

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS – CAMPUS BETIM
BACHARELADO EM ENGENHARIA

Vagner Alexandre de Oliveira

COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS POLÍMEROS PP E O
ABS E A RELEVÂNCIA DO USO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA.

Betim
2025

VAGNER ALEXANDRE DE OLIVEIRA

COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS POLÍMEROS PP E O
ABS E A RELEVÂNCIA DO USO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia de Minas Gerais - Campus Betim, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. André Fonseca Félix

Betim
2025

FICHA CATALOGRÁFICA

O48c Oliveira, Vagner Alexandre de

Comparação das propriedades mecânicas dos polímeros PP e o ABS e a relevância do uso na indústria automotiva / Vagner Alexandre de Oliveira. – 2025.

41 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Câmpus Betim, 2025.

Orientação: Prof. Dr. André Fonseca Félix

1. Polímeros. 2. Propriedades mecânicas. 3. Indústria automotiva. 4. Engenharia Mecânica. I. Oliveira, Vagner Alexandre de. II. Título.


CDU: 678.7

Vagner Alexandre de Oliveira


COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS POLÍMEROS PP E O ABS E A RELEVÂNCIA DO USO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Betim, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica.


Aprovado em: 18/08/2025 pela banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **ANDRE FONSECA FELIX**
Data: 15/09/2025 10:28:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. André Fonseca Félix – IFMG Campus Betim

Documento assinado digitalmente
 **FLAVIO MAGNO DE CARVALHO FONSECA**
Data: 12/09/2025 10:40:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Flávio Magno de Carvalho Fonseca – IFMG Campus Betim

Documento assinado digitalmente
 **EVANILTON JOSE ALVES BARBOSA**
Data: 15/09/2025 09:54:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Evanilton José Alves Barbosa – IFMG Campus Betim

RESUMO

A presente pesquisa propõe uma comparação entre os polímeros Polipropileno (PP) e Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), com foco específico em suas propriedades mecânicas, a fim de compreender a relevância da aplicação desses materiais na moderna indústria automotiva. A seleção adequada de materiais poliméricos é essencial para atender às exigências de desempenho mecânico desse setor. Por meio de uma revisão bibliográfica e da análise de dados técnico-científicos, este trabalho destaca as principais diferenças no comportamento mecânico entre os dois polímeros, buscando entender como essas características influenciam sua utilização em componentes automotivos. Os resultados da comparação demonstram que, embora ambos os materiais sejam amplamente utilizados na indústria automotiva, suas propriedades mecânicas os tornam mais adequados para diferentes funções estruturais e funcionais na fabricação de veículos. Assim, esta pesquisa visa contribuir para uma compreensão mais aprofundada do desempenho mecânico dos materiais em contextos de exigência específica, subsidiando escolhas mais precisas no campo da engenharia voltada ao setor automotivo.

Palavras-chave: Polímeros; PP; ABS; propriedades mecânicas; indústria automotiva.

ABSTRACT

This research proposes a comparison between the polymers Polypropylene (PP) and Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), with a specific focus on their mechanical properties, in order to understand the relevance of the application of these materials in the modern automotive industry. The appropriate selection of polymeric materials is essential to meet the mechanical performance requirements of this sector. Through a literature review and analysis of technical-scientific data, this work highlights the main differences in the mechanical behavior between the two polymers, seeking to understand how these characteristics influence their use in automotive components. The results of the comparison demonstrate that, although both materials are widely used in the automotive industry, their mechanical properties make them more suitable for different structural and functional roles in vehicle manufacturing. Thus, this research aims to contribute to a deeper understanding of the mechanical performance of materials in contexts of specific demands, supporting more accurate choices in the field of engineering aimed at the automotive sector.

Keywords: Polymers; PP; ABS; mechanical properties; automotive industry.

LISTA DE SIGLAS

ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno)
ACS (Sociedade Americana de Química)
AN (Acrilonitrila)
BD (Butadieno)
C₃ (3 átomos de carbono)
C₄ (4 átomos de carbono)
C₈ (8 átomos de carbono)
H₃ (3 átomos de hidrogênio)
H₆ (6 átomos de hidrogênio)
H₈ (8 átomos de hidrogênio)
kJ/m² (quilojoules por metro quadrado)
LCP (Polímero de cristal líquido)
MPa (Megapascal)
N (Nitrogênio)
PA (Poliamida)
PBT (Polibutileno Tereftalato)
PC (Policarbonato)
PE (Polietileno)
PEEK (Polieteretercetona)
PET (Polietileno tereftalato)
PP (Polipropileno)
PPS (Sulfeto de polifenileno)
PS (Poliestireno)
PSI (Libra-força por polegada quadrada)
PSU (Polissulfona)
PUR (Poliuretano)
PVC (Policloreto de Vinila)

S (Estireno)

