

ÁREA TEMÁTICA: Gestão Ambiental

## REINTEGRAÇÃO DE RESÍDUO TERMOPLÁSTICO DO SETOR AUTOMOTIVO NO DESEMPENHO MECÂNICO DE COMPOSTOS PARA PARA-CHOQUE

*Cecília Pelisoli Gafforelli (cilapg@hotmail.com), Ruth Marlene Campomanes Santana (ruth.santana@ufrgs.br)*

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)*

### RESUMO

A indústria automobilística tem sido constantemente desafiada a melhorar sua eficiência produtiva. Atitudes como a redução do desperdício e adoção de políticas sustentáveis de crescimento passaram a despertar interesse dos gestores. Seguindo então o princípio da economia circular é atualmente de interesse da indústria, a incorporação de resíduos gerados à matéria prima da fabricação de novos componentes dos veículos, agregando assim valor ambiental e monetário. Nesse sentido, o presente estudo tem por objetivo avaliar a viabilidade da reintegração do resíduo de polipropileno (PP) gerado na indústria automotiva ao ciclo produtivo como componente da matéria-prima utilizada na injeção de para-choques (polipropileno com monômero de etileno-propileno-dieno (PP/EPDM)). Foi realizada a injeção de corpos de prova de compostos de PP/EPDM/carga com quatro diferentes teores de material reciclado (0, 10, 20 e 30%) em suas composições, para análises de propriedades térmicas e mecânicas. Os resultados dos ensaios mecânicos demonstraram desempenho satisfatório com a adição do PP reciclado em todos os teores. O material se tornou mais tenaz, com maior capacidade de absorção de energia ao impacto e, portanto, menos rígido. Através do ensaio de temperatura de deflexão térmica (HDT) foi possível verificar que 30% de teor de PP reciclado tornou o material mais suscetível à temperatura, quando submetido a esforço mecânico restringindo à sua aplicação como para-choque. Assim sendo, sob análise de desempenho *versus* sustentabilidade, limitar a incorporação de teores entre 10% e 20% de material reciclado parece ser o mais indicado.

**Palavras-chave:** Para-choque; PP/EPDM; Reciclagem primária.

## REINTEGRATION OF THERMOPLASTIC WASTE FROM THE AUTOMOTIVE SECTOR IN THE MECHANICAL PERFORMANCE OF COMPOUNDS FOR CAR BUMPERS

### ABSTRACT

The auto industry was challenged to improve its production efficiency. Attitudes such as reducing waste and adopting sustainable growth policies in the scenario of interest to managers. Following, then, the circular economy principle is currently the interest of the industry, an incorporation of waste generated in the raw material of the manufacture of new vehicle components, adding environmental and monetary value. In this sense, the present study aims to evaluate the feasibility of reintegrating the polypropylene (PP) waste, applied in the automotive industry and in the production cycle of raw material components used in the injection of bumpers (polypropylene with ethylene monomer) - propylene-diene (PP/EPDM)). It was performed the injection of PP/EPDM/load compounds with four different contents of recycled material (0, 10, 20 and 30%) in their compositions, for analysis of thermal and mechanical properties. The results of the mechanical tests demonstrated satisfactory performance with the addition of the recycled PP in all contents. The material became more tenacious, with greater capacity for absorbing energy on impact and therefore less rigid. Through the thermal deflection temperature test (HDT) it was possible to verify that 30% of recycled PP content made the material more susceptible to temperature, when subjected to mechanical stress restricting its application as a bumper. Therefore, under analysis of performance versus

sustainability, limiting the incorporation of contents between 10% and 20% of recycled material seems to be the most suitable.

**Keywords:** Bumper; PP/EPDM; Primary recycling.

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria automobilística é desafiada a sofrer constantes evoluções tecnológicas para melhorar sua eficiência produtiva, manter seu alto padrão de qualidade e produzir cada vez mais com investimentos financeiros que garantam sua competitividade no mercado. Com isso, oportunidades surgem para que estudos sejam desenvolvidos e explorem possíveis soluções criativas e inovadoras para identificar, reduzir e eliminar pontos de desperdício, e acelerar os processos produtivos.

O crescimento no número de veículos produzidos tem participação considerável no consumo de recursos energéticos, emissões e descartes de resíduos. No Brasil, de acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), 2,880 milhões de automóveis foram produzidos no ano de 2018, e estima-se que em 2019 esse número chegue a 2,940 milhões (REVISTA VEJA, 2019).

O setor automotivo foi responsável pelo consumo de 7,2% de transformados plásticos em 2016, perdendo apenas para os setores de alimentação e construção civil. Neste mesmo ano, o Brasil produziu 6,4 milhões de toneladas de resinas termoplásticas e 6,0 milhões de toneladas de transformados plásticos, mas teve apenas 550 mil toneladas de plástico pós-consumo recicladas (ABIPLAST, 2017 e ABIPLAST, 2018). Em 2030, estima-se que o percentual de materiais plásticos nos automóveis será de 25 a 30% (FOLHA DE SÃO PAULO, 2013).

