TRABALHO DE GRADUAÇÃO

.

TÍTULO: ESTUDO PARA FABRICAÇÃO DE TAPETES AUTOMOTIVOS UTILIZANDO O COMPARATIVO DE ELASTÔMEROS NATURAIS E TERMOPLÁSTICOS.

Vinicius de Souza Inacio
Felipe Dias Correa
Universidade São Francisco
felipe.dias.correa@mail.usf.edu.br
vinicius.inacio@mail.usf.edu.br

Alunos do Curso de Engenharia Mecânica, Universidade São Francisco; Campus Itatiba / SP
Professor Orientador Daniel Loureiro, Curso de Engenharia Mecânica, Universidade São Francisco; Campus Itatiba / SP.

1 INTRODUÇÃO

Os tapetes automotivos são acessórios que protegem o assoalho do veículo contra a sujeira, a umidade e o desgaste. Além disso, eles podem conferir maior conforto, segurança e estética ao interior do carro.

Existem diversos tipos de materiais utilizados na fabricação de tapetes automotivos, cada um com suas vantagens e desvantagens. Neste trabalho, será comparado três tipos de materiais: o TPE (elastômero termoplástico), o PVC (policloreto de vinila) e a borracha natural vulcanizada. O objetivo é analisar as propriedades mecânicas desses materiais, bem como os seus custos e benefícios para os consumidores e para os fabricantes.

A hipótese é que o TPE seja o material mais adequado para a produção de tapetes maciços automotivos, por apresentar maior conforto, durabilidade, flexibilidade e reciclabilidade do que a borracha natural vulcanizada e o PVC, que é indicado para a confecção de tapetes acarpetados.

1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo o estudo comparativo de materiais utilizados na fabricação de tapetes na indústria automobilística, sendo esses o PVC (policloreto de vinila), o TPE (Elastômero termoplástico) e Borracha natural vulcanizada mostrando suas propriedades, realizando ensaios mecânicos de resistência à tração, resistência ao rasgamento e resistência a abrasão, para obter um comparativo entre os materiais.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os tapetes automotivos são componentes importantes para a proteção, conforto e estética dos veículos. Eles devem apresentar características como resistência, durabilidade, flexibilidade, impermeabilidade e facilidade de limpeza. Para isso, os materiais utilizados na sua fabricação devem ser adequados às condições de uso e ao custo-benefício. Nesse sentido, os polímeros elastômeros naturais e termoplásticos são duas classes de materiais que podem ser empregados na produção de tapetes automobilísticos, pois possuem propriedades mecânicas, térmicas e químicas favoráveis. No entanto, há diferenças entre eles quanto à estrutura molecular, ao processo de fabricação, ao desempenho e ao impacto ambiental. Portanto, o objetivo deste trabalho é realizar um estudo comparativo entre os elastômeros naturais e termoplásticos utilizados na fabricação de tapetes automobilísticos, analisando as vantagens e desvantagens de cada um, bem como as possibilidades de melhoria e inovação.

A relevância deste estudo se justifica pela necessidade de aprimorar a qualidade dos produtos oferecidos aos consumidores, de otimizar os recursos empregados na indústria automotiva e de reduzir os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado dos tapetes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TAPETE AUTOMOTIVO

Diante de tantas peças que precisam de cuidados no veículo, provavelmente os tapetes de carro são um acessório no qual passa esquecido pela maioria dos motoristas. Por virem incluídos de fábrica no automóvel, ninguém nem pensa na diferença que eles fazem. Além de protegerem o veículo de pequenos danos, eles evitam que os pés do motorista escorreguem e possuem a tarefa de facilitar a limpeza interna.

Mas como todo item presente no automóvel, eles também possuem uma vida útil. Com o passar dos anos eles ficam desgastados e até se rasgam, sendo necessário substituí-los.

Além de prejudicarem a estética do veículo quando estão danificados, acabam também não cumprindo suas funções, por isso não devem ser esquecidos quando necessitam ser trocados. Sendo assim, no momento de escolher os tapetes de carro deve-se analisar não somente o custo, mas também sua ergonomia e funcionalidade. Um tapete ideal deve ser fácil de limpar, ser durável e fabricado no molde correto para o seu carro.Os modelos mais comuns são os tapetes maciços, onde são confeccionados em um só material, e os modelos acarpetados, onde se aplica carpete na parte superior do tapete para dar o acabamento, com união por costura e cola.

2.2 POLÍMEROS ELASTÔMEROS

Podemos definir um polímero como sendo uma molécula formada por um conjunto de várias repetições. Sendo que, cada repetição é definida como um monômero (do grego "*mono* = um" e "*meros* = parte") tem-se então que um polímero (do grego "*poli* = muitos" e "*meros* = parte"). Portanto, um polímero nada mais é do que uma grande molécula ou macromolécula, composto por muitas subunidades repetidas. Atualmente, é consenso no meio científico, o conceito de polímero, como sendo estruturas macromoleculares formadas por ligações covalentes entre seus átomos constituintes.

