:0000-0002-7943-4439)
Roberto de Oliveira Magnago^{1 2}; [0000-0003-0910-1572](tel:0000-0003-0910-1572)

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ. 2- FAT - UERJ, Faculdade de Tecnologia - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Resende -RJ
201910620@unifoa.edu.br

Resumo: O desenvolvimento de materiais compósitos poliméricos utilizando diferentes materiais para reforço é crescente e vem ganhando interesse no meio industrial ocupando novos segmentos de mercado, devido a melhoria em suas propriedades mecânicas. Nesta pesquisa foram desenvolvidos compósitos, utilizando diferentes proporções (5% e 10%) de resíduos provenientes de impressoras a laser acrescidos a uma matriz de Polietileno de Alta Densidade (PEAD). As propriedades mecânicas deste novo compósitos foram estudadas através de ensaios normalizados de resistência à tração. A adição dos resíduos em matriz de PEAD melhorou as propriedades mecânicas comparado à matriz pura (controle), e uma possível redução no custo sugere uma aplicação industrial e vantagens ao produto final.

Palavras-chave: Ensaios. Polímeros. Engenharia. PEAD.

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

INTRODUÇÃO

A preservação do meio ambiente é hoje uma das grandes preocupações globais. Surgindo assim conceitos ambientais como desenvolvimento sustentável e a aplicação da gestão ambiental. Sendo assim, as indústrias passam pela adequação em relação à legislação vigente do país (Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305/2010), implicando em medidas para reduzir e/ou compensar seus efeitos danosos sobre o meio ambiente, pensando desde a fabricação de materiais até a sua logística reversa e ou reciclagem. Um fator importante que favorece o emprego de insumo reutilizado é a crescente perspectiva de economia de energia por meio da redução dos componentes, bem como os aspectos ao reaproveitamento dos materiais no final do ciclo de vida do produto. De acordo com NBR 10.004:2004 (ABNT, 2004) resíduos, produtos ou substâncias que possuem características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade e/ou toxicidade e, se manipulados ou descartados de forma incorreta, podem acarretar significativos riscos à saúde pública ou a qualidade ambiental. Um exemplo desses resíduos são os provenientes das impressoras a laser. Pensando em diminuir o impacto e a uma destinação correta para esses resíduos é a utilização para reforço em materiais. Os materiais poliméricos que recebem destaque no desenvolvimento compósitos ocupando novos segmentos de mercado, devido a melhoria em suas propriedades mecânicas como a tração ganhando interesse no meio industrial. O polietileno é um polímero termoplástico facilmente encontrado no meio comercial apresentando vantagens como, fácil processabilidade, versátil além da capacidade de reciclagem (CALLISTER JR.; RETHWISCH, 2018; FIM, 2012). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de compósitos poliméricos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) reforçados com resíduos oriundos das impressoras a laser em diferentes volumes, avaliando propriedades como a sua resistência mecânica à tração.

MÉTODOS

Para a preparação dos compósitos, empregou-se como matriz o PEAD fornecido pela *BRASKEM* e os resíduos da impressora foram gentilmente cedidos por uma

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

gráfica, Volta Redonda–RJ, Brasil. Para isso, o PEAD puro foi pesado e adicionado ao resíduo em diferentes proporções como apresentadas no Quadro 1.

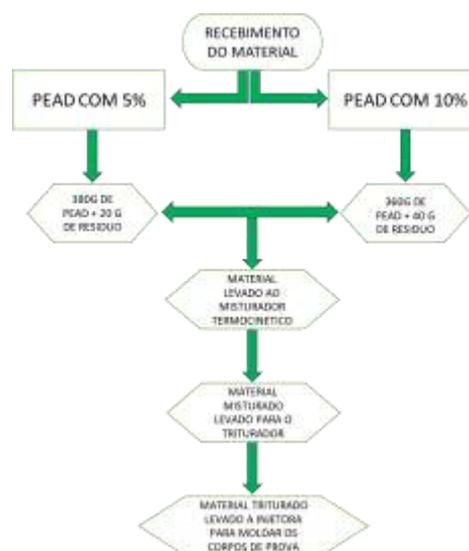
Quadro 1 – Substituição do resíduo.

Quantidade de resíduo (%)	Quantidade de corpos de prova	Quantidade de polímeros (gramas)	Resíduo de impressora à laser (gramas)
0%	3	400g	0g
5%	3	380g	20g
10%	3	360g	40g

Fonte: (Os Autores, 2022)

Os compósitos foram obtidos utilizando um misturador termo cinético de alta intensidade seguido para o triturador. Sendo assim os compósitos moídos foram injetados em molde contendo cavidades com dimensões específicas para ensaios mecânicos, utilizando uma Injetora (Ray-Ran modelo RR/TSMP), segundo a Norma ASTM D638 (2003) como descrito na Figura 1. Os ensaios foram realizados nos laboratórios da UNIFOA.

