

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA**

THIAGO TAMASCIA

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE POLIAMIDA ORIUNDOS DO PROCESSO DE
FABRICAÇÃO DE MANGUEIRAS HIDRÁULICAS**

**Lorena
2020**

THIAGO TAMASCIA

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE POLIAMIDA ORIUNDOS DO PROCESSO DE
FABRICAÇÃO DE MANGUEIRAS HIDRÁULICAS**

Monografia apresentada à Escola Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Materiais.

Orientador: Prof. Dr. Clodoaldo Saron

Lorena
2020

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, por todo o esforço, amor e
dedicação para que este sonho se tornasse
realidade. Muito obrigado!*

AGRADECIMENTOS

A minha família, principalmente meus pais Edvarde Tamascia e Shirley Cristino Tamascia (*in memorian*) que batalharam muito e foram exemplos para a minha formação, todo o apoio e incentivo foi essencial para a minha jornada, muito obrigado por tudo.

Aos professores da Escola de Engenharia de Lorena, em especial aos professores do DEMAR que contribuíram significativamente à minha formação, com ensinamentos e aprendizados que serão eternos. Agradeço especialmente ao Professor Clodoaldo Saron pelas orientações ao longo da elaboração deste trabalho.

A Eaton, empresa que pude estagiar e aprender muito com todos os meus amigos e colegas de trabalho, contribuindo para a minha formação pessoal e profissional com dicas e ensinamentos valiosos.

Aos meus amigos, tanto os que conheci em Lorena, como os de Piracicaba, pelas amizades e momentos incríveis que vivemos juntos, com muito aprendizado e evolução, sem este companheirismo a jornada seria muito mais difícil.

A minha namorada Gabriela Fontana, pela ajuda, força e carinho durante todo esse tempo.

A república D'oscara, e todos que moraram ou passaram nela, pelos momentos de risada e companheirismo, o aprendizado de conviver com mais onze pessoas de diferentes criações foi um grande desafio, porém prazeroso ao longo desse período de faculdade.

Ao Projeto Criança Feliz, por me proporcionar uma visão mais humanista em um curso de exatas, por me permitir conhecer ótimos amigos e pessoas que querem realmente mudar o mundo para melhor. Agradeço também o aprendizado que o PCF me proporcionou. Obrigado pelos ensinamentos e momentos incríveis durante a minha graduação.

*“Algumas pessoas querem que algo aconteça, outras
desejam que aconteça e outras fazem acontecer. ”*
(Michael Jordan)

RESUMO

TAMASCIA, T. **Reciclagem de Resíduos de Poliamida Oriundos do Processo de Fabricação de Mangueiras Hidráulicas**. 2020. 48 p. Monografia (Trabalho de Graduação em Engenharia de Materiais) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena – SP, 2020

Nos últimos anos as questões ambientais foram se tornando cada vez mais evidentes na sociedade, gerando um aumento nos investimentos de empresas em temas relacionados ao meio ambiente. Com isso, as indústrias começaram a se preocupar com a economia circular, isto é, o resíduo industrial que antes seria considerado descarte, passa a ser reutilizada ou reciclada, gerando economia para a empresa.

A poliamida, um termoplástico com uma grande gama de aplicações pode ser utilizada como um consumível em fábricas que produzem mangueiras hidráulicas. Após alguns ciclos de produção, a poliamida é descartada devido a perdas de propriedades em função da degradação do material que ocorre no processo.

Tendo como objetivo a diminuição com o gasto na compra de matéria-prima e agregar valor ao refugo de poliamida, realizou-se o estudo referente a reciclagem da poliamida juntamente com fibra de vidro, em diferentes composições, afim de verificar qual compósito seria ideal para ter-se um reforço considerável e o como as diferentes composições de reforço na matriz polimérica afetam as propriedades mecânicas do compósito.

Deste modo, resíduos pós-industriais de poliamida, oriundos da fábrica de mangueiras hidráulicas foram utilizados para a preparação de compósitos com fibra de vidro por extrusão e moldados por injeção para a obtenção de corpos de prova. As propriedades mecânicas dos compósitos foram analisadas por meio do ensaio de resistência à tração e de impacto Izod.

Verificou-se alteração nas propriedades mecânicas dos compósitos em função da concentração do reforço de fibra de vidro, de modo que com o gradual aumento da carga no compósito maior foi sua resistência mecânica, porém apenas com a composição de 15% foi possível ver uma melhora significativa na resistência à tração e ao impacto.