Polímeros sintéticos e naturais desempenham um papel importante em diversas áreas, devido à sua ampla gama de propriedades físicas e químicas. Os polímeros elastoméricos podem ser tanto naturais (borracha natural) quanto sintético(TPE's, Silicone, borracha Nitrílica etc). Em resumo, o que difere os elastômeros dos outros polímeros é sua capacidade de deformação e retorno ao tamanho original.

2.2.1 BORRACHA NATURAL

A principal matéria-prima para a produção da borracha natural é o látex extraído da seringueira. A borracha produzida a partir dessa árvore é utilizada nos setores hospitalar/farmacêutico, brinquedos, calçados, construção civil, maquinário agrícola e industrial e de autopeças. A planta foi descoberta em meados do século XVIII, e atualmente, é a principal fonte de borracha natural do mundo. Embora a borracha sintética tenha quase a mesma composição química da borracha natural, suas propriedades físicas são inferiores na produção de muitos produtos. Esse fato reforça a importância da borracha natural no mundo, limitando o grau de substituição pela borracha sintética).

A borracha natural obtida da seringueira apresenta uma ampla gama de aplicações industriais, tais como pneumáticos, que consomem quase 75% da produção mundial (Loyen, 1998). A qualidade de um produto industrializado de borracha depende, entre outros fatores da qualidade da borracha crua, o que explica a procura cada vez maior da indústria de manufaturados por uma borracha crua com mais propriedades homogêneas.

Segundo Bernardes et al. (2000), a história da produção da borracha natural brasileira mostra que o país desfrutou da condição de principal produtor e exportador mundial no final dos séculos XIX e início do século XX, passando a ser importador desta matéria-prima a partir do começo dos anos cinqüenta, do século passado.

De maneira simplificada, o látex natural extraído da Seringueira é uma emulsão de partículas coloidais polidispersas suspensas em um meio aquoso (seiva). Contudo, por se tratar de um produto natural, tal simplificação não é muito adequada, pois o látex se apresenta como um sistema bastante complexo formado principalmente de hidrocarbonetos, proteínas, fosfolipídios e lutóides.

2.2.2 TPE (Elastômero Termoplástico)

Os TPEs (Elastômeros Termoplásticos) são polímeros termoplásticos que possuem alto índice de elasticidade, sendo conhecido também como borracha termoplástica. São materiais poliméricos que têm o comportamento elástico da borracha e a processabilidade dos termoplásticos. As borrachas tiveram uma importância estratégica desde o início da indústria automotiva e ainda hoje é impossível projetar um veículo sem o uso de componentes desses polímeros, sendo necessário também um avanço na qualidade e nas propriedades dos materiais. Portanto, surgiram os elastômeros compostos por partes de borracha comum e

polímeros termoplásticos, combinando as melhores propriedades de ambos os materiais, resultando em materiais flexíveis de baixo módulo que podem ser esticados repetidamente até pelo menos o dobro do seu comprimento original à temperatura ambiente, com a capacidade de regressar ao seu comprimento original aproximado quando se liberta a tensão.

Também podem ser reprocessados quando são aquecidos acima da temperatura de transição de fusão. Esse material tem duas grandes vantagens relativamente aos elastômeros termoestáveis (vulcanizados): a facilidade e a velocidade de processamento, além da capacidade de reciclagem e os custos de energia mais baixos para o processamento, podendo ser modelados ou extrudados em equipamentos standard de processamento de plásticos em tempos de ciclo consideravelmente mais curtos do que os exigidos para a compressão ou a modelagem por transferência de borrachas convencionais. A fase plástica permite transformar o TPE de forma simples, e a fase elastomérica proporciona ao material as propriedades elásticas e as baixas durezas que caracterizam a borracha.

2.2.3 PVC (Policloreto de Vinila)

O PVC (policloreto de vinila) pode ser considerado o mais versátil dentre os plásticos. Devido à necessidade da resina ser formulada mediante a incorporação de aditivos, podendo ter suas características alteradas dentro de um amplo espectro de propriedades em função da aplicação final, variando desde o rígido ao extremamente flexível. Esta grande faixa de variação de propriedades permite que o PVC seja utilizado em aplicações em diversas áreas da indústria, como materiais de construção civil, utensílios e brinquedos, embalagens, eletrônica, saúde e no ramo automotivo. A grande versatilidade do PVC deve-se em parte também à sua adequação aos mais variados processos de moldagem, podendo o mesmo ser injetado, extrudado, calandrado, espalmado, somente para citar algumas das alternativas de transformação.

Naturalmente o PVC possui propriedades como boa resistência a intempéries, boa resistência química, isolamento elétrico, boa resistência mecânica e atoxidade, além de ser auto extinguível. Esse material passou a ser fortemente conhecido por volta de 1912 quando foi descoberto o procedimento básico para sua obtenção. Entretanto, passou a ser produzido em escala apenas em 1926. É o segundo termoplástico mais consumido em todo o mundo, com uma demanda mundial de resina superior a 33 milhões de toneladas no ano 2006, sendo a capacidade mundial de produção de resinas de PVC estimada em cerca de 36 milhões t/ano. Em termos estequiométricos o PVC é obtido a partir de 56,8% de cloro, proveniente do cloreto de sódio, e 43,2% de insumos provenientes de fontes não renováveis como o petróleo e o gás natural.