SAN (Estireno Acrilonitrila)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema molecular da formação de polímeros por unidades fundamentais	15
Figura 2 – Estrutura molecular dos polímeros	16
Figura 3 – Cristalinidade de polímeros	18
Figura 4 – Estrutura do polímero PP	22
Figura 5 – Estrutura do polímero ABS	23
Figura 6 – Distribuição percentual dos polímeros utilizados em automóveis entre 2016 e 2020.....	26
Figura 7 – Fluxograma do processo metodológico	28
Figura 8 – Máquina Universal de Ensaio de Tração – Extensômetro	30
Figura 9 – Máquina de Ensaio de impacto – Pêndulo Izod.....	33
Figura 10 – Máquina de Ensaio de Dureza Shore	34
Figura 11 – Curvas Tensão – Deformação Típicas para PP e ABS.....	36
Figura 12 – Demonstrativo das Propriedades Mecânicas dos polímeros PP e ABS..	36

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Concentração e funcionalidade dos monômeros nas propriedades do ABS	23
Tabela 2 – Classificação dos polímeros sintéticos termoplásticos.....	25
Tabela 3 – Propriedades Mecânicas dos polímeros PP e ABS	34
Tabela 4 – Propriedades Mecânicas e Influência de aplicação	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 O que é um polímero	14
3.2 Estrutura molecular dos polímeros	15
3.3 Classificação dos polímeros	19
3.4 Polímeros sintéticos	20
3.5 O polímero polipropileno (PP)	21
3.6 O polímero Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS).....	22
3.7 A relevância da aplicação dos polímeros de engenharia PP e ABS na indústria automotiva.....	24
4. MATERIAIS E MÉTODOS	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5.1 Resistência a tração	29
5.2 Módulo de elasticidade.....	30
5.3 Alongamento na ruptura.....	31
5.4 Resistência ao impacto	32
5.5 Dureza (Shore D).....	33
5.6 Comparação das propriedades mecânicas do PP e ABS.....	34
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

Diante das exigências da indústria automotiva por materiais cada vez mais eficientes, leves e resistentes, torna-se imprescindível compreender como as propriedades mecânicas influenciam diretamente a seleção de polímeros na fabricação de componentes. Nesse contexto, aspectos como resistência à tração, módulo de elasticidade, alongamento de ruptura, resistência ao impacto e dureza (Shore D) ganham relevância significativa, pois são fatores determinantes para o desempenho e a durabilidade das peças automotivas. Assim, emerge a seguinte problemática: de que forma as propriedades mecânicas desses materiais especificamente do Polipropileno (PP) e da Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) impactam a escolha e a aplicabilidade de cada um desses polímeros em projetos automotivos, considerando suas características técnicas e suas funções específicas no produto final?

A definição atual e o entendimento dessas estruturas, em grande parte, se deve ao trabalho do químico alemão Staudinger, que, na década de 1920, propôs que os polímeros consistem em longas cadeias de átomos unidas por ligações covalentes, contrariando a visão anterior de que estes eram agregados de moléculas pequenas unidas por forças indefinidas. Os polímeros, portanto, podem ser definidos como macromoléculas formadas pela repetição de unidades estruturais menores, os monômeros, unidos por ligações covalentes que formam cadeias atômicas longas. Ele também cunhou os termos "polimerização" e "macromolécula", que são essenciais para a compreensão dos polímeros e de sua aplicação, de acordo com a Sociedade Americana de Química (ACS - American Chemical Society). (STAUDINGER, 1920).

Os polímeros, em sua definição mais ampla, são macromoléculas formadas por unidades estruturais repetidas, conhecidas como monômeros, ligadas por meio de ligações covalentes. Essas substâncias podem apresentar uma variedade significativa de propriedades físicas e químicas, que as tornam versáteis e eficazes em diferentes contextos industriais. De acordo com Callister e Rethwisch (2016), a escolha de um polímero para aplicações específicas depende diretamente de suas propriedades mecânicas, térmicas, elétricas e químicas, além do tipo de solicitação a que será submetido.

Segundo Hemais (2003), a indústria automotiva é uma das que mais se beneficia da aplicação de polímeros, como o PP e o ABS. Com o desenvolvimento de polímeros de alto desempenho, os plásticos tornaram-se essenciais na construção de veículos, sendo usados em maior volume do que o aço, devido à ampla variedade de aplicações que oferecem ao setor. (HEMAIS, 2003)

As propriedades mecânicas dos polímeros são caracterizadas pelo modo como estes materiais respondem às solicitações mecânicas aplicadas, podendo estas ser do tipo tensão ou deformação. A natureza desta resposta depende da estrutura química, temperatura, tempo e da história (condições) de processamento do polímero (CANEVAROLO, 2006).

