FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS

CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE POLIPROPILENO E CARBONATO DE CÁLCIO(PP/$CaCO_3$) PARA POSSÍVEL APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Aluno: Ezequiel de Andrade Silva
Orientador: Prof. Dr. Sérgio Roberto Montoro

VOLTA REDONDA – ABRIL 2017

SUMÁRIO

- 1. JUSTIFICATIVA
- 2. OBJETIVO
- 3.INTRODUÇÃO
- 3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
- 4. MATERIAIS E MÉTODOS
- 5.RESULTADOS E DISCUSSÕES
- 6.CONCLUSÕES
- 7. TRABALHOS FUTUROS
- 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

JUSTIFICATIVA

A indústria automobilística sempre busca novas soluções tecnológicas, ela prioriza o lucro e a economia da matéria prima, esse fato motivou o estudo de compósitos reforçados com carbonato de cálcio visando uma possível utilização de compósitos poliméricos no automóvel.

OBJETIVOS

Desenvolver compósitos de Polipropileno (PP) com adição de Carbonato de Cálcio ($CaCO_3$) e avaliar os efeitos deste reforço nas propriedades mecânicas e térmica para uma possível aplicação na indústria automotiva.

INTRODUÇÃO

A indústria, em todo o seu histórico evolutivo, tem buscado qualidade e economia nos seus projetos e processos produtivos. inovando sempre em seus produtos para torna-los competitivos no mercado.

Aos poucos, o Brasil vai encontrando soluções para fazer frente às novas demandas. A evolução tem sido mais rápida na indústria automobilística, onde diversos fabricantes estão desenvolvendo novos materiais.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O plástico reforçado tem uso bastante diversificado, estando presente em quase todos os segmentos que envolvem aplicações aeroespaciais, náuticas e terrestres.

A vantagem das partículas nos compósitos é o aumento de rigidez.

Os polímeros representam a imensa contribuição da Química para o desenvolvimento industrial do século XX.

As características mais atrativas oferecidas pelos compósitos termoplásticos são: o potencial de produção a baixo custo, boa resistência ao impacto, boa resistência a propagação de micro trincas, fácil controle de qualidade e a possibilidade de reciclagem de matéria prima.

MATRIZES TERMOPLÁSTICAS

São polímeros que , quando sob um aumento de temperatura e marginal de pressão amolecem e fluem, podendo ser moldados nessas condições. Retirada a solicitação (T e P) se solidificam adquirindo a forma do molde.

Para definição da melhor matriz a ser empregada é necessário analisar alguns fatores como:

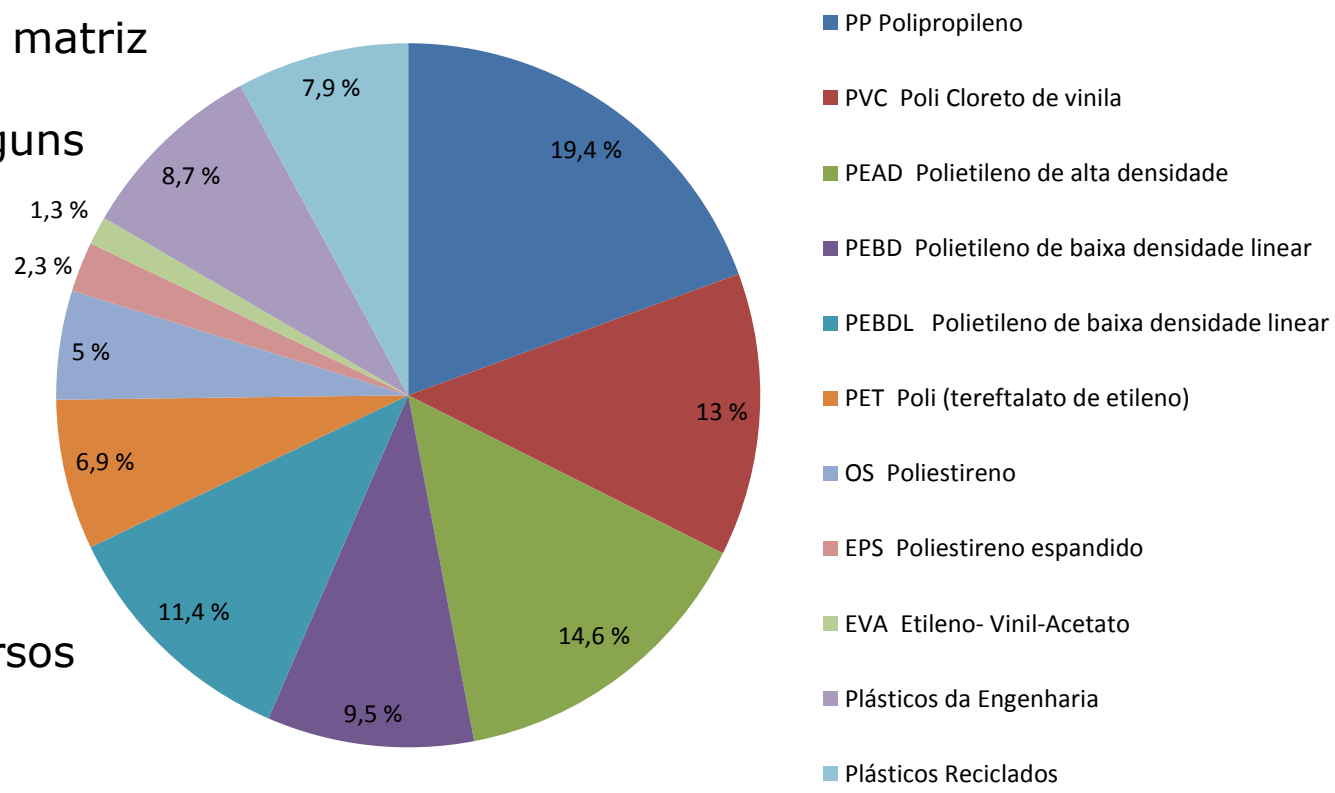
Tipo de compósito

Tipo de reforço

Propriedades mecânicas desejadas.

Disponibilidade dos recursos

Utilização do produto



Resinas mais consumidas em 2015.

MATERIAIS COMPÓSITOS

Classe de materiais heterogêneos, multifásicos, resultante da combinação racional dos seguintes componentes:

Reforço: Responsável pela principal resistência ao esforço.

Matriz: É o meio de transferência do esforço.

As proporções de combinação desses componentes devem ser feitas sempre de maneira a maximizar algumas propriedades.