Dentre outros motivos, o uso expressivo de polímeros na fabricação de veículos se deve à massa das peças ser muito menor do que as similares em outros materiais, o que possibilita maior economia de combustível (ORTH et al, 2014).

Desde 2010 está em vigência a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pelo Ministério do Meio Ambiente, que prevê aos geradores de resíduos a responsabilidade de prevenir, reduzir, reciclar, reutilizar e destinar corretamente seus rejeitos. Tal política também cobra protagonismo ambiental da sociedade, e principalmente das indústrias, para que a produtividade acompanhe limites sustentáveis de crescimento (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019).

Outro incentivo criado pelo governo que estimula a indústria automobilística é o Programa Rota 2030, que foi aprovado no final de 2018, em substituição ao Programa Inovar-Auto. O novo programa busca incentivar que as empresas cumpram metas de eficiência energética, segurança e financiamento à pesquisa, desenvolvimento e engenharia. O benefício retornará em deduções do imposto de renda relativas ao valor investido pela empresa (no caso de P&D) e reduções na alíquota do imposto sobre produto industrializado (IPI), no caso das metas de eficiência e segurança atingidas (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, INDÚSTRIA, COMERCIO EXTERIOR E SERVIÇOS, 2019). A associação dos dois programas pode fazer com que a indústria busque em seus próprios processos soluções para reaproveitar recursos e resíduos para aprimorar propriedades e baixar custos de peças para a montagem dos veículos.

Seguindo o princípio da economia circular, a ideia é manter os recursos investidos pelo maior tempo possível dentro do ciclo produtivo, para extrair o valor máximo deles durante o uso, e recuperar materiais e produtos no final de cada vida útil.

Utilizar um resíduo gerado pela própria indústria como parte da matéria prima para fabricar um componente novo que será utilizado no ciclo de montagem de veículos, gera economia de recursos em matéria prima virgem, agrega valor ambiental e monetário e enobrece um material que seria descartado e revendido por valores irrisórios.

Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a possibilidade de reintegração de resíduo de polipropileno, gerado pela indústria automotiva, ao ciclo produtivo de veículos, através de seu uso na matéria prima utilizada no processo de injeção de para-choques.

## 2. OBJETIVO

Avaliar a possibilidade de reintegração de resíduo de polipropileno, gerado pela indústria automotiva, ao ciclo produtivo de veículos, através de seu uso na matéria prima utilizada no processo de injeção de para-choques.

## 3. METODOLOGIA

Os materiais utilizados foram:

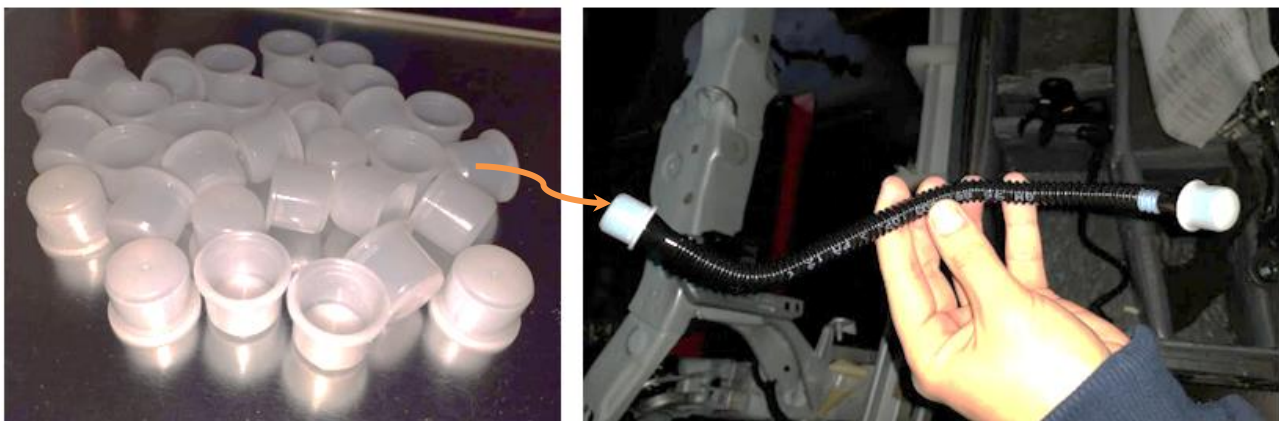
- Composto de polipropileno/EPDM com 12% de talco comercializado pela empresa CPE, sob o nome INSPIRE\*TF1806 Z CZ206\*M. Esse material é o utilizado como matéria prima para injeção de para-choques e serviu como base para as formulações, (figura 1).