A resistência à tração, o módulo de elasticidade, alongamento na ruptura, resistência ao impacto e a dureza (Shore D) são as propriedades mecânicas. A resistência à tração avalia a capacidade do material de suportar forças de estiramento; o módulo de elasticidade mede sua rigidez; o alongamento na ruptura indica a capacidade de deformar antes de se romper; a resistência ao impacto avalia a capacidade de absorver energia proveniente de choques; e a dureza (Shore D) mede a resistência à deformação superficial. (MANO, 1991)

Compreender o comportamento do PP e do ABS frente a essas propriedades permite não apenas definir suas vantagens e limitações, mas também orientar importantes decisões técnicas na seleção de materiais para aplicações específicas dentro da indústria automotiva. Ao longo desta pesquisa será realizada uma comparação teórica com base em dados científicos e técnicos extraídos da literatura especializada, com o intuito de oferecer um panorama claro e objetivo sobre o desempenho mecânico desses dois polímeros.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar comparativamente, por meio de levantamento bibliográfico, as propriedades mecânicas — resistência à tração, módulo de elasticidade, alongamento na ruptura, resistência ao impacto e dureza (Shore D) — dos polímeros Polipropileno (PP) e Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), evidenciando como essas características influenciam a seleção e a aplicação de materiais na indústria automotiva.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar a importância e a representatividade do uso dos polímeros PP e ABS em automóveis.
- Comparar os valores de resistência à tração, módulo de elasticidade, alongamento na ruptura, resistência ao impacto e dureza (Shore D) dos dois polímeros, a partir de dados técnico-científicos disponíveis na literatura.
- Discutir de que maneira as propriedades mecânicas do PP e do ABS influenciam sua seleção e aplicação em componentes automotivos específicos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O que é um polímero

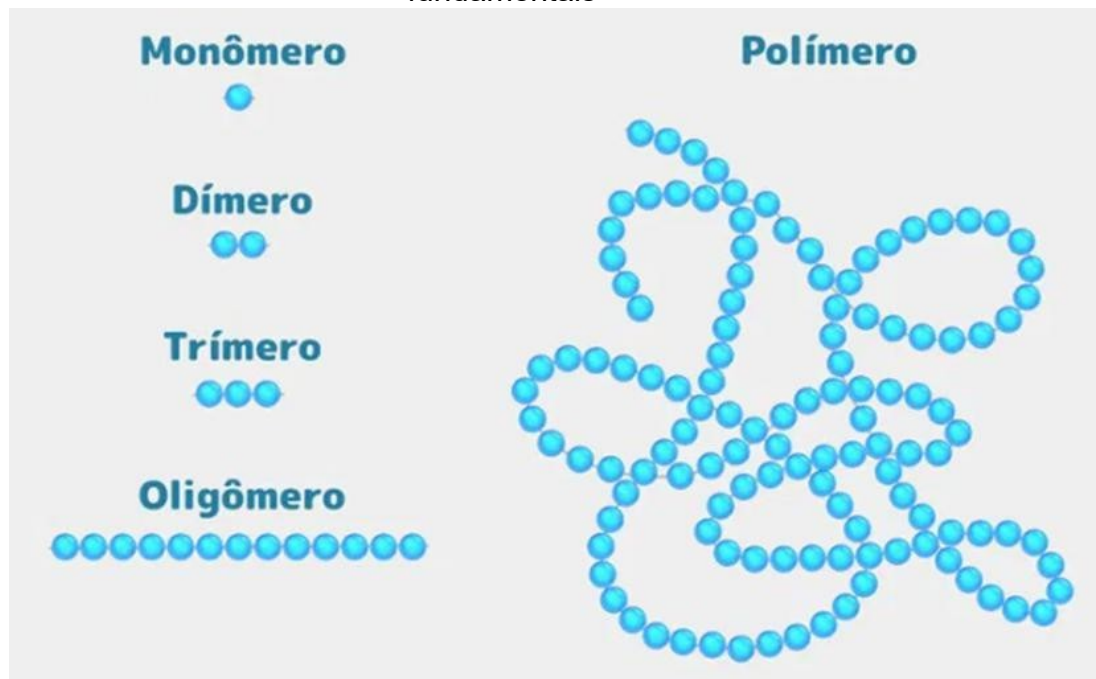
A palavra “polímero” tem origem no grego, onde “poly” significa muitos e “meros” partes, indicando desde sua etimologia a ideia de repetição estrutural.

Segundo Callister e Rethwisch (2016), os polímeros são compostos orgânicos que possuem longas cadeias moleculares como estrutura principal, formadas por repetição de pequenas unidades chamadas de monômeros. Essas unidades estruturais repetitivas se ligam por meio de ligações covalentes, formando macromoléculas.

Mano (1999) destaca que todas as substâncias denominadas polímeros são macromoléculas, embora nem todas as macromoléculas sejam polímeros. A grande maioria dos polímeros industrializados apresenta peso molecular entre 10^4 g/mol e 10^6 g/mol, sendo considerados materiais de engenharia, enquanto alguns polímeros naturais podem alcançar pesos moleculares superiores a 10^8 g/mol.

As macromoléculas são formadas pela repetição de unidades menores chamadas monômeros. Quando apenas duas ou três dessas unidades se associam, formam-se dímeros e trímeros, respectivamente. Conjuntos maiores, porém, ainda com baixo peso molecular, são denominados oligômeros. Apenas quando ocorre uma grande repetição das unidades obtém-se um polímero propriamente dito. A Figura 1 ilustra essas ligações.