REFORÇOS CARGAS MINERAIS

Tipos de cargas minerais utilizadas em polímeros mais citadas na literatura

CARBONATO DE CÁLCIO

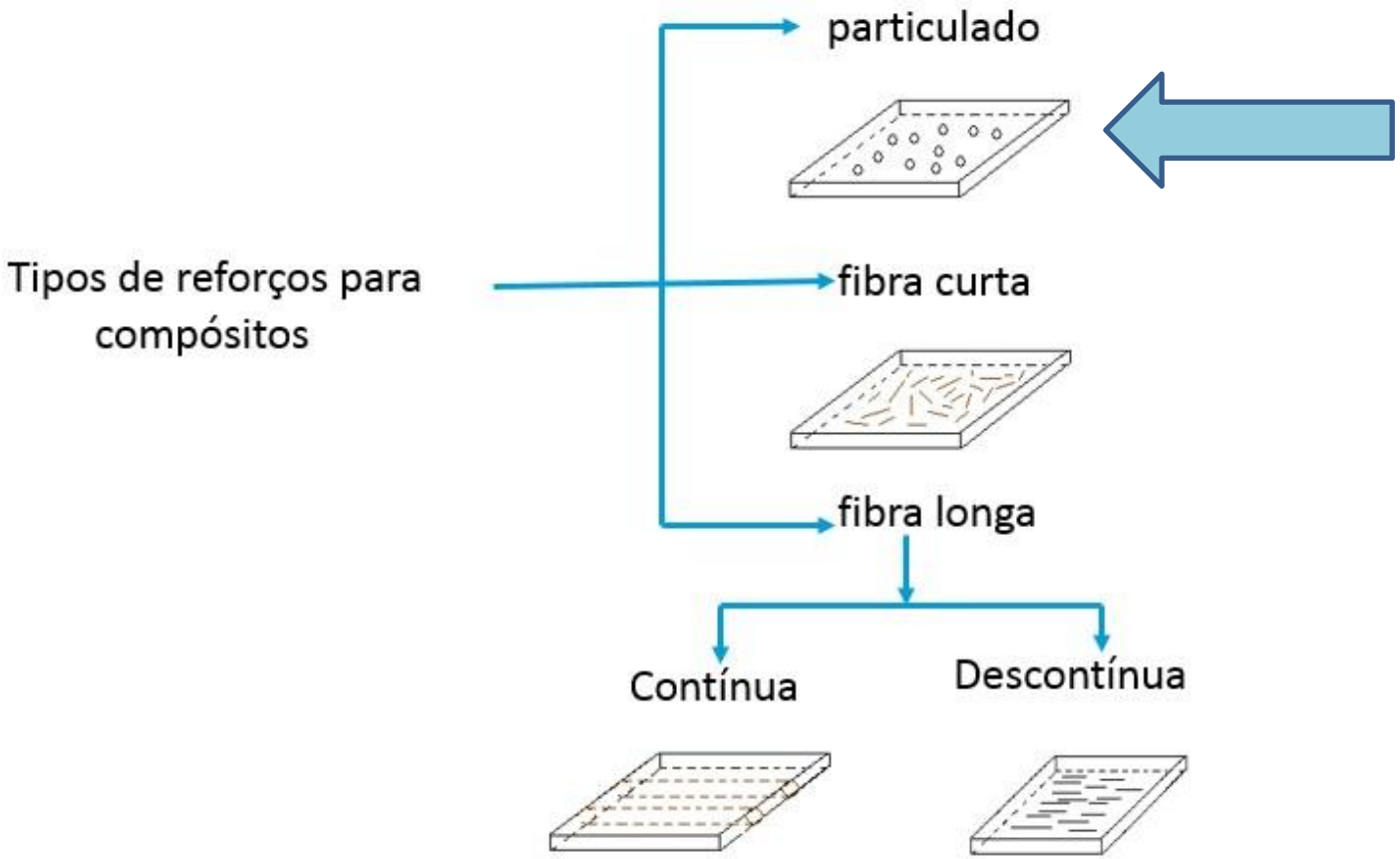
TALCO

DOLOMITA

CAULIM

COMPÓSITOS REFORÇADOS COM CARGAS MINERAIS

Nos compósitos a resistência é muito influenciada pela geometria e orientação do reforço.



COMPÓSITOS REFORÇADOS COM CARGAS MINERAIS

Os compósitos particulados podem ser esféricos, cúbicos, tetragonais ou de qualquer outra forma mas sempre equiaxiciais.

A vantagem das partículas nos compósitos é o aumento de rigidez.

Em geral, a fase particulada é mais dura e mais rígida que a matriz.

A matriz transfere parte da tensão aplicada às partículas que suportam uma fração da carga.

CARBONATO DE CÁLCIO

São adicionados à composição dos plásticos para melhorar suas propriedades físicas e as características de processabilidade.

Controlar a viscosidade e o coeficiente da expansão térmica do plástico na moldagem das placas, proporciona resistência ao polímero e reduz o custo do produto acabado

O carbonato de cálcio tornou-se o mineral mais utilizado como elemento de carga nas rotas processuais para as indústrias de papel e de plásticos.

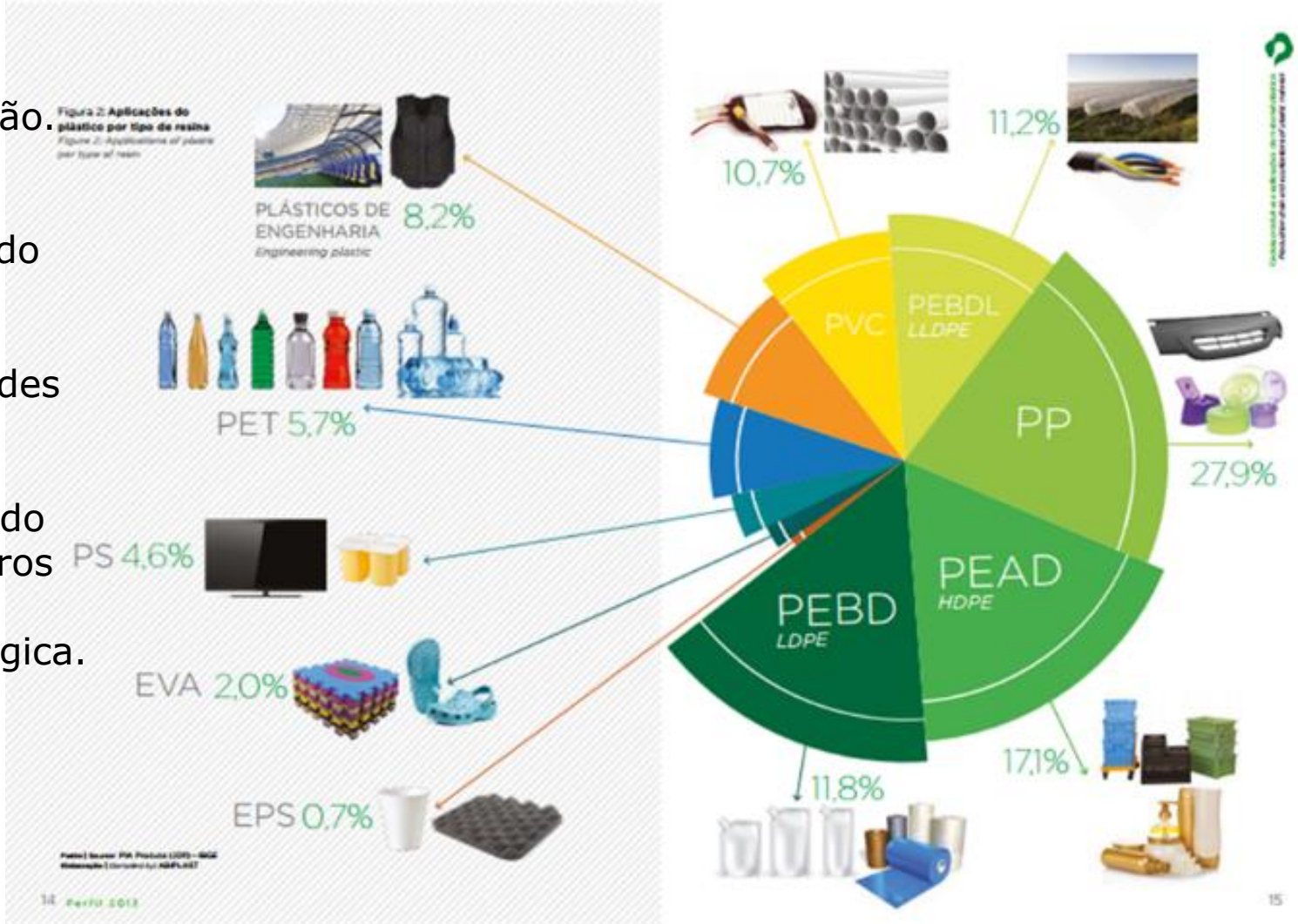
MATERIAIS

POLIPROPILENO

Polímero versátil tanto na injeção quanto na extrusão.

Um dos mais importantes devido ao seu processamento e ótimas propriedades mecânicas.

Baixo custo quando comparado a outros polímeros de aplicação tecnológica.



CARBONATO DE CÁLCIO USADO NESTE TRABALHO.

Barrafil CS-21 é uma dispersão de Carbonato de cálcio Precipitado	
Teor de sólidos	17,0 a 22,0%
Alcalinidade	< 0,009%
PSD97	3,2 a5,6 µm
PSD50	1,7 a 2,3 µm
PSD<1 µm	5 a 17 %
Cloro residual	5 a 16 ppm
Alvura (ISO)	96 a 98
pH	7,25 a 7,65
Morfologia calcítica	95 a 100 %

(O carbonato foi gentilmente cedido pela Imerys)