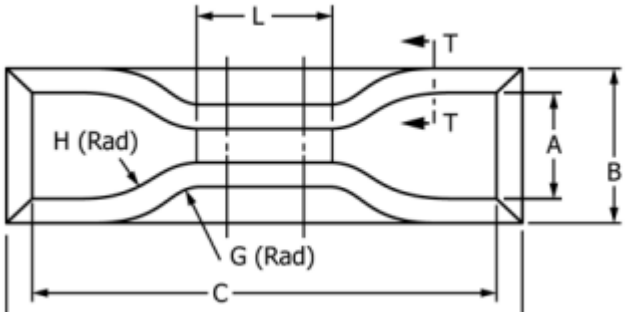
Na indústria, os compostos de PVC são utilizados em diversos tipos de processos como, por exemplo, extrusão (que representa de 45 a 50% dos casos), injeção, sopro, calandragem, termoformação e rotomoldagem. Deve-se atentar para as temperaturas de processamento pelo fato de que esse material é altamente sensível, sofrendo degradação térmica com facilidade, o que prejudica suas propriedades e libera gases perigosos. Por esse motivo, geralmente, o PVC é processado sob temperatura abaixo da necessária para o escoamento dos cristalitos e, portanto, apresenta elevada viscosidade. O maquinário exclusivo para seu processamento necessita de tratamentos específicos porque, quando submetido à fusão e possível degradação, o PVC gera gases que contribuem com a corrosão interna da interface metálica desses equipamentos.

2.4 DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

2.4.1 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

Será realizado o acondicionamento das amostras por 24 horas em uma temperatura de 23±2°C e umidade relativa em 50±5 % conforme norma ASTM D412 − 16.

Figura 1 - Formato do corpo de prova.



Fonte: Adaptado ASTM D412-2016.

Figura 2 - Dimensões do corpo de prova.

FIG. 2 Standard Dies for Cutting Dumbbell Specimens

Dimensions of Standard Dumbbell Dies[A] (Metric Units)

Dimension	Units	Tolerance	Die A	Die B	Die C	Die D	Die E	Die F
A	mm	±1	25	25	25	16	16	16
B	mm	max	40	40	40	30	30	30
C	mm	min	140	140	115	100	125	125
D	mm	±6[B]	32	32	32	32	32	32
D-E	mm	±1	13	13	13	13	13	13
F	mm	±2	38	38	19	19	38	38
G	mm	±1	14	14	14	14	14	14
H	mm	±2	25	25	25	16	16	16
L	mm	±2	59	59	33	33	59	59
W	mm	+0.05, –0.00	12	6	6	3	3	6
Z	mm	±1	13	13	13	13	13	13

[A] Dies whose dimensions are expressed in metric units are not exactly the same as dies whose dimensions are expressed in U.S. customary units. Dies dimensioned in metric units are intended for use with apparatus calibrated in metric units.
[B] For dies used in clicking machines it is preferable that this tolerance be ±0.5 mm.

Fonte: Adaptado ASTM D412-2016.

Procedimento de teste: Medir a espessura, em mm, do corpo de prova, utilizando o relógio comparador. Medir no centro e nas extremidades, como indicado na figura 3. Fazer a média das 3 medidas, a diferença máxima entre os pontos verificados deve ser de 0,08mm. Os resultados obtidos devem ser registrados.

Montar uma célula de carga e as garras auto-travantes na máquina de tração, carregar o programa: “ASTM D412 – Tração de borracha.cfg”.

Monitorar se a temperatura ambiente estará 23,0°C +/- 2.

A distância entre as garras deve ser de 75mm +/- 1

Figura 3 - Pontos de verificação da espessura.

Fonte: Autoria própria

2.4.2 RESISTÊNCIA À ABRASÃO

Os corpos de prova, conforme norma PF.90117 - 2020, devem ter as dimensões de 100mm x 100mm.

Procedimento de teste: Pesar o corpo de prova na balança analítica com resolução de 0,1 mg, o valor encontrado em gramas deve ser registrado conforme figura 4.

Realizar a montagem e limpeza das rodas abrasivas.

Posicionar o corpo de prova sobre o disco de apoio de amostras em seguida utilizar o peso especificado em cada braço, como indicado na figura 5.

Programar a quantidade de ciclos conforme especificado na norma PF.90117 - 2020 e ajustar a velocidade do motor para 72 RPM como indicado na figura 6.

Remover a amostra do equipamento de teste, limpar o mesmo com uma escova de cerdas macias e realizar a pesagem após o teste.

Figura 4 - Pesagem das amostras

Fonte: Autoria própria.