**Figura 1.** Pellets de composto usado como matéria prima para injeção de para-choques.



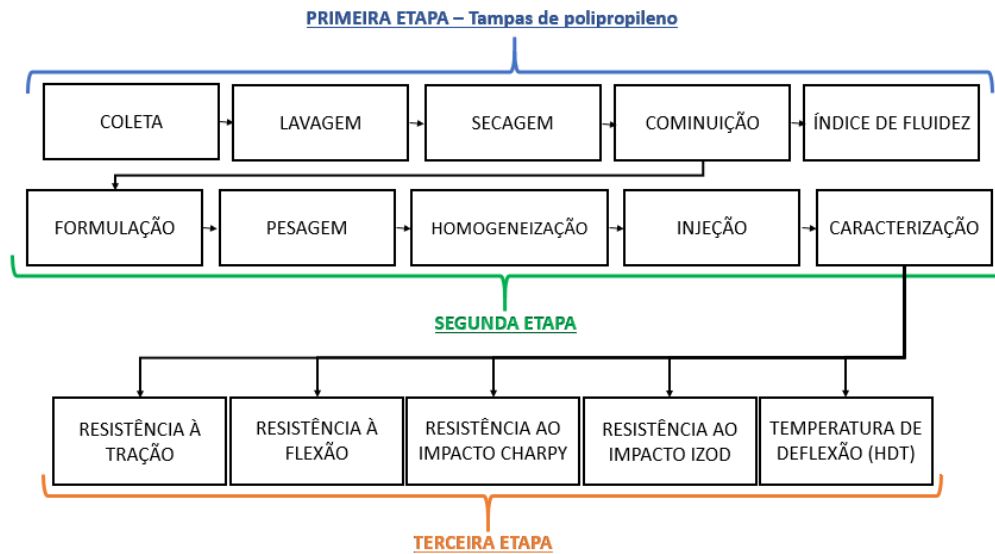
- Tampas de polipropileno descartadas de componentes internos que são usados durante a montagem de veículos em uma montadora localizada na região da grande Porto Alegre, figura 2.

**Figura 2.** Tampas de polipropileno (à esquerda) oriundas de peça automotiva (à direita).



A metodologia foi constituída por três etapas, como mostra o esquema na figura 3. Na primeira delas, foi feita a coleta das tampas, lavagem, secagem e cominuição. Na segunda etapa foram criadas as formulações, para injeção dos corpos de prova, e na terceira etapa, os corpos de prova, de 7 a 10 peças, foram submetidos aos ensaios de caracterização mecânica e termomecânica.

**Figura 3.** Esquema ilustrativo das etapas realizadas neste trabalho.



### 3.1 Formulação dos corpos de prova

As formulações foram feitas utilizando quatro diferentes porcentagens de resíduo de polipropileno (PPr) oriundo das tampas descartadas, como mostra a tabela 1. A porcentagem máxima utilizada de material reciclado foi de 30%, pois, de acordo com Fernandes (2007), teores maiores do que esse não apresentaram resultados adequados de propriedades mecânicas que permitiam sua utilização em para-choques.

**Tabela 1.** Formulações das amostras em porcentagens mássicas.

AMOSTRA	PP/EPDM/talco (%)	PPr (%)
A	100	0
B	90	10
C	80	20
D	70	30

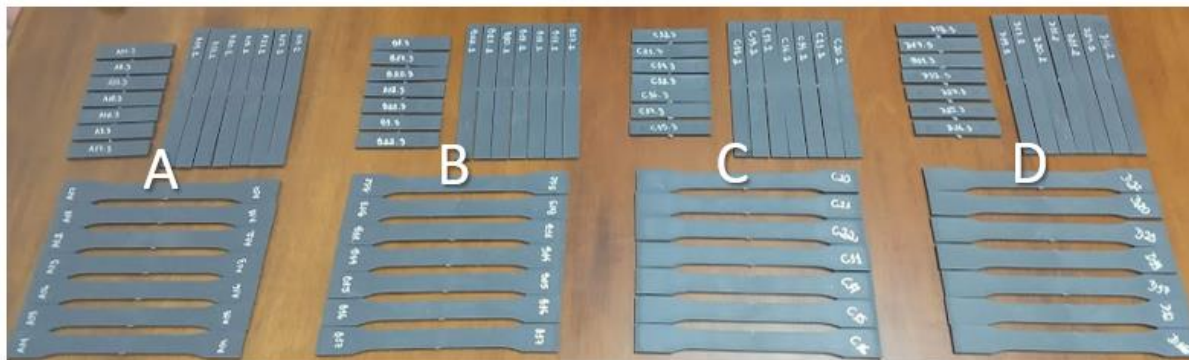
### 3.2

#### 3.3 Injeção dos corpos de prova

Os corpos de prova foram injetados no Núcleo de Sustentabilidade da UFRGS, em uma injetora BONMAQ, modelo APTA 80. Os parâmetros do processo de injeção utilizados foram os mesmos para todos os corpos de prova, onde temperatura do molde foi de 20°C, com temperaturas de zonas de aquecimento de 150°C/150°C/170°C/180°C, pressão de injeção de 30 bar, pressão de recalque de 15 bar e tempo de resfriamento de 15 segundos.