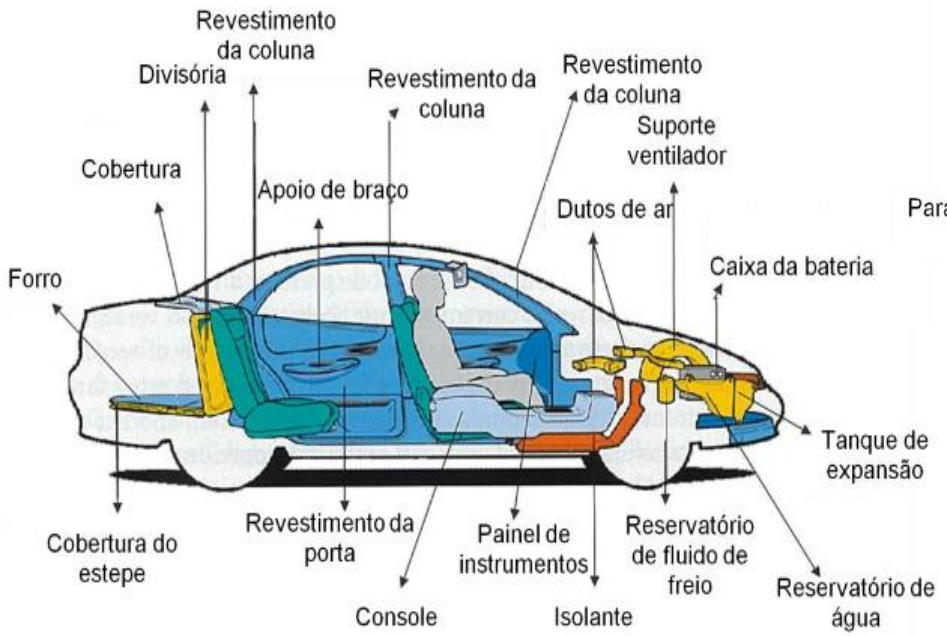
COMPATIBILIZANTE

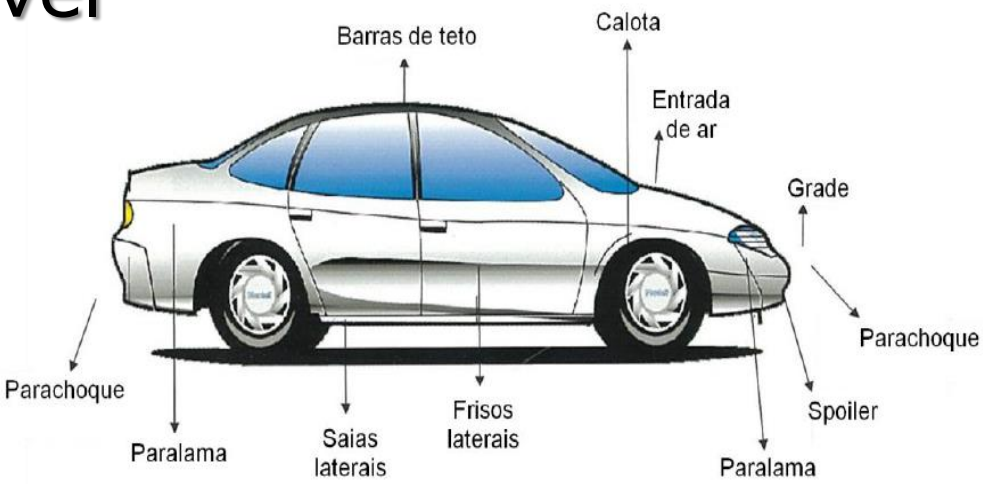
Marca: EPOLENE

O agente atua fortemente na compatibilização de matrizes termoplásticas e compósitos aumentando a interação interfacial.

APLICAÇÃO DOS COMPÓSITOS REFORÇADOS COM CARGA MINERAL NO SETOR AUTOMOTIVO

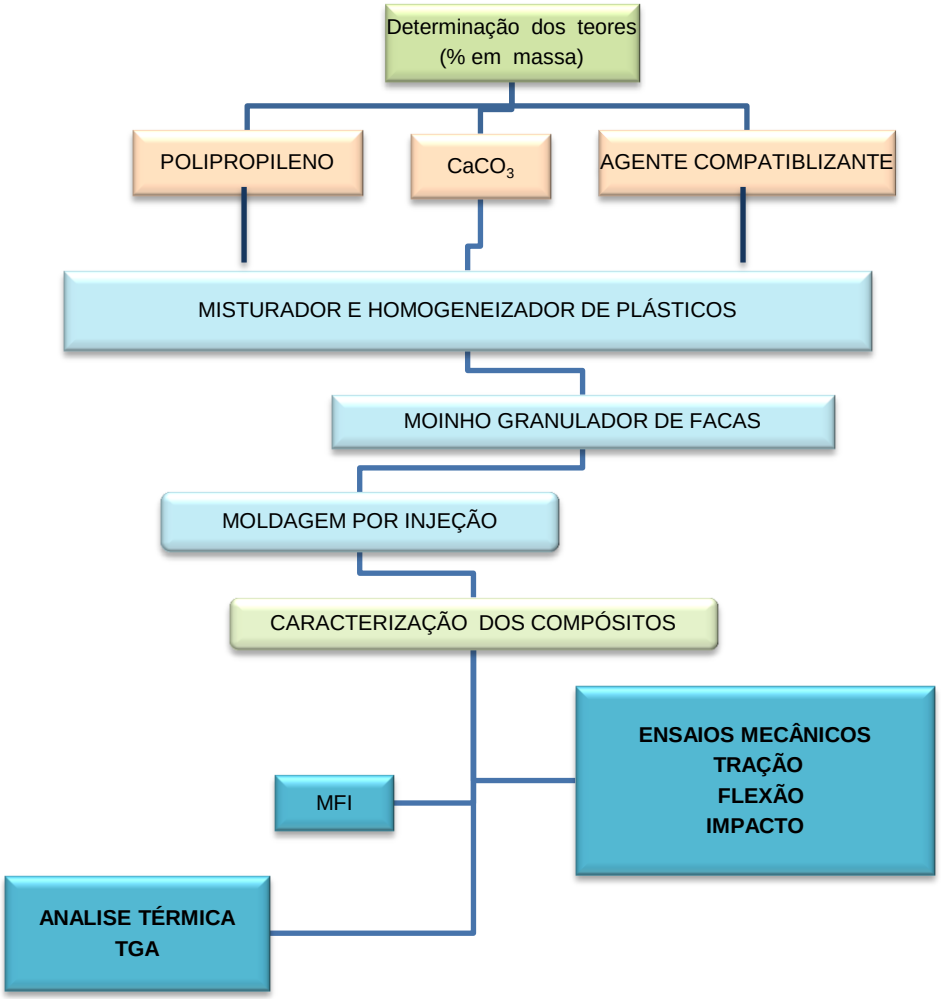
Aplicações no automóvel





MÉTODOS

FLUXOGRAMA ADOTADO NESTE TRABALHO



DETERMINAÇÃO DOS TEORES

Teor de $CaCO_3$ (%)	10	20	30
Teor de Compatibilizante(%)	0	5	10

AMOSTRAS	Polipropileno (PP) (%)	$CaCO_3$ (%)	Agente Compatibilizante (%)
PP. PURO	100	---	---
E1. 90PP/10C	90	10	-----
E2. 70PP/30C	70	30	---
E3. 80PP/10C/10A	80	10	10
E4. 60PP/30C/10A	60	30	10
E5. 75PP/20C/5A	75	20	5

PROCESSAMENTO DOS COMPÓSITOS

Polipropileno

Carbonato de Cálcio

Compatibilizante

Balança de precisão

Homogeneizador Termocinético

Compósito homogeneizado

PROCESSAMENTO DOS COMPÓSITOS

Compósito homogeneizado

Moinho granulador de facas

Amostras para análise térmica

Compósitos e o polipropileno puro, moídos.

PROCESSAMENTO DOS COMPÓSITOS

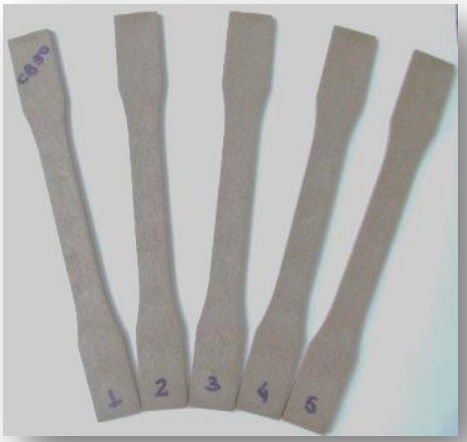
Moldagem por Injeção

Compósito moído
PP/CaCO3/A

E

PP Puro

Injetora



Corpos de prova para ensaios de Tração

Corpos de prova para ensaios de Flexão

ENSAIOS OU CARACTERIZAÇÕES

TRAÇÃO

Método:

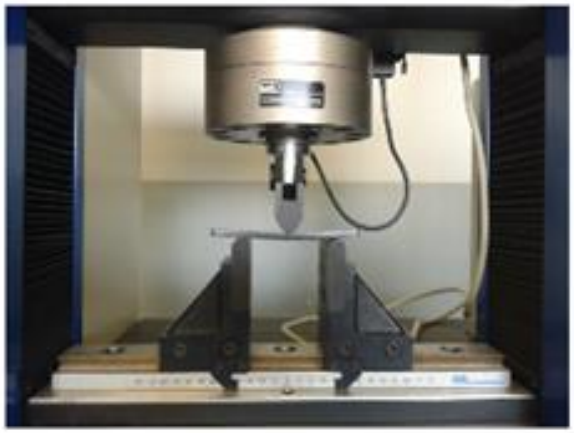
- ☒ Equipamento: Máquina de ensaios Mecânicos EMIC – 5 kN
- ☒ Velocidade: 5m.min^{-1}.
- ☒ Os resultados foram obtidos pela média de cinco cdps de cada experimento de acordo com a norma D 638 -03.
- ☒ Temperatura: 20ºC
- ☒ Foram analisadas as propriedades de:
  - Resistência à Tração
  - Elongação
  - Módulo de elasticidade
- ☒ Local do ensaio: UniFOA- Três Poços – Volta Redonda

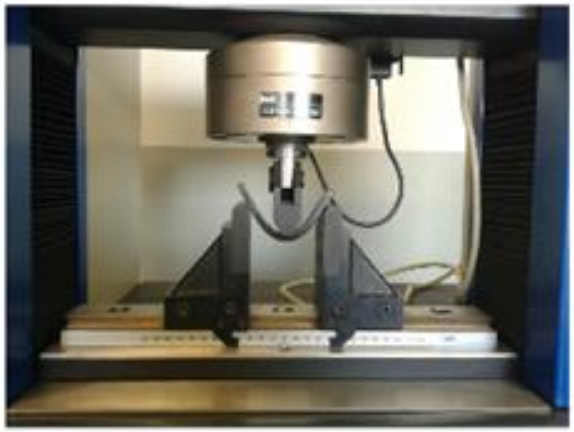
ENSAIOS OU CARACTERIZAÇÕES

FLEXÃO

Método:

- ☒ Equipamento: Marca EMIC
- ☒ Amostras do PP puro e compósitos.
- ☒ Foram analisados corpos de prova, conforme a norma ASTM D 790 – 03.
- ☒ Os resultados foram obtidos pela média de cinco cdps, por experimento;
- ☒ Foram avaliadas as Propriedades de:
  - Resistência à Flexão
  - Módulo de elasticidade
- ☒ Temperatura do ensaio = 20ºC;
- ☒ Local do ensaio: UniFOA - Três Poços- Volta Redonda





ENSAIOS OU CARACTERIZAÇÕES

IMPACTO

Método:

Equipamento:Máquina marca(*Wolfgang Ohst Rathenow*)com pêndulo de 4J;

- ☒ Foram avaliadas as amostras do PP puro e Compósitos
- ☒ Os resultados foram obtidos pela média de 5 cdps ensaiados (que foram aproveitados dos ensaios de flexão em conformidade com as medidas especificadas - norma ASTM D 6110-06.
- ☒ Temperatura = 24ºC;
- ☒ Local do ensaio: Universidade Federal Fluminense Uff-Volta Redonda.

ENSAIOS OU CARACTERIZAÇÕES

ÍNDICE DE FLUIDEZ

Método:

- Equipamento: Marca DSM, modelo MI-3
- Foram analisadas mostras do PP puro e Compósitos (15g)
- Os ensaios foram realizados de acordo com a norma ASTM D 1238: 20-13.
- Temperatura: 230ºC .
- Peso: 2,160 kg.
- Local do ensaio: Instiuto de Pesquisas Técnológicas do Estado de São Paulo (IPT)

ENSAIOS OU CARACTERIZAÇÕES

ANÁLISE TÉRMICA

Método:

- Equipamento: SII Nano Technology INC, série EXSTAR 6000, modelo TG/DTA 6200
- Amostras PP puro e dos compósitos (15g)
- O ensaio foi realizado de acordo com a norma ASTM E2550

Taxa de aquecimento: 10ºC / min

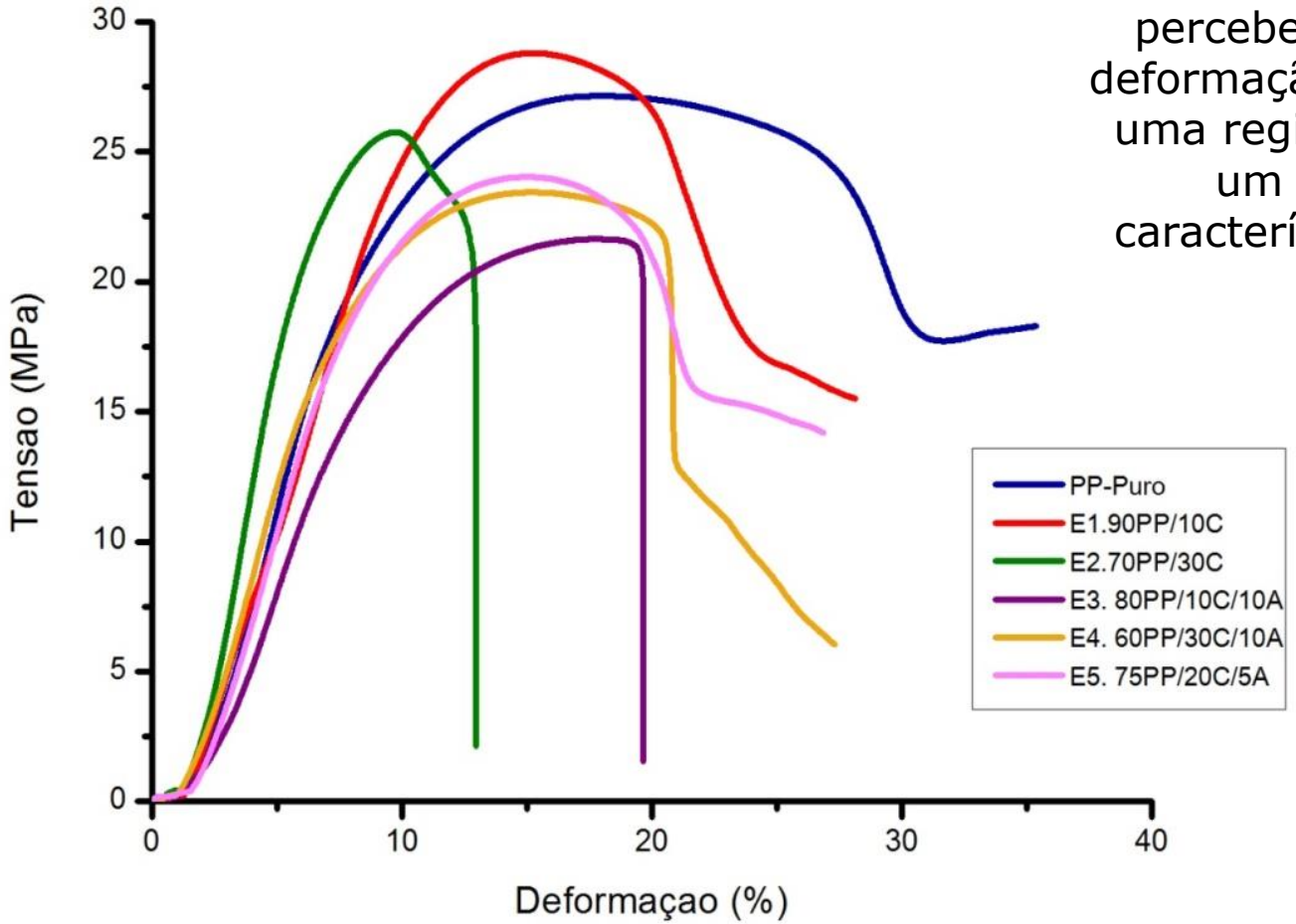
Faixa de Temperatura: 30ºC e 600ºC

- Local do ensaio: Universidade Estadual Paulista (UNESP)

RESULTADOS
E
DISCUSSÕES

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resistência à Tração



Através do gráfico é possível perceber inicialmente, uma deformação elástica seguida de uma região plástica, o que é um comportamento característico de um material plástico.