Figura 5 - Montagem da amostra no equipamento de teste

Fonte: Autoria própria

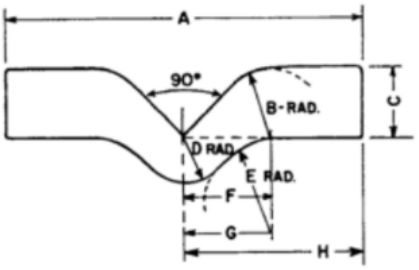
Figura 6 - Velocidade de teste

Fonte: Autoria própria

2.4.3 RESISTÊNCIA AO RASGAMENTO

Dimensões dos corpos de prova conforme figura abaixo, para realização do ensaio.

Figura 7 - Formato e dimensões do corpo de prova.



DIE C

Dimension	Millimetres		Inches	
	Value	Tolerance	Value	Tolerance
A	102	±0.50	4.0	±0.02
B	19	±0.05	0.75	±0.002
C	19	±0.05	0.75	±0.002
D	12.7	±0.05	0.5	±0.002
E	25	±0.05	1.0	±0.002
F	27	±0.05	1.061	±0.002
G	28	±0.05	1.118	±0.002
H	51	±0.25	2.0	±0.01

FIG. 1 Type A, B and C Tear Test Specimen Cutting Dies

Fonte: Adaptado ASTM D624-2000.

Montar uma célula de carga e as garras auto-travantes na máquina de tração.
Carregar o programa: “ASTM D624 - Rasgamento de borracha.cfg”

Medir a espessura do corpo de prova , no centro do corpo de prova, em mm. Medir 3 vezes e fazer a média de 3 medições.

Montar a parte inferior do corpo de prova na garra inferior.

Descer/subir a máquina até que a garra superior esteja devidamente montada na parte superior do corpo de prova

O resultado do teste é a resistência ao rasgamento (T_s = tear strength), que é dada por :

$$T_s = F/d$$

Onde :

F = força de ruptura (N)
d=espessura do corpo de prova (mm)

T_s = resistência ao rasgamento (kN/m)

Conforme ASTM D624-2000

3 RESULTADOS ESPERADOS

3.1 EXECUÇÃO DOS ENSAIOS

3.1.1 Ensaio de resistência à tração tração

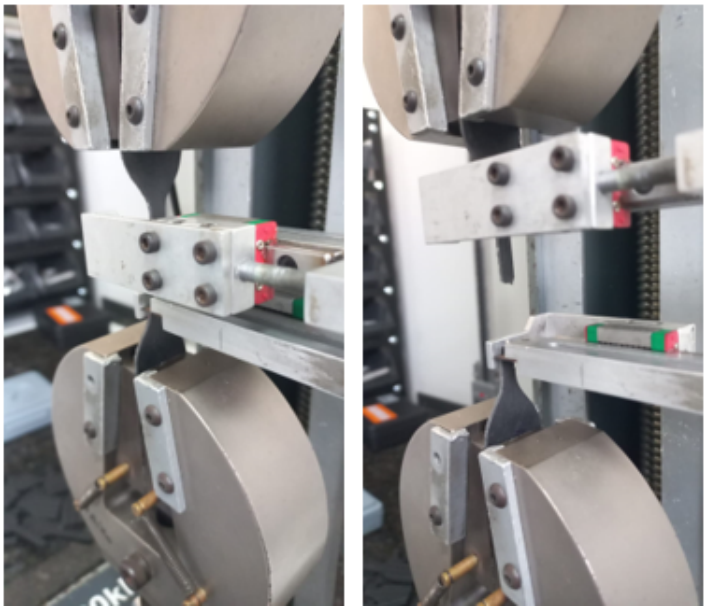
O teste de resistência à tração é um dos métodos para determinar a resistência dos materiais quando submetido a uma certa carga axial. O objetivo é medir a força e a tensão necessária para ocasionar a ruptura do material. São essenciais para garantir a qualidade dos mais diversos materiais. É muito utilizado no setor automobilístico.

Foram confeccionados corpos de prova (PVC, Borracha natural e TPE) conforme norma (ASTM D412-2016). Vide anexo 1

As amostras foram acondicionadas por 24 horas à temperatura de 21 °C ± 5 °C e umidade 50% ± 5 % em uma incubadora. Vide anexo 1

Os ensaios para determinação da resistência à tração foram realizados segundo a norma ASTM D412-2016. utilizando ferramentas e máquinas específicas. Conforme observado na Figura 8, utilizou-se uma Máquina Universal de Ensaios modelo BME - 20kN. Vale lembrar que os corpos de prova foram confeccionados no modelo DIE - C.