Na figura 4 são mostrados os corpos de prova para ensaios mecânicos dos grupos de amostras A, B, C e D moldados por injeção.

**Figura 4.** Da esquerda para direita estão os grupos de corpos de prova A, B, C e D, que apresentam 0%, 10%, 20% e 30% de PPr em suas composições, respectivamente.



### 3.4 Caracterização dos corpos de prova

Os ensaios de caracterização realizados foram mecânicos e termomecânicos: resistência à tração, resistência à flexão, resistência ao impacto Charpy, resistência ao impacto Izod e temperatura de deflexão (HDT). Na sequência estão descritos todos os testes citados:

#### 3.3.1 Ensaio Mecânico de Tração

O ensaio de tração foi realizado no LAPOL, em um equipamento INSTRON EMIC 23-5D, com velocidade de 50 mm/min e célula de carga de 5 kN, conforme norma ASTM D638, que prevê a deformação da amostra mediante uma carga de tração gradativamente crescente, aplicada ao longo do eixo mais comprido do corpo de prova, geralmente, até sua ruptura.

Eles serviram para avaliar as propriedades mecânicas dos quatro grupos de amostras, através de curvas de tensão-deformação, de onde foram extraídas informações como: módulo de elasticidade em tração, tensão e deformação no ponto de escoamento e no ponto de ruptura, e a tenacidade.

#### 3.3.2 Ensaio Mecânico de Flexão

O ensaio de flexão de três pontos foi realizado no LAPOL, em um equipamento INSTRON EMIC 23-5D, com velocidade de 5 mm/min e célula de carga de 5 kN, conforme norma ASTM D790, até a deformação de 5% dos corpos de prova. O corpo de prova, apoiado sobre dois apoios, sofre carga de flexão gradativa e crescente no ponto de metade de seu comprimento, neste caso, até a deformação atingir 5%.

Eles serviram para avaliar as propriedades mecânicas dos quatro grupos de amostras, através de curvas de flexão, de onde foram extraídas informações como: módulo e tensão sob flexão.

#### 3.3.3 Ensaio Mecânico de Impacto Charpy e Izod

Para o ensaio Charpy, realizado pelo SENAI – Centro Tecnológico de Polímeros, os corpos de prova permaneceram durante quatro horas em um Ultra Freezer com temperatura igual a  $-30^{\circ}\text{C}$ , e foram ensaiados de acordo com a norma ASTM D6110, com entalhe do tipo A e martelo com energia de 1J.

Para o ensaio Izod, realizado no LAPOL, os corpos de prova permaneceram a temperatura ambiente, e foram ensaiados de acordo com a norma ASTM D256, método A e martelo com energia de 2,75J.

O objetivo é analisar o comportamento dúctil-frágil das amostras sob impacto com diferentes teores de material reciclado na composição em temperaturas baixa e ambiente.

#### 3.3.4 Temperatura de Deflexão (HDT)

A temperatura de deflexão térmica (HDT) foi obtida através de ensaio no SENAI – Centro Tecnológico de Polímeros, baseado na norma ISO 75, método A, com taxa de aquecimento de  $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$  e tensão de 1,80 MPa, equipamento CEAST HDT VICAT Serial 18774.

A partir dessa temperatura, o escoamento viscoso é mais pronunciado no polímero. Quanto mais alto for seu valor, maior será a resistência do material à deformação pelo calor (MANO, 1991). Essa informação auxilia no estudo da utilização do material em aplicações que exigem temperaturas severas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fins de comparação, os resultados obtidos da amostra com teor de 0% de polipropileno reciclado foram considerados o padrão de desempenho mínimo a ser alcançado pelas outras amostras.

##### 4.1 Propriedades Mecânicas de Tração dos Compostos

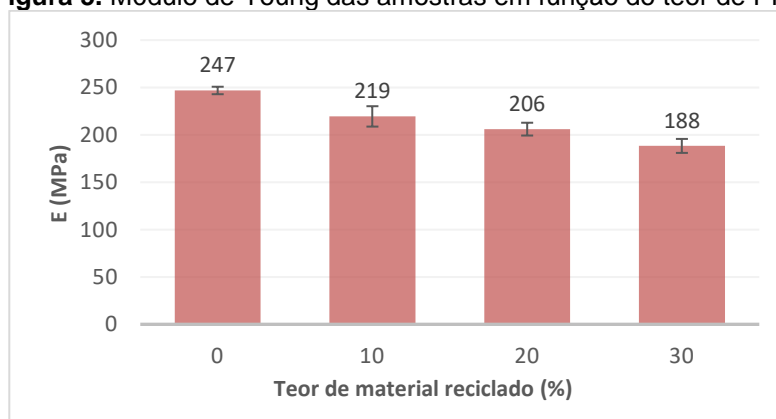
A Tabela 2 mostra os valores médios das propriedades mecânicas obtidos nos ensaios de tração realizados nas amostras com composições de 0%, 10%, 20% e 30% de material reciclado. “ $\sigma_{esc}$ ” e “ $\epsilon_{esc}$ ” representam a tensão e a deformação de tração no ponto de escoamento, respectivamente, e “ $\sigma_{rup}$ ” e “ $\epsilon_{rup}$ ” representam a tensão e a deformação no ponto de ruptura, respectivamente. O módulo de Young é representado por “E”.