Com o acréscimo de carga houve uma redução da tenacidade dos compósitos, o que pode ser visualizado pela menor área sob a curva até a ruptura.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resistência à Tração

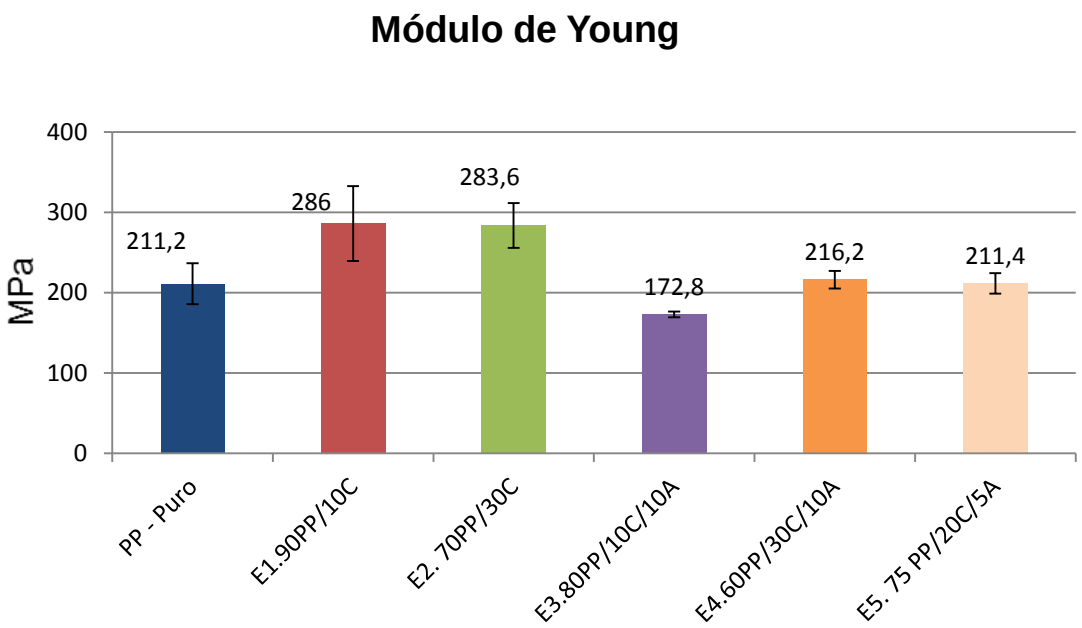
AMOSTRAS	Alongamento até Tensão máxima (%)	Limite de resistência à Tração (MPa)	Módulo de Elasticidade (Módulo de Young) (MPa)
PP – Puro	15,80 ± 0,45	26,20 ± 0,84	211,20 ± 25,53
E1.90PP/10C	18,60 ± 1,95	28,40 ± 0,55	286,00 ± 46,66
E2. 70PP/30C	17,20 ± 1,48	24,40 ± 2,51	283,60 ± 27,74
E3.80PP/10C/10A	12,20 ± 0,84	20,80 ± 2,17	172,80 ± 3,50
E4.60PP/30C/10A	13,60 ± 0,55	22,40 ± 0,89	216,20 ± 10,85
E5. 75 PP/20C/5A	14,80 ± 0,84	23,60 ± 0,89	211,40 ± 12,70

O compatibilizante não contribuiu para a melhoria da resistência a tração.

O módulo de elasticidade pode ser melhorado com a adição de 10% ou 30% de Carbonato de Cálcio, obtendo uma economia de até 30 % de resina.

Os compósitos E1.90PP/10C e E2. 70PP/30C apresentaram um aumento de cerca de 35% na rigidez quando comparados com o PP-Puro.

RESULTADOS E DISCUSSÕES



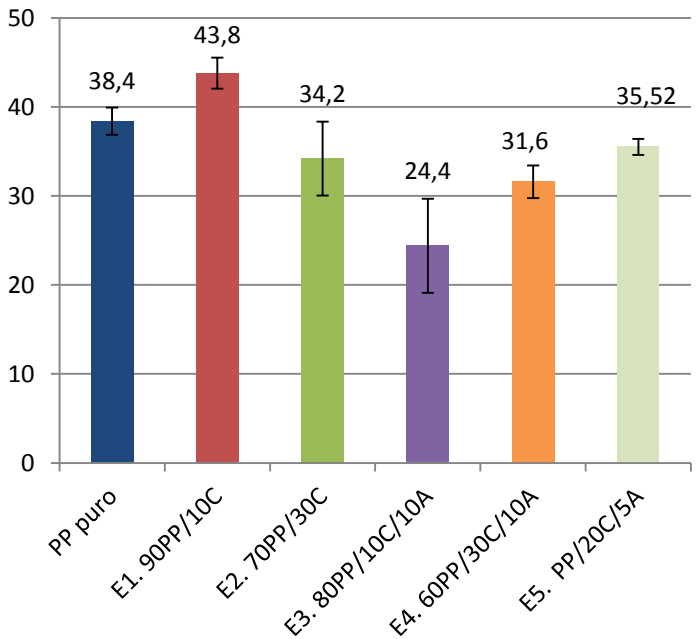
Os compósitos E1.90PP/10C e E2. 70PP/30C apresentaram um aumento de cerca de 35% na rigidez quando comparados com o PP-Puro.

A rigidez dos compósitos -foi aumentada ao se inserir maiores teores de $CaCO_3$.

Com o uso do compatibilizante, o compósito E3.80PP/10C/10A comparado com o E4.60PP/30C/10A concluiu-se que o aumento do teor $CaCO_3$ melhorou a propriedade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

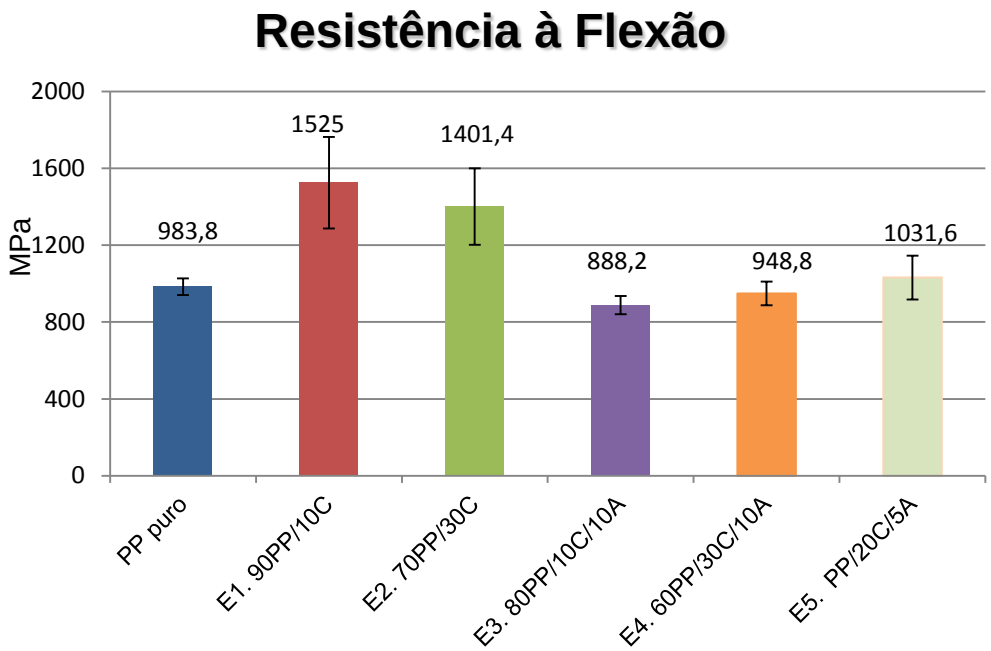
Resistência à Flexão



AMOSTRAS	Resistencia à Flexão (MPa)	Módulo de Elasticidade (MPa)
PP-Puro	38,40 ± 1,52	983,80 ± 43,56
E1.PP/10C	43,80 ± 1,76	1525,00 ± 238,66
E2. PP/30C	34,20 ± 4,16	1401,40 ± 199,10
E3.PP/10C/10A	24,40 ± 5,28	888,20 ± 47,84
E4.PP/30C/10A	31,60 ± 1,84	948,8 ± 61,82
E5.PP/20C/5A	35,52 ± 0,90	1031,60 ± 113,61

Entre o E1.PP/10C e o E2. PP/30C nota se que a adição de maiores teores de $CaCO_3$ na matriz de polipropileno sem compatibilizante a resistência a flexão diminui.

RESULTADOS E DISCUSSÕES



A adição de $CaCO_3$ sem compatibilizante melhora a propriedade.

No compósito E3.80PP/10C/10A em relação ao compósito E4.70PP/20C/10A evidencia que adição de $CaCO_3$ melhora a propriedade.