Figura 1: Fluxograma do desenvolvimento do corpo de prova.



Fonte: (Os Autores, 2022)

Para o ensaio de tração, como descrito no Quadro 2, foi tido como parâmetro as Normas técnicas NBR – 9622. Utilizando-se de uma máquina de ensaios mecânicos (EMIC DL 10000) com capacidade de 100 KN com uma célula de carga de 5 KN a uma velocidade de 3mm/min os compósitos foram submetidos a análise como descrito nos resultados.

Quadro 2 – Ensaio.

Ensaio	Quantidade de corpo de prova para 0%	Quantidade de corpo de prova para 5%	Quantidade de corpo de prova para 10 %	Norma técnica brasileira
Tração	3	3	3	NBR 9622

Fonte: (Os Autores, 2022)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta os corpos de provas dos compósitos PEAD puro e em diferentes proporções utilizados para o ensaio de tração.

Figura 2: Corpo de prova do material puro, com 5% e com 10% respectivamente.



Fonte: Autor (2022).

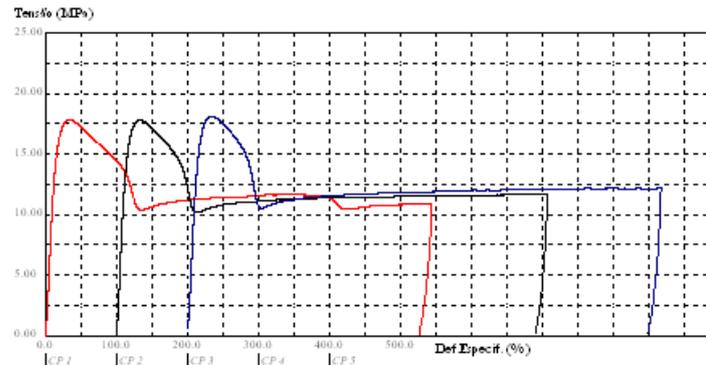
No Quadro 1 e Figura 3, os resultados obtidos com PEAD pura, apresenta uma resistência inferior quando comparado ao PEAD com resíduo.

Quadro 3: Resultados do PEAD puro

RESULTADOS PEAD PURO				
CORPO DE PROVA	COMPR. BASE (MM)	AREA (MM²)	TENSAO ESCOAM (MPA)	TENSAO MAX (MPA)
CP 1	50.0	50.01	10	18
CP 2	50.0	50.08	9	18
CP 3	50.0	50.30	10	18
MEDIA	50.0	50.13	9.66	18

Fonte: Autor (2022).

Figura 3: Gráfico tensão x deformação do PEAD puro.



Fonte: Autor (2022).

Nota-se que com o aumento na proporção de resíduo incorporada na matriz de PEAD maiores os valores obtidos em relação à tração.

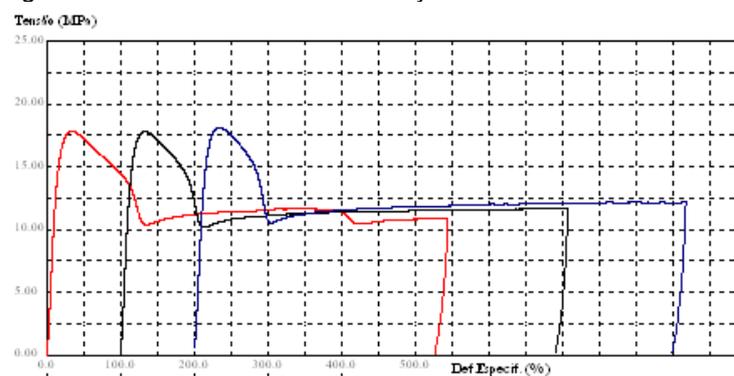
Quando comparado a relação em proporção de resíduo, verificou-se que com 5% houve uma melhora a resistência comparada com o PEAD puro, Quadro 4 e figura 5. Entretanto, quando adicionado 10%, Quadro 5 e Figura 5, conforme o aumento do resíduo melhores resultados foram atingidos.

Quadro 4: Resultados do PEAD + 5% de resíduo.