Figura 1 – Esquema molecular da formação de polímeros por unidades fundamentais



Fonte: Kotz; Treichel, 2005.

3.2 Estrutura molecular dos polímeros

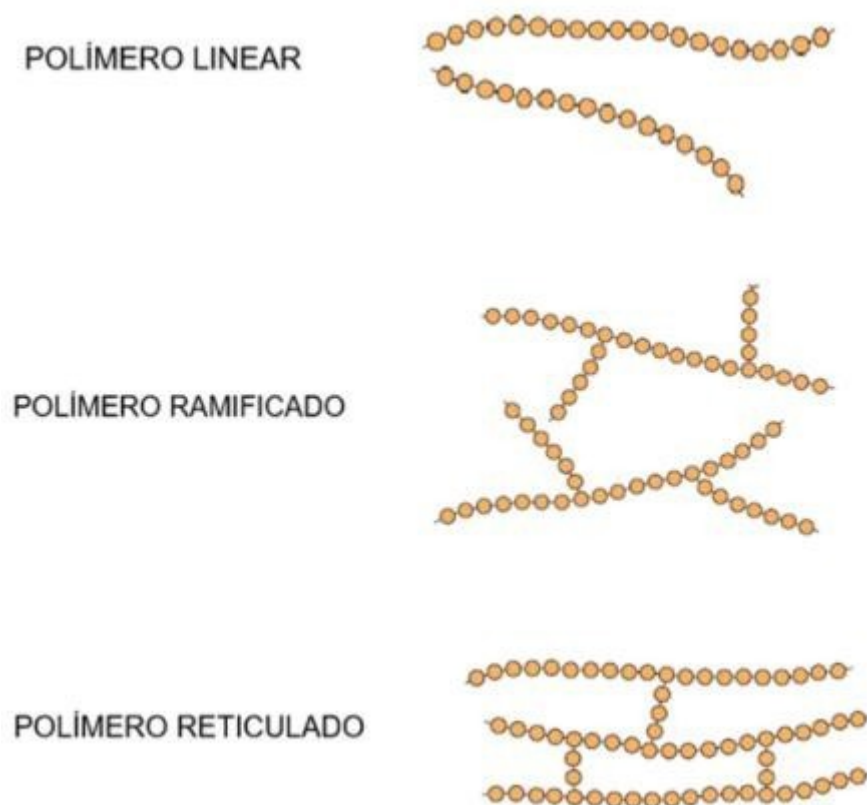
Os polímeros podem apresentar diferentes arquiteturas moleculares, sendo elas lineares, ramificadas ou reticuladas. Na estrutura linear, as cadeias são longas e contínuas, com os monômeros dispostos sequencialmente, semelhante a uma linha reta. Essa conformação confere maior densidade, cristalinidade e resistência mecânica, além de facilitar os processos de fusão e moldagem. Já os polímeros ramificados possuem cadeias laterais conectadas à cadeia principal, reduzindo sua porcentagem de cristalinidade e densidade, tornando-os mais flexíveis e menos resistentes mecanicamente do que os lineares (CALLISTER; RETHWISCH, 2016; RABELLO, 2023).

Embora apresentem diferentes arquiteturas moleculares, os polímeros lineares e ramificados podem ser classificados como termoplásticos. Essa classificação não depende unicamente do formato das cadeias poliméricas, mas, sobretudo, do tipo de interação existente entre elas. Nos termoplásticos, não há ligações covalentes entre as cadeias, o que permite sua fusão e posterior a moldagem por meio do aquecimento.

Os polímeros reticulados apresentam ligações covalentes entre diferentes cadeias principais, formando uma estrutura tridimensional rígida, resistente ao calor e insolúvel. Esses materiais não podem ser remoldados após a cura, o que os caracteriza como termofixos (CALLISTER; RETHWISCH, 2016).

No entanto, há casos em que a reticulação ocorre de forma menos densa e com maior flexibilidade entre as ligações cruzadas, originando materiais com alta elasticidade. Nesses casos, os polímeros reticulados são classificados como elastômeros, como ocorre na borracha vulcanizada, que, apesar de reticulada, apresenta capacidade de deformação reversível. Assim, a classificação dos polímeros reticulados depende da densidade da rede e das propriedades físicas resultantes de sua estrutura molecular. A Figura 2 ilustra a estrutura dos polímeros linear, ramificado e reticulados.

Figura 2 – Estrutura molecular dos polímeros



Fonte: Callister e Rethwisch, 2012.

Segundo Mano e Mendes (1999), os polímeros podem existir em estado amorfo ou em estado cristalino; na grande maioria dos casos, a estrutura do polímero se apresenta parcialmente amorfa ou cristalina. No primeiro caso, ocorre uma disposição desordenada das moléculas e no segundo, há uma ordenação tridimensional, isto é, existe cristalinidade. A cristalinidade pode ser conceituada como um arranjo ordenado de matéria no espaço, com repetição regular de grupos atômicos ou moleculares, no caso de polímeros, depende da estrutura química, do peso molecular e do tratamento físico, incluindo temperatura, tempo e forças a que foi submetido o material. A cristalinidade é geralmente medida em porcentagem.