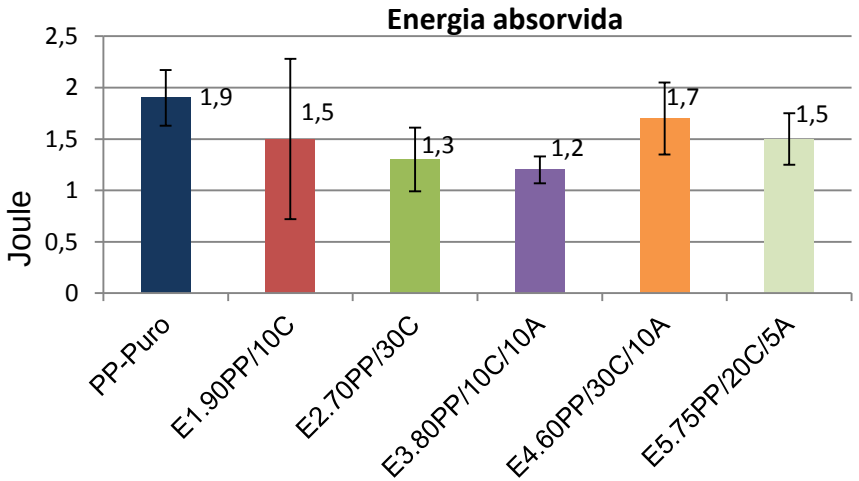
Nos compósitos E3. PP/10C/10A e E4.PP/30C/10A , que foram compatibilizados, pode-se notar um aumento na rigidez à medida em que se aumentaram os teores de $CaCO_3$

Na resistência a flexão o maior teor de $CaCO_3$ no compósito não compatibilizado diminui a propriedade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resistência ao impacto

Amostras	Energia absorvida (J)	Resistência ao impacto (kJ/m²)
PP- Puro	1,90 ± 0,27	25,39 ± 2,97
E1.90PP/10C	1,50 ± 0,78	20,12 ± 4,45
E2.70PP/30C	1,30 ± 0,31	15,17 ± 10,22
E3.80PP/10C/10A	1,20 ± 0,13	16,49 ± 1,65
E4.60PP/30C/10A	1,70 ± 0,35	22,26 ± 4,12
E5.75PP/20C/5A	1,50 ± 0,25	20,28 ± 4,45



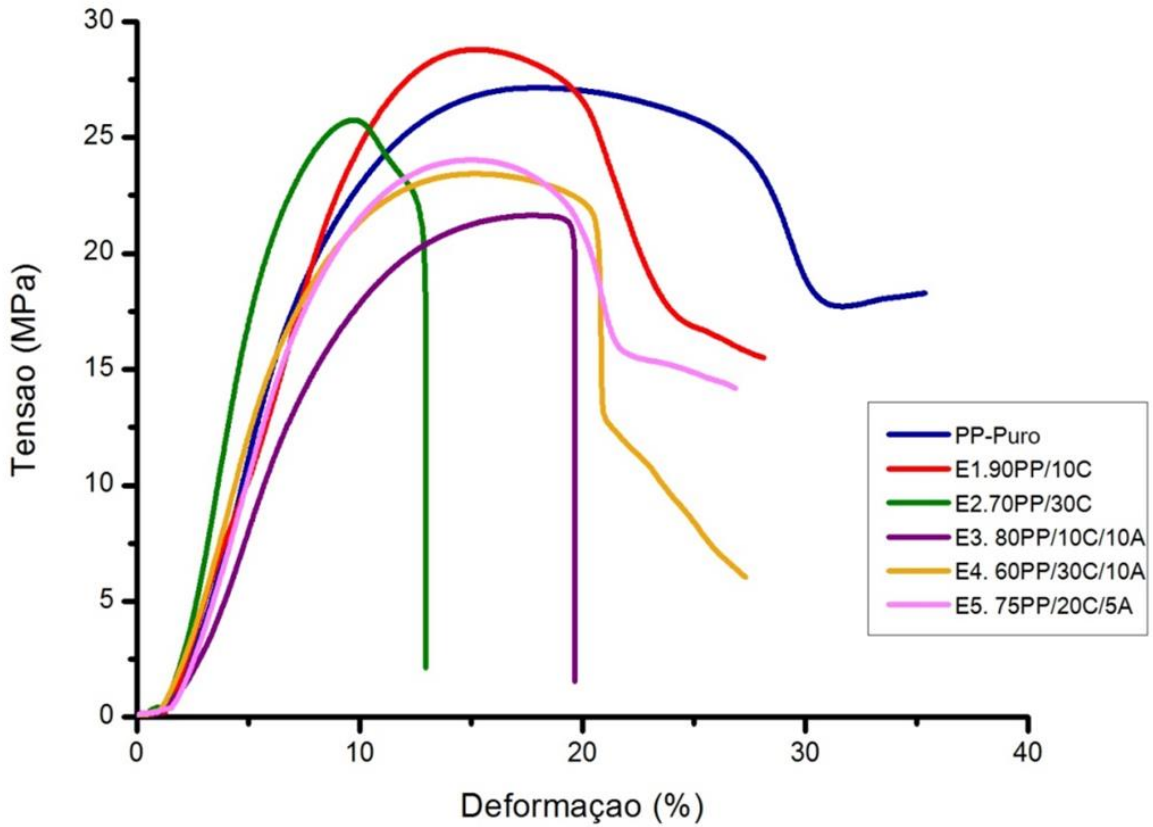
O compósito ficou mais rígido em concentrações maiores de $CaCO_3$ e absorvendo menos energia durante o impacto e fraturando de forma frágil.

Entre os compósitos E3. 80PP/10C/10A e E4.60PP/30C/10A o aumento de $CaCO_3$ ocorreu uma melhoria na absorção da energia.

Entre E3.80PP/10C/10A e E5.70PP/20C/5A com a diminuição do teor de compatibilizante, aumentou a a absorção de energia de impacto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resistência ao Impacto



A adição do reforço promoveu uma redução da ductilidade do material e consequentemente, acarretou a redução da resistência ao impacto

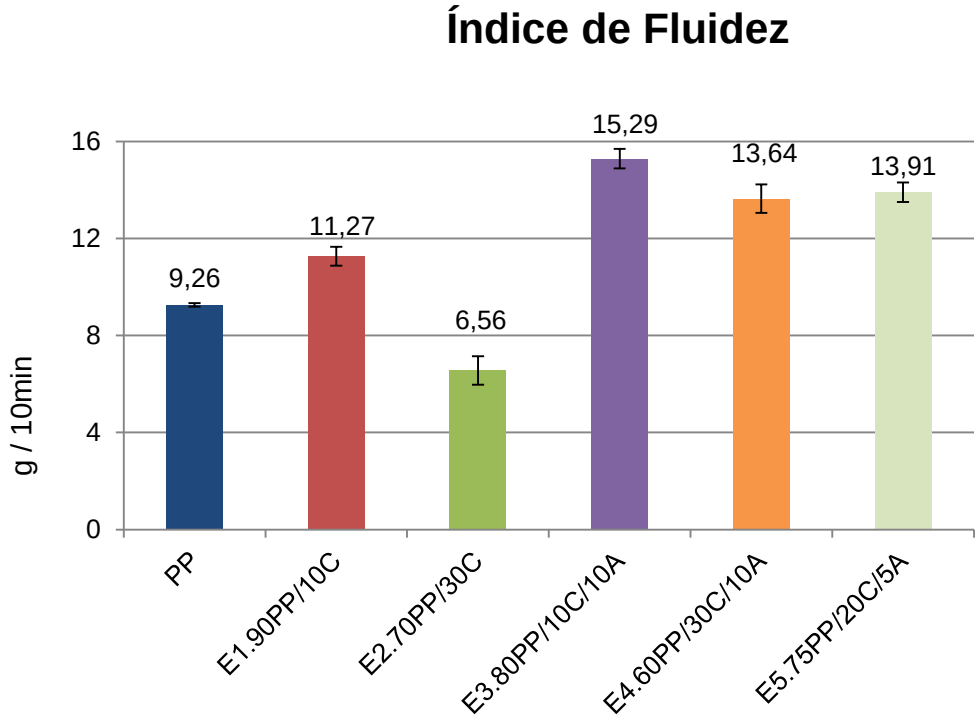
Pode se observar na área sobre a curva tensão deformação, que diz sobre a tenacidade do material.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Índice de Fluidez

Em compósitos compatibilizados, menores teores de de CaCO3 aumenta a fluidez.

PP PURO	9,26 ± 0,07
E1. 90PP/10C	11,27 ± 0,39
E2. 70PP/30C	6,56 ± 0,05
E3. 80PP/10C/10A	15,29 ± 0,16
E4.60PP/30C/10A	13,64 ± 0,59
E5. 75PP/20C/5A	13,91 ± 0,40



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Índice de Fluidez

Ficou evidenciado que se desejar reduzir o índice de fluidez é só aumentar o teor de carga não compatibilizado.