Figura 8 - Execução do ensaio

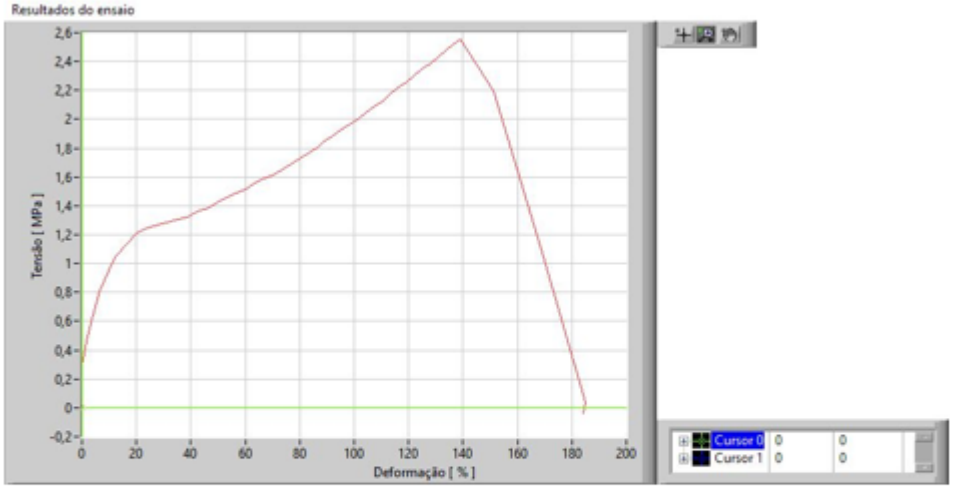


Fonte: Autoria própria.

Amostras após a realização dos testes, vide anexo 1

Figura 9 - Modelo de resultado emitido após ensaio.

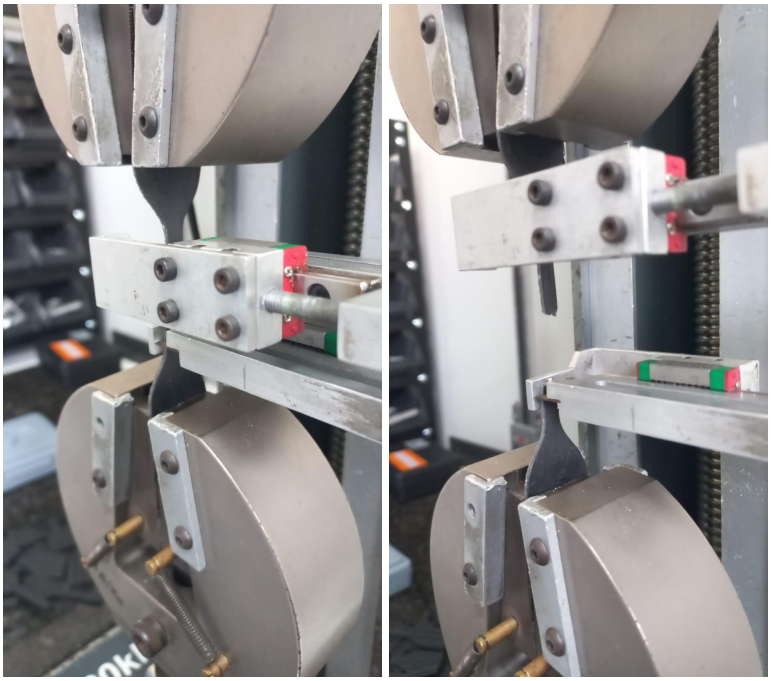
Relatório de ensaio TCC
Descrição do ensaio: Tração
Amostra Nº 1 - Borracha Natural
Data:30/09/2023 12:02:55



	Ensaio 1
Máximo - força [N]	19,900
Limite de ruptura - tensão [MPa]	2,551
Alongamento na ruptura [%]	139,200

Fonte: Software Dynaview.

Figura 10 - Montagem do corpo de prova; acoplamento do extensômetro; ruptura do material, respectivamente.



Fonte: Autoria própria.

Os demais gráficos podem ser observados conforme Anexo 2.

3.1.2 Ensaio de resistência à abrasão

O ensaio de resistência à abrasão é um método de ensaio para verificar o comportamento de um material ao ser submetido a condições que resultam em seu desgaste.

Foram confeccionados corpos de prova (material PVC, borracha natural e TPE) conforme norma (PF.90117-2020).

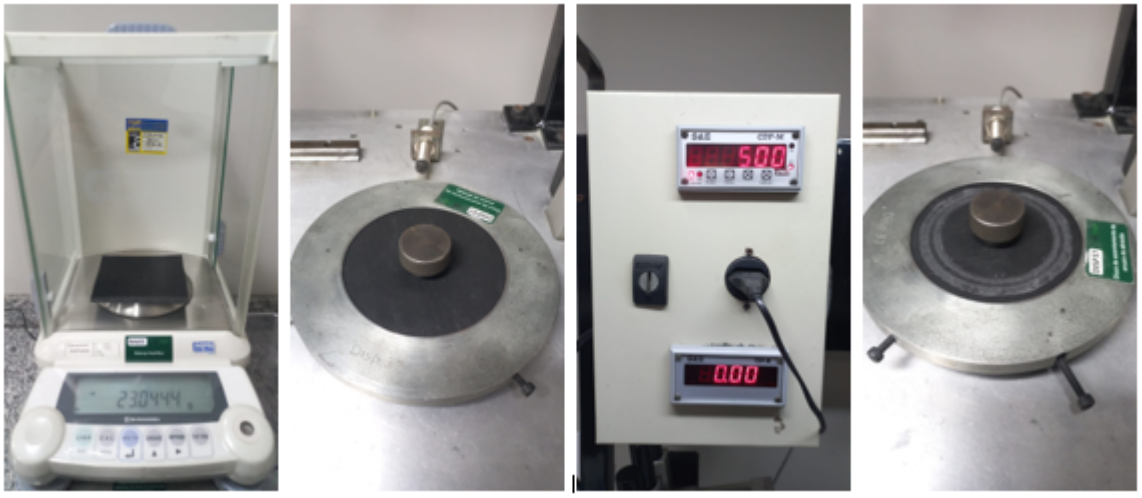
Foi realizada uma pesagem inicial dos corpos de prova com uma balança analitica de todos os materiais, para que sejá feito o cálculo de perda de massa e o do índice de desgaste conforme a norma, Vide anexo 1.