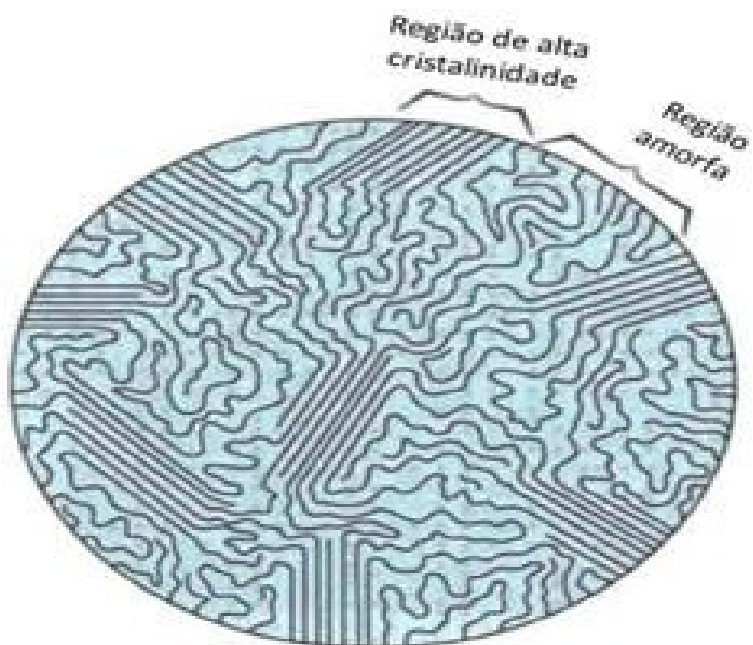
Callister Rethwisch (2016) destacam que as substâncias moleculares com moléculas pequenas (por exemplo, água e metano) são em geral totalmente cristalinas (como sólidos) ou totalmente amorfas (como líquidos). Em consequência de seu tamanho e de sua frequente complexidade, as moléculas dos polímeros são, normalmente, apenas parcialmente cristalinas (ou semicristalinas), com regiões cristalinas dispersas no material amorfo restante. Qualquer desordem ou falta de alinhamento na cadeia resultará em uma região amorfa, condição que é muito comum, uma vez que as torções, dobras e enrolamentos das cadeias atrapalham a correta ordenação de todos os segmentos de todas as cadeias.

Ainda segundo Callister e Rethwisch (2016), a massa específica de um polímero cristalino será maior que a de um polímero amorfo do mesmo material e com o mesmo peso molecular, uma vez que as cadeias estarão mais densamente compactadas na estrutura cristalina. O grau de cristalinidade em relação ao peso pode ser determinado a partir de medições precisas da massa específica. Para os polímeros lineares, a cristalização é obtida com facilidade, pois existem poucas restrições para atrapalhar o alinhamento das cadeias. Qualquer ramificação lateral interfere com a cristalização, por isso, os polímeros ramificados nunca são altamente cristalinos e com efeito, a presença excessiva de ramificações pode prevenir por completo a cristalização. A maioria dos polímeros reticulados, com ligações cruzadas, é quase totalmente amorfa, uma vez que essas ligações impedem o rearranjo e o alinhamento das cadeias poliméricas em uma estrutura cristalina. Apenas alguns poucos polímeros com ligações cruzadas apresentam cristalinidade parcial.

Essa organização estrutural influencia também o comportamento anisotrópico ou isotrópico dos polímeros. Um material isotrópico apresenta

propriedades físicas e mecânicas semelhantes em todas as direções, o que ocorre geralmente em polímeros amorfos ou semicristalinos com orientação aleatória das cadeias. Já os polímeros anisotrópicos apresentam propriedades que variam conforme a direção, sendo essa condição comum em materiais nos quais as cadeias poliméricas estão parcialmente orientadas, como ocorre durante certos processos de extrusão ou moldagem por injeção (CALLISTER; RETHWISCH, 2016). A Figura 3 mostra um dos modelos que foram propostos para descrever o arranjo espacial das cadeias moleculares em cristais de polímeros, sendo esse um dos mais antigos, descrito como modelo do micélio com borda. Esse modelo propõe que um polímero semicristalino é composto por pequenas regiões cristalinas (cristalitos, ou micélios), que têm um alinhamento preciso, e são envolvidas por uma matriz amorfa composta por moléculas aleatoriamente orientadas. Dessa forma, uma única molécula da cadeia poderia passar através de vários cristalitos, e pelas regiões amorfas intermediárias (CALLISTER, 1999).

Figura 3 – Cristalinidade de polímeros



Fonte: Callister, 1999.