**Tabela 2.** Médias das propriedades mecânicas das amostras retiradas do ensaio de tração.

Amostra	Teor de PPr (%)	E (MPa)	$\sigma_{esc}$ (MPa)	$\epsilon_{esc}$ (mm)	$\sigma_{rup}$ (MPa)	$\epsilon_{rup}$ (mm)	Tenacidade (J)
A	0	247 ± 4	17,63 ± 0,18	6,47 ± 0,17	6,06 ± 0,26	12,11 ± 0,99	6,93 ± 0,69
B	10	219 ± 11	17,53 ± 0,90	7,5 ± 0,29	6,34 ± 0,61	19,93 ± 1,77	11,80 ± 0,75
C	20	206 ± 7	17,67 ± 0,54	8,28 ± 0,78	7,1 ± 0,67	15,56 ± 0,95	9,24 ± 0,63
D	30	188 ± 7	17,62 ± 0,61	8,97 ± 0,70	6,3 ± 0,46	19,09 ± 0,99	10,69 ± 0,94

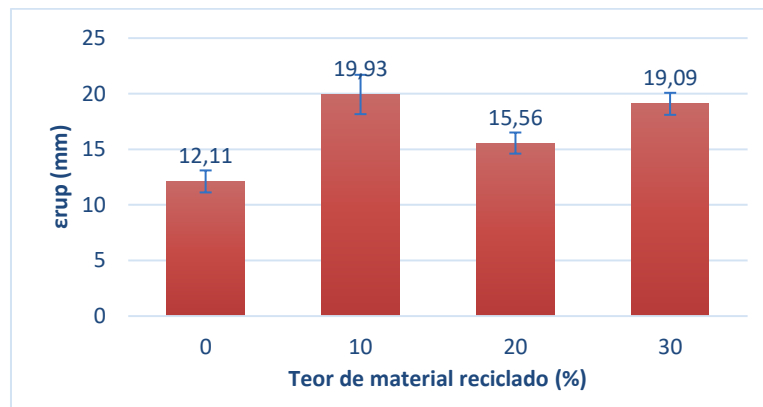
Na figura 5, pode-se notar que com o aumento da porcentagem do PPr na composição, o módulo elástico apresenta decréscimo de valor, correspondendo a uma diminuição de quase 24% entre as amostras de 0% e 30%. Isso significa que o material perdeu rigidez.

**Figura 5.** Módulo de Young das amostras em função do teor de PPr.



Esse comportamento também pode ser observado através das médias de deformação no ponto de ruptura, figura 6. Todas as amostras apresentaram deformações, sendo que aquelas com teor de 10% e 30% foram as que apresentaram valores mais significativos (64% e 57%, respectivamente) do que a amostra injetada sem material reciclado na formulação, confirmando um desempenho mais borrachoso.

**Figura 6.** Deformações das amostras no ponto de ruptura em função do teor de PPr.



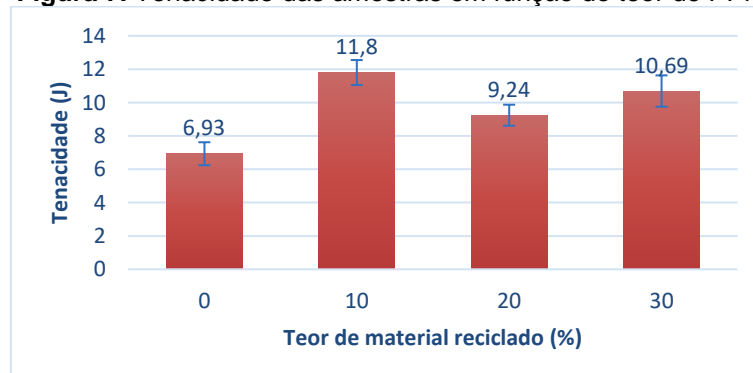
A tensão no ponto de ruptura foi semelhante para as amostras sem mistura, 10% e 30%, tendo apresentado valor ligeiramente maior para amostra 20%, que foi a que rompeu com menor deformação.

Os resultados do presente estudo se contrapõem aos encontrados por Oliveira (2006). Em sua dissertação, a adição de polipropileno reciclado ao material do para-choque diminuiu sua deformação na ruptura e aumentou seu módulo elástico, tornando-o mais frágil, principalmente, em teores maiores do que 30%. Apesar do decréscimo nas propriedades, o autor considerou que o desempenho foi similar ao material virgem das amostras com 30%.