O equipamento utilizado para a realização do ensaio foi uma máquina de abrasão circular conforme Figura 11. Para a execução do teste a amostra deve ser montada no suporte, e a quantidade de ciclos deve ser inserida no contador e a velocidade deve ser ajustada. Após o término dos ciclos de abrasão foi realizada uma nova pesagem das amostras e foram feitos os cálculos de perda de massa e o do índice de desgaste, vide figura 12.

Figura 11 - Máquina de ensaio de abrasão.

Fonte: Autoria própria.

Figura 12 - Execução do teste.



Fonte: Autoria própria.

Amostras após a realização dos testes. Vide anexo 1

3.1.3 Ensaio de resistência ao rasgamento

O ensaio de resistência ao rasgamento é um ensaio mecânico amplamente utilizado para a determinação das propriedades mecânicas de materiais.

Foram confeccionados corpos de prova (material PVC, TPE e borracha natural) conforme norma (ASTM D624-2000).

As amostras foram acondicionadas por 24 horas à temperatura de 23 °C ± 2 °C e umidade 50% ± 5 % em uma incubadora. Vide anexo 1

O equipamento utilizado para a realização do ensaio foi uma máquina de tração da marca Filizola, coluna única modelo BME-20kN.

Para a execução dos ensaios, foi utilizada uma célula de carga de 2kN para todos os materiais, garras auto-travantes, software Dynaview e um termohigrômetro para monitorar a temperatura do ambiente

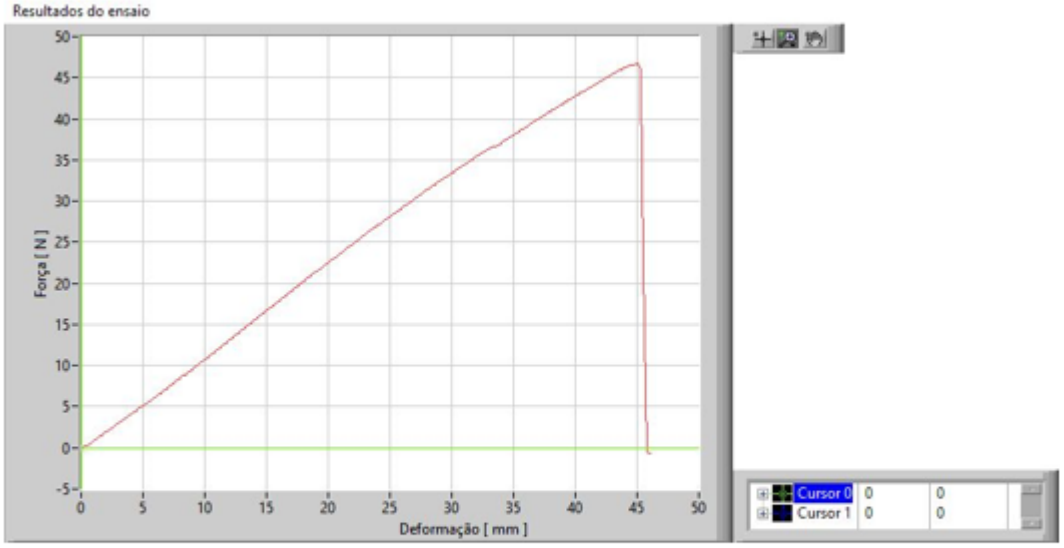
Procedimento:

Foram montadas na máquina de tração as garras auto-travantes para fixar os corpos de prova, após esta tarefa, pode ser utilizado o software Dynaview, a fim de gerar os resultados dos ensaios, conforme Figura 13.

Para realização do teste, foi estipulado uma velocidade de 500 mm/min para posicionar a distância entre as garras. Em seguida, os corpos de provas foram fixados nas garras. O teste foi realizado com uma velocidade de 500mm/min, obedecendo os parâmetros normativos, vide Figura 14.

Figura 13 - Modelo de resultado emitido após ensaio.