Outro fator estrutural de grande relevância nos polímeros semicristalinos é o arranjo tático, ou taticidade, que corresponde à distribuição espacial dos grupos

substituintes ao longo da cadeia principal do polímero. Essa organização exerce influência direta sobre a capacidade de cristalização do material, afetando propriedades como densidade, rigidez e resistência térmica (MANO; MENDES, 1999).

Conforme Callister e Rethwisch (2016), a taticidade pode ser classificada em três tipos principais: isotática, quando todos os grupos substituintes estão no mesmo lado da cadeia; sindiotática, quando os grupos se alternam regularmente de lado; e atática, quando os substituintes estão dispostos de maneira aleatória.

Os polímeros isotáticos e sindiotáticos tendem a apresentar maior grau de cristalinidade devido à regularidade que permite o empacotamento ordenado das cadeias. Já os polímeros atáticos, pela desordem estrutural, são geralmente amorfos, com menor resistência mecânica e menor temperatura de fusão (CALLISTER; RETHWISCH, 2016).

A tática do arranjo molecular é determinada principalmente pelas condições da reação de polimerização e pelo tipo de catalisador utilizado. Assim, controlar a taticidade é uma estratégia fundamental para a engenharia de materiais com propriedades específicas, especialmente na fabricação de termoplásticos como o polipropileno (PP), em que o grau de isotaticidade influencia diretamente sua aplicabilidade industrial (MANO; MENDES, 1999).

3.3 Classificação dos polímeros

Os polímeros dividem-se em dois grandes grupos: naturais e sintéticos. Os naturais são obtidos de fontes vegetais ou animais, como a celulose, o amido, a seda e a borracha natural. Já os sintéticos são produzidos por meio de reações químicas a partir de derivados do petróleo, que constituem a matéria-prima básica.

Essas reações responsáveis pela formação dos polímeros são denominadas polimerizações, nas quais pequenas moléculas, conhecidas como monômeros, se ligam por meio de ligações covalentes, formando longas cadeias macromoleculares. Quando a cadeia polimérica é formada a partir da repetição de um único tipo de monômero, obtém-se um homopolímero. Por outro lado, quando dois ou mais tipos diferentes de monômeros são combinados na mesma cadeia, forma-se um copolímero, cujas propriedades são resultantes da contribuição específica de cada componente. A depender da estrutura dos monômeros e das condições do

processo, a polimerização pode ocorrer por diferentes mecanismos, sendo os principais a adição e a condensação (CALLISTER; RETHWISCH, 2016).

A polimerização por adição, também chamada de polimerização em cadeia, é caracterizada pela ligação sucessiva de unidades monoméricas, uma a uma, formando uma macromolécula linear. O produto final é um múltiplo exato do monômero original (AKCELRUD, 2007; CALLISTER; RETHWISCH, 2016).

Em muitos polímeros obtidos por esse processo, como o polipropileno (PP) e o poliestireno (PS), observa-se uma configuração preferencial de ligação entre os monômeros, denominada cabeça-cauda, na qual o grupo substituinte (como o grupo metila $-CH_3$ no caso do PP) se liga alternadamente às extremidades opostas da cadeia principal. Essa organização reduz tensões na cadeia e contribui para melhores propriedades mecânicas e estruturais do polímero (CALLISTER; RETHWISCH, 2016).

Já a polimerização por condensação, também conhecida como reação em etapas, ocorre por meio de reações químicas intermoleculares entre diferentes espécies de monômeros ou entre monômeros iguais, com liberação de pequenas moléculas subproduto, como água ou metanol (CALLISTER; RETHWISCH, 2016).

3.4 Polímeros sintéticos

A partir da Segunda Guerra Mundial, aconteceu uma verdadeira explosão no desenvolvimento e aplicação dos polímeros sintéticos, com a criação de materiais como polietileno (PE), poliestireno (PS), polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC) e o Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS). Cada polímero tem suas propriedades e usos específicos que vieram a revolucionar os setores como; embalagens, construção civil, medicina, eletrônica e, principalmente, a indústria automotiva.

Entre os polímeros sintéticos, destacam-se os termoplásticos, que possuem a capacidade de serem moldados e remoldados por meio do aquecimento, como é o caso do Polipropileno (PP) e do Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS).

O desempenho dos materiais se relaciona com uma série de características significativas, que podem ser distribuídas em 3 grandes grupos: as propriedades físicas, as propriedades químicas e as propriedades físico-químicas (MANO, 1991).