No estudo de Silva (2013) foram incorporados teores de PP reciclado de 28%, 35%, 42% e 70% ao PP/EPDM. Com 28% e 35% o módulo elástico apresentou aumento, mas a deformação no ponto de ruptura diminuiu com 28% e aumentou com 35%. Esse comportamento do material no ponto de ruptura corroborou em parte com o presente estudo, pois as amostras com 30% de PP reciclado tiveram desempenho semelhante ao descrito por Silva (2013).

A tenacidade do material também teve aumento de desempenho com a adição de material reciclado à composição. Essa propriedade permite que o material sofra deformações altas sem sofrer rompimento. De acordo com a figura 7, a energia necessária para romper o material virgem foi de 6,93J, sendo que com 10% de material reciclado na composição, o material requereu 11,8J para seu rompimento. Isso representa um acréscimo no desempenho de 70%, que é algo muito significativo tendo em vista a aplicação desse material no setor automobilístico.

**Figura 7.** Tenacidade das amostras em função do teor de PPr.



#### 4.2 Propriedades Mecânicas de Flexão dos Compostos

A Tabela 3 mostra os valores médios das propriedades mecânicas obtidos nos ensaios de flexão realizados nas amostras sem e com 10%, 20% e 30% de material reciclado. O módulo sob flexão é representado por "Eflex", e "σflex" representa a tensão sob flexão.

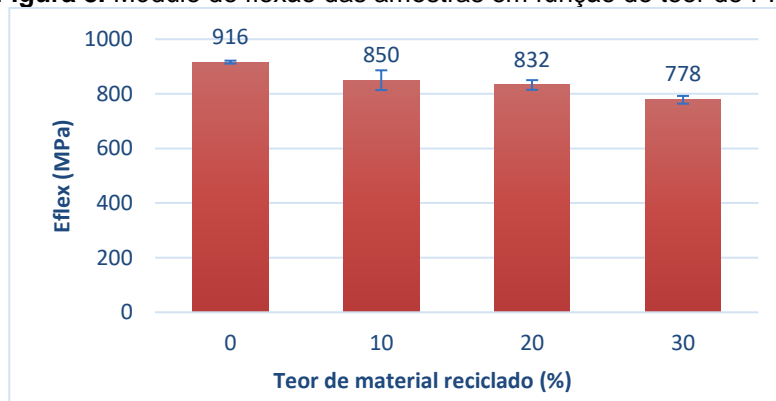
**Tabela 3.** Médias das propriedades mecânicas das amostras retiradas do ensaio de flexão.

Amostra	Teor de PPr (%)	Eflex (MPa)	$\sigma_{flex}$ (MPa)
A	0	916 ± 5	23,34 ± 0,26
B	10	850 ± 36	22,82 ± 0,57
C	20	832 ± 18	22,16 ± 0,35
D	30	778 ± 14	21,7 ± 0,22

A tensão sob flexão apresentou redução com a adição de maiores teores de PP reciclado ao material. Significa que menores valores de tensão foram necessários para flexionar o material até a deformação de 5%. As amostras com 30% de PP reciclado apresentaram valor 7% menor do que o material virgem.

Através da figura 8, pode-se notar que com o aumento da porcentagem de material reciclado na composição, o módulo sob flexão apresenta decréscimo de valor, correspondendo a uma diminuição de 15% entre as amostras de 0% e 30%. Como foi visto também nos resultados de módulo Young, o comportamento do material demonstra sua perda de rigidez.

**Figura 8.** Módulo de flexão das amostras em função do teor de PPr.



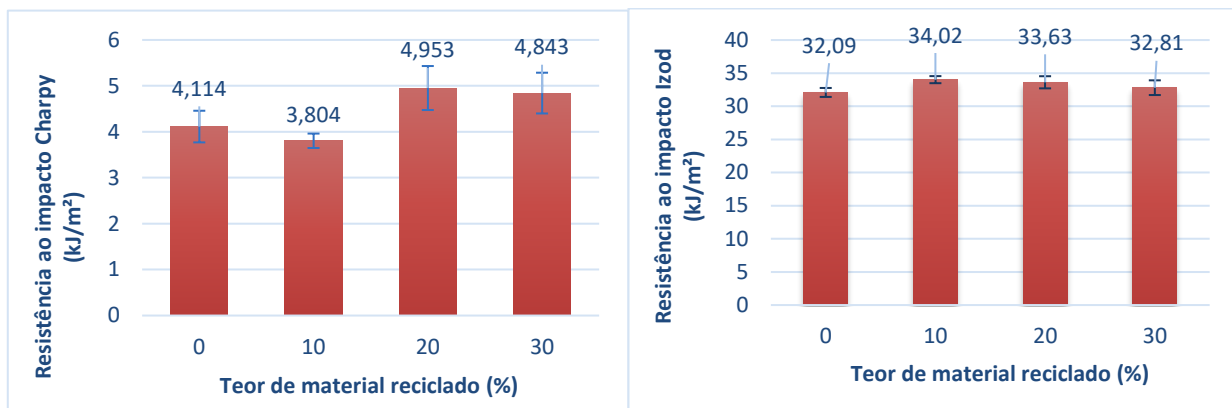
Os resultados encontrados aqui se contrapõem aos encontrados por Silva et al (2018). Em seu estudo de adição de PP reciclado ao PP copolímero heterofásico com teores de 0%, 20%, 40% e 60% encontrou-se que o aumento da adição de material reciclado causou aumento do módulo elástico e da tensão sob flexão, indicando aumento de rigidez. É possível que uma das influências para a diferença entre os resultados dos dois estudos seja o EPDM, que permite ao polipropileno condições mais elastoméricas. Outros estudos encontrados que incorporaram PP reciclado ao PP/EPDM não realizaram ensaios de flexão, não viabilizando assim a realização da comparação dos desempenhos para este quesito.