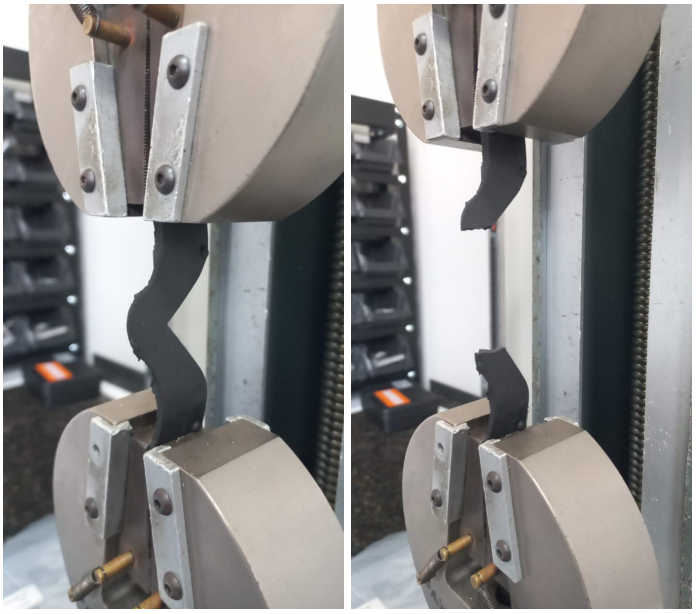
Relatório de ensaio
Descrição do ensaio: Rasgamento
Amostra N° 1 - TPE
Data:30/09/2023 12:25:18



	Ensaio 1
Máximo - força [N]	46,700

Fonte: Software Dynaview.

Figura 9 - Montagem do corpo de prova; ruptura do material, respectivamente.



Fonte: Autoria própria.

Os demais gráficos podem ser observados conforme Anexo 2.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultados do ensaio de Abrasão

O ensaio de resistência a abrasão foi realizado com o propósito de se avaliar o índice de desgaste de cada material.

Tabela 2 - Resultados do ensaio de resistência à abrasão.

Amostra	Massa inicial (mg)	Massa final (mg)	Perda de massa (mg)	N° de ciclos	Indice de desgaste (I)
PVC	24,7	24,6	0,1	800	0,15
Borracha natural	23,0	22,4	0,6	800	0,80
TPE	45,9	45,6	0,3	1000	0,29

Fonte: Autoria própria.

1. Wear Index (Índice de desgaste = I)		2. Perda de Massa	
$I = \frac{(A - B) \times 1000}{C}$ = (mg/1000 ciclos)	(2 casas decimais)	L= A – B = (mg)	(1 casa decimal)
		A= massa inicial (mg)	(1 casa decimal)
A= massa inicial (mg)	(1 casa decimal)	B= massa final (mg)	(1 casa decimal)
B= massa final (mg)	(1 casa decimal)		
C= Nº de ciclos			

Foi feita a coleta de dados de 3 amostras, uma para cada material.

Os valores apresentados para o material borracha natural, não apresentaram uma boa resistência à abrasão, em comparação com os materiais PVC e o TPE. No entanto, o material PVC apresentou uma resistência à abrasão superior que os outros materiais.

Assim, atendendo o objetivo da comparação dos materiais, o material escolhido PVC apresentou uma boa resistência mecânica e tenacidade em relação aos outros materiais.

4.2 Resultado do ensaio de resistência à tração.

O ensaio de resistência à tração foi realizado com o propósito de se avaliar a resistência necessária para romper cada peça.

Resultados do ensaio de resistência à tração

Tabela 3 -Tabela de resultados de resistência à tração.

Resultados - TPE			
Amostra	**Máx. força (N)**	**Limite de ruptura (Mpa)**	**Alongamento na ruptura (%)**
1	73,3	3,16	164,8
2	70,0	2,91	156,0
3	72,8	3,79	155,2
4	71,4	3,72	150,4
5	74,6	3,89	160,0
Media	**72,4**	**3,5**	**157,3**

Resultados - Borracha natural			
Amostra	**Máx. força (N)**	**Limite de ruptura (Mpa)**	**Alongamento na ruptura (%)**
1	19,9	2,55	139,2
2	20,8	2,67	154,4
3	21,4	2,81	160,8
4	22,6	2,85	161,6
5	22	2,84	156,8
Media	**21,3**	**2,7**	**154,6**

Fonte: Autoria própria.

O material PVC apresentou valor de tensão média de aproximadamente 27,36 MPa.

O material TPE apresentou valor de tensão média de aproximadamente 3,5 MPa.

O material Borracha natural apresentou valor de tensão média de aproximadamente 2,7 MPa.

Os valores apresentados para o material borracha natural, não apresentaram uma boa resistência à abrasão, em comparação com os materiais PVC e o TPE. No entanto, o material PVC apresentou uma resistência à abrasão superior que os outros materiais.

Assim, atendendo o objetivo da comparação dos materiais, o material escolhido PVC apresentou uma boa resistência mecânica e tenacidade em relação aos outros materiais.

4.2 Resultado do ensaio de resistência ao rasgamento.

O ensaio de resistência ao rasgamento foi realizado com o propósito de se avaliar a força necessária para romper cada peça.

Resultados do ensaio de resistência ao rasgamento

Tabela 3 -Tabela de resultados de resistência ao rasgamento.