RESULTADOS PEAD + 5%				
CORPO DE PROVA	COMPR. BASE (MM)	AREA (MM ²)	TENSAO ESCOAM (MPA)	TENSAO MAX (MPA)
CP 1	50.0	50.01	9	16
CP 2	50.0	51.10	11	18
CP 3	50.0	51.10	10	18
MEDIA	50.0	50.74	10	17.33

Fonte: Autor (2022).

Figura 4: Gráfico tensão x deformação do PEAD + 5% de resíduo.



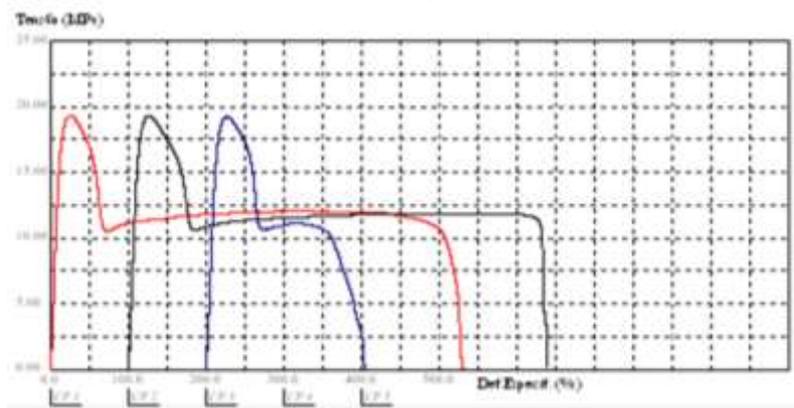
Fonte: Autor (2022).

Quadro 5: Resultados do PEAD + 10% de resíduo.

RESULTADOS PEAD + 10%				
CORPO DE PROVA	COMPR.BASE (MM)	AREA (MM ²)	TENSAO ESCOAM (MPA)	TENSAO MAX (MPA)
CP 1	50.0	49.64	11	19
CP 2	50.0	50.37	12	19
CP 3	50.0	50.37	13	19
MEDIA	50.0	50.12	12	19

Fonte: Autor (2022).

Figura 5: Gráfico tensão x deformação do PEAD + 10% de resíduo.



Fonte: Autor (2022).

A utilização do resíduo torna-se uma alternativa visto que, Yamaji (2004) em seu estudo utilizou diferentes proporções de resíduos sendo eles serragem de madeira (10% e 30%) em uma matriz polimérica, observando que o aumento na proporção de madeira diminuiu a resistência à tração, dos compósitos. Esse desempenho inferior dos compósitos com maior conteúdo de madeira foi atribuído à maior dificuldade em se obter uma mistura homogênea nas condições experimentais. Já para o presente trabalho a homogeneização não foi um problema, como visto que na Figura 6, pois o material apresentou uma boa afinidade com o resíduo. Além de ser notório um incremento em relação as características mecânicas a tração do PEAD puro.

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares



Figura 6: 1ª imagem mostra o resíduo puro e na 2ª mostra a mistura já feita e pesada.



Fonte: Autor (2022).

CONCLUSÕES

Nesse contexto, o desenvolvimento de compósitos poliméricos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) reforçados com resíduos oriundos das impressoras a laser mostra-se promissores. Uma vez que os ensaios mecânicos apresentaram melhora em relação a resistência a tração dos compósitos confeccionados. Com relação à proporção, de maneira geral, quanto maior quantidade em resíduos no PEAD maior resistência à tração. De forma geral, o uso de resíduos de impressoras a laser como reforço de uma matriz polimérica de PEAD, apresenta um potencial uso em diversas áreas e aplicações, além disso, traz contribuições para o reaproveitamento de resíduos potencialmente gerador de impactos ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 10.004 – Resíduos Sólidos: Classificação. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, p71, 2004.
- ABNT. NBR 9622 – Plásticos Determinação das propriedades mecânicas a tração. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, p1-20, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregados Para Concreto – Especificação. 29/04/2009. ABNT NBR 7211:2009.
- ASTM D638-03. *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. USA. 2003.
- BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, 2010.



Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

CALLISTER, W. D., 1940. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução / William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch; tradução Sergio Murilo Stamile Soares – 9 ed. Rio de Janeiro, 2016.

MANUEL, Getulio Francisco. Caracterização Físico-Química E Estudo Reológico De Asfaltos Modificados Pelos Polímeros Pead, Pebd E Pelbd E Contribuição Ao Estudo Do Envelhecimento Do Cimento Asfáltico De Petróleo. Universidade Federal De Minas Gerais, [S. l.], p. 1-141, 2 set. 2015.

YAMAJI, F. M. Produção de compósito plástico-madeira a partir de resíduos da indústria madeireira. 2004. 182f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - **UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**, Curitiba, 2004