Lembrando que o índice de fluidez é um fator a se considerar pois é muito relativo por depender de sua aplicabilidade.

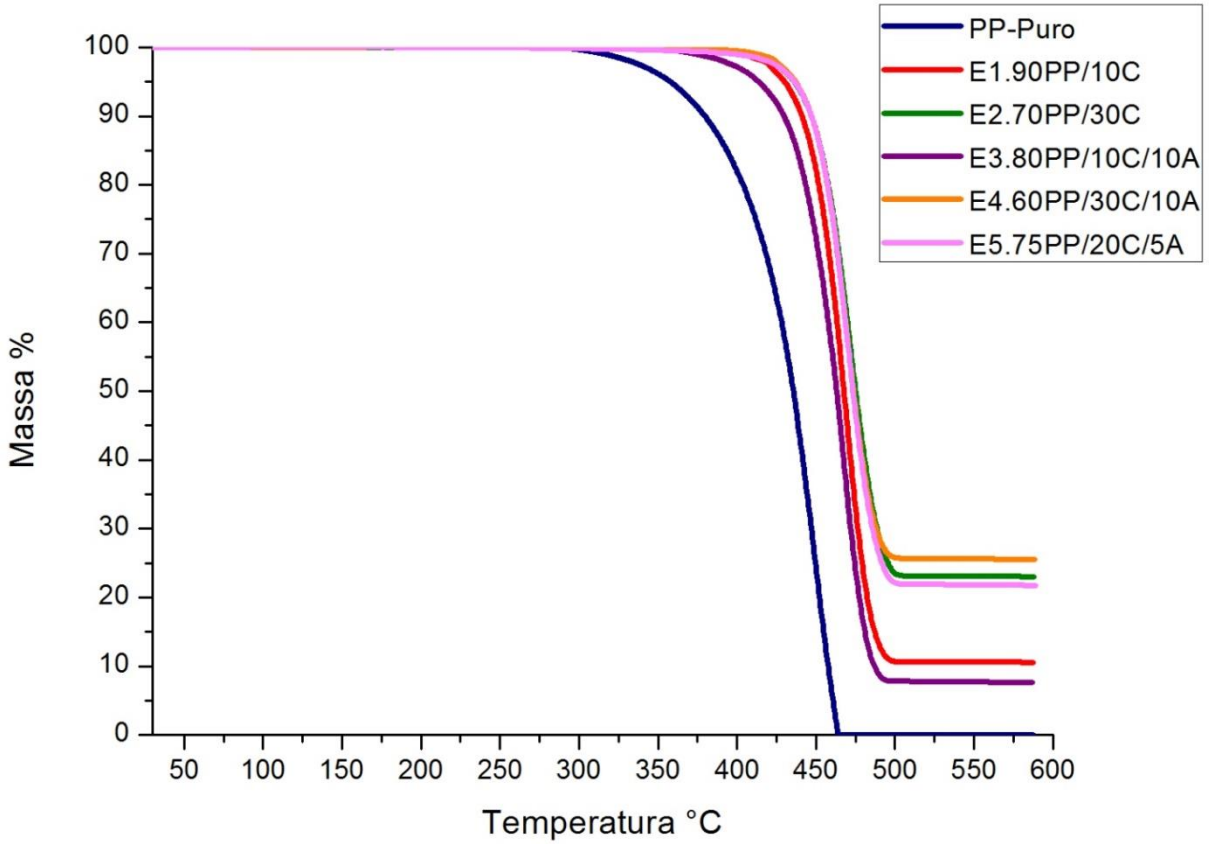
O compatibilizante contribui com a fluidez.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise Térmica

A termogravimetria foi utilizada para verificar a estabilidade térmica e degradação dos compósitos

Esta caracterização permitiu classificar as possíveis aplicações do material.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise Térmica

AMOSTRAS	Tonset °C	Tenset °C	Percentual em massa	Resíduo a 550 °C (%)	Teor nominal de $CaCO_3$ (% em massa)
PP. PURO	250,00	408,7	100,0	0	0
E1.90PP/10C	355,5	445,3	89,4	10,6	10
E2.70 PP/30C	349,7	448,4	76,9	23,1	30
E3.80PP/10C/10A	270,4	440,1	92,4	7,7	10
E4.60PP/30C/10A	336,1	447,8	74,5	25,6	30
E5.75PP/20C/5A	344	446,1	79,9	20,2	20

E1.90PP/10C e E2.70PP/30C de acordo com a $T_{inicial}$ houve um aumento de degradação que foi confirmado pela temperatura de T_{Onset}.

E3.80PP/10C/10A houve um aumento do resíduo de queima que foi proporcional a quantidade de carbonato acrescido.

E1.90PP/10C e E5.75PP/20C/5A O compatibilizante diminui a temperatura de início de degradação.

CONCLUSÕES

Com a análise dos resultados obtidos neste trabalho, foi possível avaliar o efeito da adição de carga mineral sobre algumas propriedades e sua possível aplicação na indústria automobilística.

CONCLUSÕES

Com a adição de $CaCO_3$ no PP obteve-se um material com até 30% menos polímero e com propriedades mecânicas viáveis para determinadas aplicações do PP, em que o custo e a resistência térmica são mais importantes que a resistência ao impacto.

CONCLUSÕES

A partir das análises para a determinação do índice de fluidez, foi observado que o uso do agente compatibilizante e também a inserção de 10% de $CaCO_3$ provocou uma melhoria considerável no IF do PP, tornando-se assim, sua viabilidade.

CONCLUSÕES

Tração

O aumento da rigidez de cerca de 35% dos compósitos através do carbonato de cálcio foi evidenciado pelo elevado módulo de elasticidade dos ensaios de resistência a tração., acarretando no aumento da fragilidade dos compósitos. O agente compatibilizante não apresentou influência na melhoria da propriedade.

CONCLUSÕES

Flexão

A adição de maiores teores percentuais em massa do que 10% de $CaCO_3$ na matriz de polipropileno não compatibilizado ocasionou a redução da resistência à flexão, O Módulo de Elasticidade foi melhorado sem a adição de compatibilizante. O agente compatibilizante não apresentou influência na melhoria da propriedade.

CONCLUSÕES

Resistência ao impacto

O aumento do teor de $CaCO_3$ dos compósitos acima de 10% em massa, influenciou na diminuição dos valores da energia absorvida ao impacto no compósitos. A adição de carga mineral reduziu a tenacidade dos compósitos comparados ao polipropileno puro.

.

CONCLUSÕES

Fluidez

O agente compatibilizante melhorou a fluidez em todos os compósitos compatibilizados, em suas respectivas proporções comparado ao PP puro. O carbonato de cálcio com 10% em massa ocasionou uma melhora na fluidez sem o uso do agente compatibilizante. O índice de fluidez diminuiu com o aumento da concentração de carbonato de cálcio.

.

CONCLUSÕES

Análise Térmica (TGA)

O $CaCO_3$ aumentou a temperatura de degradação térmica proporcionalmente a quantidade acrescida. Entretanto, não houve alterações significativas na temperatura de T_{Onset} observada na função do polímero quando testada em TGA. A quantidade de resíduo variou proporcionalmente ao $CaCO_3$ acrescida ao compósito. Comparado com o acréscimo do agente compatibilizante houve uma redução na temperatura de início de degradação.

.

CONCLUSÕES

Como exemplos de aplicações em peças internas em automóveis, podem-se citar aqueles utilizados nos revestimentos de para sóis, bancos, revestimento do teto, revestimento do porta-malas entre outros e que não demande um percentual acentuado quanto a sua resistência.

TRABALHOS FUTUROS

- ✓ Análise via Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) das fraturas provenientes dos ensaios de tração
- ✓ Estudo da viabilidade econômica.
- ✓ Compósitos (Carbonato de cálcio e polipropileno) obtidos através de Planejamento fatorial.
- ✓ Tratamento estatístico
- ✓ Estudo da reciclagem de $CaCO_3$ oriundo do resíduo da queima na degradação da matriz, no TGA.