Resultados - Borracha natural			
Amostra	**Espessura (mm)**	**Maximo de força (N)**	**Resistencia ao rasamento (kN/m)**
1	1,29	10,80	8,37
2	1,27	11,60	9,13
3	1,30	13,10	10,08
Media	**1,29**	**11,83**	**9,19**

Resultados - PVC			
Amostra	**Espessura (mm)**	**Maximo de força (N)**	**Resistencia ao rasamento (kN/m)**
1	2,16	98,20	45,46
2	2,2	98,80	44,71
3	2,19	97,11	44,34
Media	**2,19**	**98,04**	**44,84**

Resultados - TPE			
Amostra	**Espessura (mm)**	**Maximo de força (N)**	**Resistencia ao rasamento (kN/m)**
1	3,02	46,70	15,46
2	3,28	37,60	11,46
3	2,98	31,80	10,67
Media	**3,09**	**38,7**	**12,53**

Fonte: Autoria própria.

O material PVC apresentou valor médio de aproximadamente 44,84 kN/m.

O material TPE apresentou valor médio de aproximadamente 12,53 kN/m.

O material Borracha natural apresentou valor médio de aproximadamente 9,19 kN/m.

Os valores apresentados para o material borracha natural, não apresentaram uma boa resistência à abrasão, em comparação com os materiais PVC e o TPE. No entanto, o material PVC apresentou uma resistência à abrasão superior que os outros materiais.

Assim, atendendo o objetivo da comparação dos materiais, o material escolhido PVC apresentou uma boa resistência mecânica e tenacidade em relação aos outros materiais.

5 CONCLUSÃO

De maneira geral, pode-se afirmar que os resultados dos ensaios foram satisfatórios, no que tange a resistência dos materiais empregados na fabricação dos tapetes dos veículos.

O PVC apresentou características mecânicas superiores aos outros materiais analisados segundo os resultados dos ensaios de tração, rasgamento e abrasão, superando os níveis dos resultados esperados pelo estudo realizado.

Já os materiais TPE e Borracha Natural apresentaram resultados e características significativas, mas inferiores em comparação com o material PVC.

O TPE se destaca devido a ser totalmente reciclável e por ter um processo mais simples e econômico, pois é compatível com equipamentos de processamento (injeção, extrusão, laminação) convencional, diferente do PVC. Além disso, os tapetes confeccionados em TPE oferecem mais conforto e design para o usuário, além de ser naturalmente mais macio ao toque.

A borracha natural apresenta a vantagem no quesito custo, porém possui características mecânicas inferiores aos outros materiais. Por ser um material mais macio, apresenta um maior conforto comparado ao de PVC. Suas desvantagens são em relação ao tempo de processo, que demanda mais tempo devido o processo de vulcanização, além de não ser um material totalmente reciclado, gerando materiais de qualidade inferior após a reciclagem se comparado ao original.

Os ensaios mostraram que o PVC apresentou os melhores resultados, porém não possui o mesmo conforto que o TPE. A respeito da sustentabilidade, ele é um material reciclável, porém demanda um tratamento para o reuso.

Com base nos resultados obtidos nos ensaios e considerando também quesitos como conforto, o PVC pode ser utilizado em aplicações de modelos de tapetes acarpetados na parte inferior da peça, devido a sua maior resistência ao rasgamento devido às costuras nas bordas e fixação de adornos.

Já o TPE (Elastômero Termoplástico) é indicado na confecção de tapetes maciços onde a peça já apresenta o acabamento final, não sendo necessário o aplique do carpete na peça.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LUNA, C. M. et al. Efeito dos agentes de compatibilização SBS e SEBS-MA no desempenho de misturas de poliestireno/resíduo de borracha de SBR. v. 21, n. 3, p. 632–646, 1 set. 2016.

ROCHA, T. C. J.; SOARES, B. G.; COUTINHO, F. M. B. Principais copolímeros elastoméricos à base de butadieno utilizados na indústria automobilística. Polímeros, v. 17, n. 4, p. 299–307, dez. 2007.

BOLETIM TÉCNICO No 03 PVC PROPRIEDADES DE REFERÊNCIA DOS COMPOSTOS DE PVC. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/html/boletm_tecnico/Tabela_de_Propriedades_de_Referencia_dos_Compostos_de_PVC.pdf>.Tensão de Rotura e Alongamento na Rotura. Disponível em: <https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/propriedades-das-borrachas-vulcanizadas/propriedades-fisicas/propriedades-mecanicas/tensao-e-alongamento-na-rotura/>. Acesso em: 26 nov. 2023.

“Tensão de Rotura E Alongamento Na Rotura.” Ciência E Tecnologia Da Borracha, www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/propriedades-das-borrachas-vulcanizadas/propriedades-fisicas/propriedades-mecanicas/tensao-e-alongamento-na-rotura/. Accessed 26 Nov. 2023.

A. SHANKS, R.; KONG, I. **Thermoplastic Elastomers**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/224829335_Thermoplastic_Elastomers>. Acesso em: out. 2023.

Norma ASTM D624 (American Society for Testing and Materials)

Norma ASTM D412 (Federal Motor Vehicle Safety Standard)

Norma PF 90117 2020 (Fiat Chrysler Automobiles)

PROPRIEDADES MECÂNICAS. Incomplast, 2022. Disponível em: https://incomplast.com.br/. Acesso em: 16 de maio de 2022.