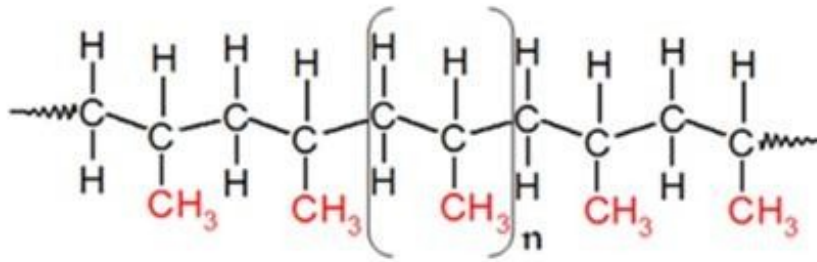
Conforme Mano (1991), as propriedades físicas dos materiais são aquelas que não envolvem alterações na estrutura molecular da substância. Entre elas, destacam-se as propriedades mecânicas, térmicas, elétricas e ópticas. Já as propriedades químicas, diretamente relacionadas às aplicações dos polímeros, referem-se à resistência que esses materiais apresentam frente a agentes como oxigênio (oxidação), calor, radiação ultravioleta, água, ácidos, bases, solventes e reagentes químicos. Por fim, as propriedades físico-químicas ganham relevância pela capacidade de permeabilidade dos polímeros a gases e vapores.

Dentro das propriedades mecânicas temos: resistência à tração, módulo de elasticidade, alongamento na ruptura, resistência ao impacto e dureza (Shore D). Mano (1991), afirma que as propriedades mecânicas dizem respeito à maneira como os materiais respondem a forças ou cargas aplicadas. Elas indicam a capacidade dos materiais de sofrerem deformações, sejam elas temporárias (reversíveis) ou permanentes (irreversíveis) e de resistirem à ruptura.

3.5 O polímero polipropileno (PP)

O polipropileno (PP) surgiu na década de 1950, a partir da polimerização do monômero propileno (C_3H_6), um hidrocarboneto insaturado derivado do petróleo. Trata-se de um polímero termoplástico semicristalino pertencente à família das poliolefinas, grupo de polímeros obtidos a partir de hidrocarbonetos alifáticos insaturados, com ligações duplas carbono-carbono. O PP é classificado como um homopolímero linear, por ser constituído exclusivamente por unidades repetitivas de propileno, organizadas em cadeias lineares de átomos de carbono, com grupos metila ($-CH_3$) ligados a cada unidade monomérica. A Figura 4 apresenta essa estrutura química. Estrutura essa que confere ao material boa rigidez, resistência química e facilidade de processamento (CALLISTER; RETHWISCH, 2016).

Figura 4 – Estrutura do polímero PP



Fonte: Autoria própria, 2025.

Segundo Vieira e Beal (2019), o PP destaca-se por apresentar baixa densidade (cerca de 0,90 g/cm³), excelente resistência à fadiga, boa estabilidade térmica e resistência a agentes químicos, o que o torna um dos plásticos mais utilizados mundialmente. (CANEVAROLO,2006)

Além disso, o material é fácil de processar e pode ser moldado por diversos métodos industriais, como injeção, extrusão e termoformagem (VIEIRA; BEAL, 2019).

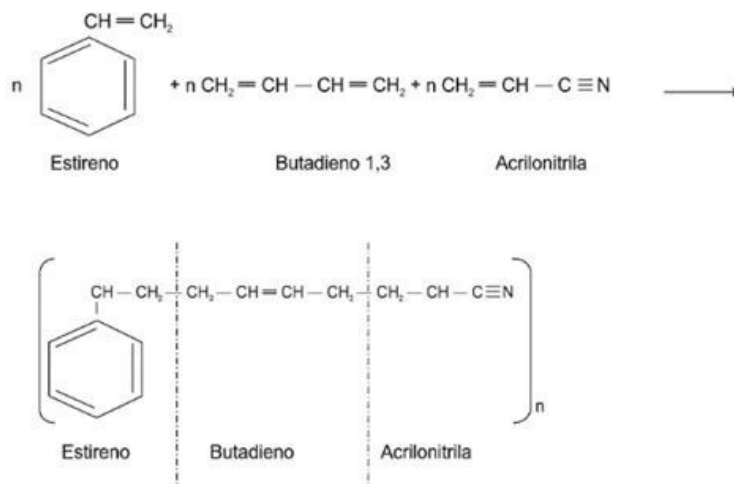
O comportamento mecânico do PP pode ainda ser modificado por meio da adição de cargas minerais, fibras ou copolímeros, o que permite ampliar sua aplicabilidade e adaptabilidade a diferentes exigências técnicas, mantendo seu custo competitivo e sua viabilidade industrial (VIEIRA; BEAL, 2019).

3.6 O polímero Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS)

O Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) é um copolímero termoplástico amorfo, desenvolvido por volta da década de 1940, com o propósito de reunir em um único material propriedades como resistência ao impacto, estabilidade térmica e bom acabamento superficial. Sua síntese envolve a polimerização em enxerto de estireno e acrilonitrila sobre uma fase elastomérica de polibutadieno, seguida da formação do copolímero SAN (estireno-acrilonitrila), o qual atua como matriz contínua. Apesar de ser composto por três monômeros — acrilonitrila (C₃H₃N), butadieno (C₄H₆) e estireno (C₈H₈) —, o ABS é classificado como um copolímero e não um terpolímero, pois não há uma sequência alternada dos três monômeros em uma única cadeia linear, mas sim uma estrutura de copolímeros distintos (SAN + enxerto com butadieno). Sua configuração molecular é predominantemente linear e

desordenada, o que favorece o desempenho térmico e mecânico do material, ao mesmo tempo em que o caracteriza como um polímero amorfo e isotrópico. Essa isotropia significa que o ABS apresenta propriedades físicas e mecânicas semelhantes em todas as direções, o que é desejável em aplicações que exigem desempenho uniforme sob diferentes orientações de esforço. Além disso, apresenta densidade na faixa de 1,01 a 1,05 g/cm³, característica que contribui para seu equilíbrio entre leveza e resistência. A Figura 5 ilustra a estrutura química desses monômeros (WIEBECK; HARADA, 2005).