### 4.3 Impacto Charpy e Izod

Diferentemente dos estudos encontrados que utilizaram polipropileno oriundo de resíduos incorporados ao PP/EPDM ou PP copolímero heterofásico, aqui foi realizado ensaio de impacto a baixas temperaturas, para avaliar o comportamento do material com diferentes teores de PP reciclado quando submetido a esforços mecânicos em temperaturas mais agressivas.

No ensaio de impacto Charpy a  $-30^{\circ}\text{C}$ , mesmo com a temperatura muito baixa, as amostras com teores de 20% e 30% de PP reciclado apresentaram desempenho superior ao material virgem, como mostra a figura 9-a, com acréscimos de 20% e 17%, respectivamente.

**Figura 9.** Resistência ao impacto das amostras em função do teor de PPr: (a) Charpy a temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$  e (b) Izod a temperatura de  $23^{\circ}\text{C}$  das amostras em função do teor de PPr.



Os resultados do ensaio de resistência ao impacto Izod sob temperatura de 23°C (Fig. 9-b) foram satisfatórios considerando que as composições com diferentes teores de material reciclado superaram o desempenho do material virgem. As amostras com 10% de PP reciclado apresentaram o maior valor de resistência, sendo ele 6% maior do que o apresentado pelo material virgem.

No estudo de Fernandes (2007) foi realizado ensaio Charpy a temperatura de 20°C com corpos de prova de PP/EPDM com teores de PP reciclado de 0%, 30%, 50% e 100%. O material virgem teve o melhor resultado, o material com 30% de PP reciclado teve queda de 30% no desempenho, enquanto as misturas com 50 e 100% de PP reciclado tiveram quedas ainda maiores na resistência ao impacto, 46% e 75%, respectivamente. Esses resultados não refletem os obtidos no presente estudo.

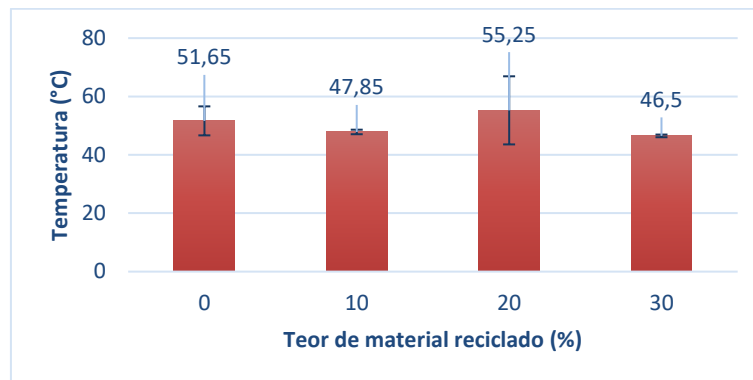
Já o estudo de Silva (2013) utilizando proporções de PP heterofásico/PPresíduo/EPDM com teores em massa de 70/0/30, 42/28/30, 35/35/30, 28/42/30 e 0/70/30 apresentou resultados de resistência ao impacto em ensaio Izod em acordo com o que foi encontrado nesta pesquisa, pois o aumento do teor de PP resíduo até 35% trouxe melhora no desempenho do material em resistência ao impacto, chegando a um acréscimo de quase 27%, enquanto que a incorporação de teores maiores do que 35% causaram aumento da rigidez e queda da tenacidade.

O estudo de Silva (2018) que utilizou PP copolímero heterofásico e PP reciclado proveniente de baldes industriais com teores de material reciclado de 0%, 20%, 40% e 60%, encontrou resultados de ensaio de impacto Izod a 23°C que não foram ao encontro do exposto no presente estudo, pois em todos os teores houve decréscimo do desempenho do material em resistência ao impacto, justificado pelo aumento da cristalinidade da mistura, que fragilizou o material.

#### 4.4 Temperatura de Deflexão (HDT)

Os resultados do ensaio de temperatura de deflexão térmica (HDT) foram afetados pelo fato de que os tamanhos dos corpos de prova eram menores do que os recomendados pela norma. Alguns corpos de prova deslocaram-se durante a execução do teste, sendo invalidados. Isso fez com que a média dos resultados válidos fosse reduzida de cinco para dois, para os teores de 10% e 20%. Na figura 10 são mostrados os resultados de HDT das amostras avaliadas.