Palavras-chave: Reciclagem mecânica; Fibra de vidro; Polímeros; Compósitos; Poliamida; Resíduos poliméricos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação da poliamida	20
Figura 2- Sistema de código das embalagens plásticas	24
Figura 3- Compósitos reforçados a) fibras contínuas e alinhadas, b) descontínuas e alinhadas e c) descontínuas e aleatórias	31
Figura 4- Efeito da concentração de fibra de vidro na resistência à tração e deformação da poliamida 6	33
Figura 5- Resíduo de poliamida	34
Figura 6- Extrusora empregada na preparação dos compósitos.....	36
Figura 7- Equipamento para peletização	36
Figura 8- Equipamento utilizado para injeção dos materiais.....	37
Figura 9- Equipamento utilizado para ensaios de impacto	38
Figura 10- Tração: material 0%	39
Figura 11- Tração: material 5%	40
Figura 12- Tração: material 15%	41
Figura 13- Impacto: material 0%	43
Figura 14- Impacto: material 5%	44
Figura 15- Impacto: material 15% e rompimento	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estimativa de Geração de Resíduos Sólidos no Brasil	15
Tabela 2- Consumo aparente de termoplásticos	16
Tabela 3- Valor calorífico de vários polímeros	26
Tabela 4- Identificação e composição dos materiais.....	35
Tabela 5- Resultado obtido do ensaio de tração para diversas composições	39
Tabela 6- Propriedade mecânica – impacto.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Propriedades das poliamidas	21
Quadro 2- Consumo de materiais plásticos	27
Quadro 3- Composição de fibras de vidro por matéria prima	27
Quadro 4- Fibras de vidro e suas propriedades.....	28
Quadro 5- Classificação das cargas.....	30
Quadro 6- Parâmetros de injeção	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Produção de polímeros de 1950 a 2017	12
Gráfico 2- Principais resinas consumidas no Brasil.....	17
Gráfico 3- Tração: material 0%	40
Gráfico 4- Tração: material 5%	41
Gráfico 5- Tração: material 15%.....	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS	15
2.2	POLÍMEROS	19
2.3	POLIAMIDA.....	20
2.4	RECICLAGEM DE POLÍMEROS	22
2.5	FIBRA DE VIDRO.....	27
2.6	COMPÓSITOS.....	28
2.7	POLIAMIDAS REFORÇADAS COM FIBRA DE VIDRO	31
3	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1	MATERIAIS	34
3.2	MÉTODOS	34
3.2.1	PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	34
3.2.2	CARACTERIZAÇÃO POR ENSAIOS MECÂNICOS	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1	PROPRIEDADES MECÂNICAS	39
4.1.1	TESTES DE TRAÇÃO	39
4.1.2	TESTE DE IMPACTO.....	42
5	CONCLUSÕES	45
	REFERÊNCIAS	46

lógica da economia circular, em que o descarte de materiais não significa o fim da utilização de uma matéria-prima, mas sim o início de um novo processo para a reciclagem dos resíduos para remanufatura ou obtenção da matéria-prima e a volta dela no processo produtivo (ABIPLAST, 2018).

Motivações ambientais e econômicas incentivaram a pesquisa e o interesse das indústrias na reciclagem de plásticos (SINGH et al., 2017). O alto tempo de vida dos plásticos devido a sua resistência química e biológica acaba gerando um alto tempo para que os polímeros se degradem no meio ambiente e isto acaba tornando o descarte destes resíduos um grave poluente ambiental (PEDROSO, 1997).

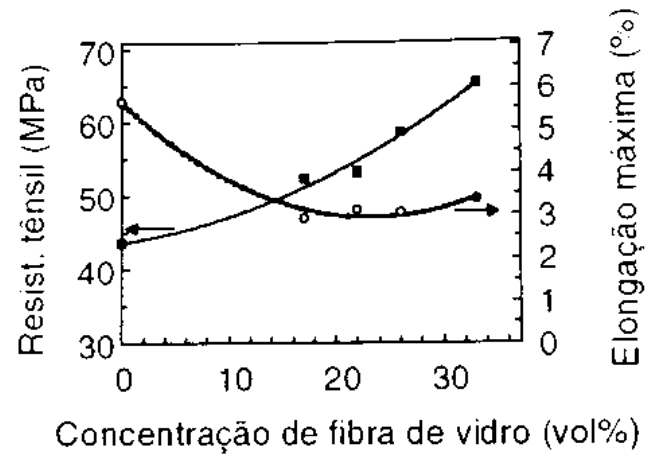
1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo principal identificar as propriedades mecânicas em diversas composições da poliamida reforçada com fibra de vidro, abordando todo o processo de reciclagem.

Desta forma, este trabalho teve como metas específicas:

- Avaliar as propriedades mecânicas em diferentes composições da poliamida reforçada com fibra de vidro, por meio de ensaios de impacto e tração.
- Verificar o potencial do processo de reciclagem mecânica do resíduo de poliamida oriundo de mandris utilizados na fabricação de mangueiras hidráulicas de alta pressão.

Figura 4- Efeito da concentração de fibra de vidro na resistência à tração e deformação da poliamida 6



Fonte: Rabello, 2000.