Referencias Bibliograficas

- ABIPLAST, **Indústria brasileira de transformação de material plástico**. Perfil 2015. 2016. Disponível em <http://file.abiplast.org.br/download/2016/perfil_2015.pdf>. Acesso em: 10 Jan 2017.
- ANDRADE, L. S**. Preparação e caracterização de compósitos poliméricos reforçados com fibras da casca de noz macadâmia**. 2015. 65 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais) – Fundação Oswaldo Aranha, Centro Universitário de Volta Redonda -UniFOA, Volta Redonda-RJ.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 638:** Standard test method for tensile properties of plastics. United States, 2014.
- _____. **ASTM D 790:** Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials. United States, 2015.´
- _____. **ASTM D 1238:** Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplasticsby Extrusion Plastometer. United States, 2013.
- _____. **ASTM D6110:** Standard Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics. United States, 2010.
- _____. **ASTM E2550:** Standard Test Method for Thermal Stability by Thermogravimetry**.** United States, 2011.
- BONFIM, I. P., **Câmara brasileira da indústria da construção**. Valor econômico 2012. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/industria-busca-novos-materiais>. Acesso em: 12 jun 2016.
- BRANDÃO, A. T. **Desenvolvimento e caracterização de compósitos de polipropileno reforçados com fibras do bagaço de cana-de-açúcar.** 2015. 58 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais) – Fundação Oswaldo Aranha do Campus Três Poços, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda.

Referencias Bibliograficas

- CALLISTER, W. D. JR.; SOARES, S. M. S.; MIRANDA, P. E. V. **Ciência e Engenharia de Materiais:** Uma introdução. Rio de janeiro: LTC. 2006. 589 p.
- CANEVAROLO Jr., S. V. **Ciência dos Polímeros**. 3. ed. São Paulo: Artliber Editora, 2010, 280 p.
- _____. **Técnica de Caracterização de Polímeros.** São Paulo: Artliber Editora, 2007.
- CARVALHO, E. A., ALMEIDA, S. L. M. **Caulim e carbonato de cálcio: competição na indústria de papel**. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1997. n. 41. (Série Estudos e Documentos).
- COSTA, H. M. da et al. Análise térmica e propriedades mecânicas de resíduos de polietileno de alta densidade (PEAD). **Polímeros**, São Carlos , v. 26, n. spe, p. 75-81, 2016.Availablefrom http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104 14282016000700012&lng=en&nrm=iso>. access on 26 Mar. 2017. Epub Jan 19, 2016.
- CHONG, T. H., SHEIKHOLESLAMI, R. Thermodynamics and kinetics for mixed calcium carbonate and calcium sulfate precipitation. **Chemical Engineering Science**, v. 56, n. 18, p. 5391-5400, 2001.
- DALPIAZ, Giovani. **Estudo do efeito de cargas minerais em compósitos poliméricos particulados em matriz de polipropileno**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Minas, Metalúrgica e de Materiais. 2006.
- DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro** – 2015. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2015> Acessado em: 08 jan. 2017.
- GARAY, C. A. **Efeito da adição de carbonato de cálcio em compósitos poliméricos moldados por RTM e RTM-Ligth.** Dissertação de Mestrado Programa de pós graduação em Engenharia Minas, Metalúrgica e de Materiais. Porto Alegre. 2010.

Referencias Bibliograficas

- HEMAIS, C. A. **Polímeros e a indústria automobilística**. Polímeros, São Carlos, v. 13, n. 2, p. 107-114, Jun. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010414282003000200008&lng=en&nrm=iso>. Acesso: 25 jun. 2015.
- HENRIQUES, L. **Estudo das propriedades físicas e mecânicas de compósito de polipropileno de alta cristalinidade reforçado com talco para aplicações automotivas em ambientes de alta temperatura "*under the hood*"**. 2015, 89p Dissertação de mestrado. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – São Paulo.
- LEVY, L. C.; PARDINI, F. **Compósitos Estruturais:** Ciência e Tecnologia. 1 ed. São Paulo: Edgar Blucher Editora, 2006.
- LIMA, A. B.T. **Aplicações de cargas minerais em polímeros**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. doi:10.11606/D.3.2007.tde-27062007-185421. Acesso em: 10 abr. 2016.
- LUZ, A. B.; LINS, F**. Rochas e Minerais Industriais.** *1. ed.* CETEM.2009.
- MANO, E. B.; MENDES, L. C. **Introdução a Polímeros**. Rio de Janeiro: Editora Edgard Blücher Ltda, 2012.
- MARINUCCI, G. **Materiais compósitos poliméricos:** Fundamentos e tecnologia, 1ed. São Paulo, Editora Artliber, 2011.
- MARKZUK, V. C., **Reaproveitamento de pallets industriais para preparação e caracterização mecânica de compósitos poliméricos**. 2015. 67f. Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais) – Fundação Oswaldo Aranha – Campus Três Poços, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda.
- MARTINS, F.R. Caracterização do fresamento de chapas de compósito **polímero reforçado com fibras de carbono (PRFC)**. 2014. 161 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000931949>. Acesso em: 2 abr. 2017.

Referências Bibliográficas

- MARTINS, F.R. Caracterização do fresamento de chapas de compósito **polímero reforçado com fibras de carbono (PRFC)**. 2014. 161 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000931949>. Acesso em: 2 abr. 2017.
- MOORE, E.P. **Polypropylene Handbook:** Polymerization, Characterization, Properties, Processing, 1st edition, Hanser Gardner Publications, NY.1996.
- MULINARI, D. R. **Comportamento térmico, mecânico e morfológico dos compósitos de polietileno de alta densidade reforçados com fibras de celulose do bagaço de cana de açúcar.** 2009, 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, SP.
- OLIVEIRA, F.V. **Processamento de carbonato de cálcio para aplicação nas indústrias de papel e de plástico**. 63p. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas (Dissertação de Mestrado).Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.
- OLIVEIRA, H. N. **Desenvolvimento de compósitos poliméricos para aplicação em deck**. 2013. 60f. Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais) – Fundação Oswaldo Aranha do Campus Três Poços, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda.
- OLIVEIRA, J. L. **Processamento e caracterização de compositos de polipropileno reforçados com fibras da palmeira real australiana**. 2015. 62f. Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais) – Fundação Oswaldo Aranha, Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA, Volta Redonda-RJ.
- OTA, W. N. Análise de compósitos de polipropileno e fibras de vidro utilizados **pela indústria automotiva nacional**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2004. Disponível em: <http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/058.pdf>. Acesso em: 10 abril 2016.
- PAOLI, M A. **Degradação e estabilização de polímeros**. São Paulo: Artliber, 2009.
- PASQUINI, N.; ADDEO, A. **Polypropylene Handbook**: Hanser, 2005.

Referencias Bibliograficas

- PEREIRA, G. B. **Caracterização de compósitos HIPS/fibra da casca do coco verde tratada e confecção de manual interativo para aplicação na indústria automobilística.** 2016. 50f. Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais) - Fundação Oswaldo Aranha do Campus Três Poços, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda.
- ROCHA, M. C. G; COUTINHO. F. M. B.; BALKE. S. Índice de fluidez: uma variável de controle de processos de degradação controlada de polipropileno por extrusão reativa. **Polímeros.** 1994.
- RODA, Daniel Tietz. **Tudo sobre Plásticos**. 2013. Disponível em: <http://www.tudosobreplasticos.com/compostos/compostos.asp>. Acesso em: 12 abr. 2015.
- SATO, A. K. **Desenvolvimento e caracterização de um compósito híbrido de polipropileno homopolímero e micro fibra de sílica amorfa e fibra de madeira, utilizando agente de acoplagem.** Campinas, SP: [s.n.], 2008. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química.
- SHARMA, A. M. **Mechanical behavior, water absorption and morphology of wheat straw, talc, mica and wollastonite filled polypropylene composites.** 2012. 155 p. (Dissertação de mestrado), University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada.
- SILVA, E. F., **Processamento e caracterização de compósitos de polietileno de alta densidade reforçados com biomassa de casca e torta de pinhão manso.** 2016. 57f. Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais) – Fundação Oswaldo Aranha – Campus Três Poços, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda.
- SILVEIRA, L. H. **Desenvolvimento de processo de incorporação de fibra de vidro orientada em matriz de polipropileno e obtenção de pellets com fibras longas.** 2008, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

Referencias Bibliograficas

- WIEBECK, H; HARADA, J. **Plásticos de Engenharia:** Tecnologia e Aplicações. São Paulo: Artliber, 2012, 350 p.
- WYPYCH, G. Handbook of fillers. 4. Ed. Toronto: ChemTec Publishing. 2016. 938p.
- XIANG, L., XIANG, Y., WANG, Z. G., JIN, Y. Influence of chemical additives on the formation of super-fine calcium carbonate. **Power Technology**, v. 126, n. 2, p. 129-133, July 2002.

OBRIGAD0 PELA ATENÇÃO!!!