**Figura 10.** Médias das temperaturas de deflexão térmica das amostras com teores de PP reciclado de 0%, 10%, 20% e 30%.



De acordo com os resultados obtidos, o material com teores de 10% e 30% de polipropileno reciclado defletiu em temperaturas menores do que o material virgem, sendo mais suscetível à temperatura, quando submetido a esforço mecânico. As reduções foram de 7% e 10%, respectivamente. É possível que a diminuição no teor de talco da composição tenha resultado nessa queda da temperatura, pois de acordo com Zweifel (2009) a temperatura HDT é influenciada pelo teor de talco presente na estrutura dos polímeros.

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados mais significativos extraídos do presente estudo demonstraram que as propriedades módulo elástico em tração, deformação no ponto de ruptura, tenacidade, módulo sob flexão, tensão sob flexão, resistência ao impacto Charpy a  $-30^{\circ}\text{C}$ , resistência ao impacto Izod a  $23^{\circ}\text{C}$  e temperatura de deflexão térmica (HDT) obtiveram resultados mais satisfatórios com a adição do PP reciclado em todos os teores em comparação ao material virgem.

No entanto, a análise dos resultados demonstrou que dentre os teores utilizados, 30% poderia ser a porcentagem ideal de mistura, todavia o ensaio de HDT impõe a ressalva de que, neste caso, o material torna-se mais suscetível à temperatura, quando submetido a esforço mecânico restringindo sua aplicação.

Levando em conta apenas o lado sustentável, a adição de PP reciclado à mistura no teor de 30% seria a mais adequada. Porém, sob análise de desempenho versus sustentabilidade, limitar a incorporação de teores entre 10% e 20% de material reciclado, em virtude dos resultados obtidos, parece ser o mais indicado.

Assim sendo, é possível reintegrar resíduo de polipropileno ao ciclo produtivo de veículos, através de seu uso na matéria prima utilizada no processo de injeção de para-choques.

## 1. REFERÊNCIAS

ABIPLAST - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. PERFIL DO ANO DE 2017. Disponível em: [abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2017](http://abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2017). Acesso em: 1 nov. 2019.

ABIPLAST - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. PERFIL DO ANO DE 2018. Disponível em: [abiplast.org.br/publicacoes/perfil2018](http://abiplast.org.br/publicacoes/perfil2018). Acesso em: 1 nov. 2019.

FERNANDES, B.L., et al. Caracterização Mecânica de Polipropileno Reciclado para a Indústria Automotiva. Polímeros. São Carlos, v. 17, n. 2, p. 85-87, jun./2007.

FOLHA DE SÃO PAULO. Setor automotivo é principal alvo da indústria química. Disponível em: [www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/01/1221046-setor-automotivo-e-principal-alvo-da-industria-quimica.shtml](http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/01/1221046-setor-automotivo-e-principal-alvo-da-industria-quimica.shtml). Acesso em: 1 out. 2019.

MANO, E.B. POLÍMEROS COMO MATERIAIS DE ENGENHARIA. 1. ed. SÃO PAULO: EDGARD BLUCHER, 1991. p. 68-71.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA, INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. Rota 2030 - Mobilidade e Logística. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota2030>. Acesso em: 14 out. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Política nacional de resíduos sólidos. Disponível em: <https://www.gov.br/politicas-de-residuos-solidos>. Acesso em: 8 nov. 2019.

OLIVEIRA, A.J.D. Caracterização Mecânica e Reológica de Polipropileno Reciclado para a Indústria Automotiva. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. Engenharia Mecânica. UFPR, Curitiba, 2006.

ORTH, C. M. *et al.* A geração de resíduos sólidos em um processo produtivo de uma indústria automobilística: uma contribuição para a redução. *Gestão da Produção*, São Carlos, v. 21, n. 2, p. 447-460, mar./2014.

REVISTA VEJA. Montadoras cortam projeção de alta na produção de veículos para 2019. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/montadoras-cortam-projecao-de-alta-na-producao-de-veiculos-para-2019/>. Acesso em: 4 nov. 2019.

SILVA, A. L. N. D. COMPOSIÇÕES DE POLIPROPILENO HETEROFÁSICO E BORRACHA EPDM COM A INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE POLIPROPILENO E ARTEFATOS: BR 10 2012 008692-1 A2. PATENTE UFRJ. RIO DE JANEIRO, nov./2013.

SILVA, W.A., *et al.* CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E TERMOELÁSTICA DE BLENDS DE PP VIRGEM/PP RECICLADO COM DESTINO À FABRICAÇÃO DE PARA-CHOQUES. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Foz do Iguaçu, 2018.

ZWEIFEL, H., *et al.* PLASTICS ADDITIVES HANDBOOK. 6. ed. ALEMANHA: HANSER PUBLICATIONS, 2009. p. 944-946.