Figura 5 – Estrutura do polímero ABS



Fonte: Soares Elias, 2021.

As propriedades dos polímeros são determinadas pelos monômeros que os compõem, variando conforme a concentração de cada um deles. No caso do ABS, sua composição típica é de 25% de acrilonitrila, 20% de butadieno e 55% de estireno. Cada um desses monômeros confere características específicas ao material, conforme apresentado na Tabela 1 (WIEBECK; HARADA, 2005).

Tabela 1 – Concentração e funcionalidade dos monômeros nas propriedades do ABS

Acrilonitrila fornece	Estireno fornece	Butadieno fornece
Resistências térmica e Química	Brilho, moldabilidade e rigidez	Resistência ao impacto e alongamento

Fonte: Adaptado de WIEBECK; HARADA, 2005.

O polímero ABS apresenta boa resistência à tração e ao impacto, bem como elevada dureza e módulo de elasticidade em uma ampla faixa de temperatura, variando de -40 °C a +150 °C. A excelente resistência ao impacto é atribuída às partículas de butadieno enxertadas na cadeia principal do polímero. A dureza do material é influenciada pela composição: é inversamente proporcional ao teor de butadieno e diretamente proporcional ao teor de acrilonitrila, ou seja, quanto maior a concentração de butadieno, menor será a dureza, ao passo que o aumento da acrilonitrila resulta em maior dureza da resina (WIEBECK; HARADA, 2005).

Ainda segundo (WIEBECK; HARADA, 2005), a resistência à tração no escoamento varia de 31,03 MPa a 55,16 MPa ou (4 500 a 8 000 psi), porém possui menor resistência à tensão que alguns termoplásticos, especialmente os polímeros cristalinos como o poliacetal e a poliamida.

3.7 A relevância da aplicação dos polímeros de engenharia PP e ABS na indústria automotiva

Após a Segunda Guerra Mundial, o uso de plásticos no setor automotivo passou por uma transformação significativa. O desenvolvimento de combustíveis derivados do petróleo de baixo custo viabilizou o acesso a uma matéria-prima uniforme e economicamente viável para a produção de plásticos, ampliando as possibilidades de sua aplicação na indústria automobilística. (RODRIGUES, 2024).

Historicamente, o plástico começou a ser incorporado aos automóveis com o objetivo de reduzir o peso total dos veículos, substituindo materiais tradicionais como metais e vidro. Essa substituição é estratégica, pois veículos mais leves consomem menos combustível, emitem menos poluentes e apresentam melhor desempenho nas estradas. Atualmente, estima-se que cerca de um terço dos componentes dos carros modernos seja composto por plásticos, evidenciando sua importância na engenharia automotiva contemporânea.

No contexto industrial, os polímeros termoplásticos destacam-se como os principais representantes do grupo dos plásticos. De acordo com Hemais (2003), esses materiais têm ganhado relevância crescente, impulsionados tanto por razões econômicas quanto tecnológicas. O autor ainda ressalta que os plásticos apresentam elevado grau de confiabilidade e segurança, além de diversas

vantagens em relação aos materiais convencionais, como o aço, o alumínio e o vidro. (HEMAIS, 2003).

Segundo Hemais (2003), os polímeros sintéticos termoplásticos podem ser classificados em três grandes grupos, conforme seu grau de diferenciação, escala de produção, nível de consumo e valor agregado: polímeros para usos gerais (commodities), para usos específicos (quasi-commodities) e de alto desempenho (especialidades). Os polímeros do tipo commodity, como o polietileno, o PP, o poli (cloreto de vinila) e o poliestireno, são produzidos em larga escala, têm baixo valor agregado, pouca diferenciação e ampla aplicação. Já os quasi-commodities, como o PET, as poliamidas, o ABS, o SAN, os poliuretanos e o policarbonato, também são produzidos em grande volume, mas apresentam propriedades específicas que os tornam ideais para certas aplicações. Por fim, os polímeros de especialidades, como o PEEK (polieteretercetona), o PPS (sulfeto de polifenileno), as LCPs (polímeros de cristal líquido) e o PSU (polissulfona), são destinados a aplicações de alto desempenho, onde se exigem propriedades superiores, como resistência térmica, química e mecânica. A Tabela 2 demonstra a classificação desses três grupos.

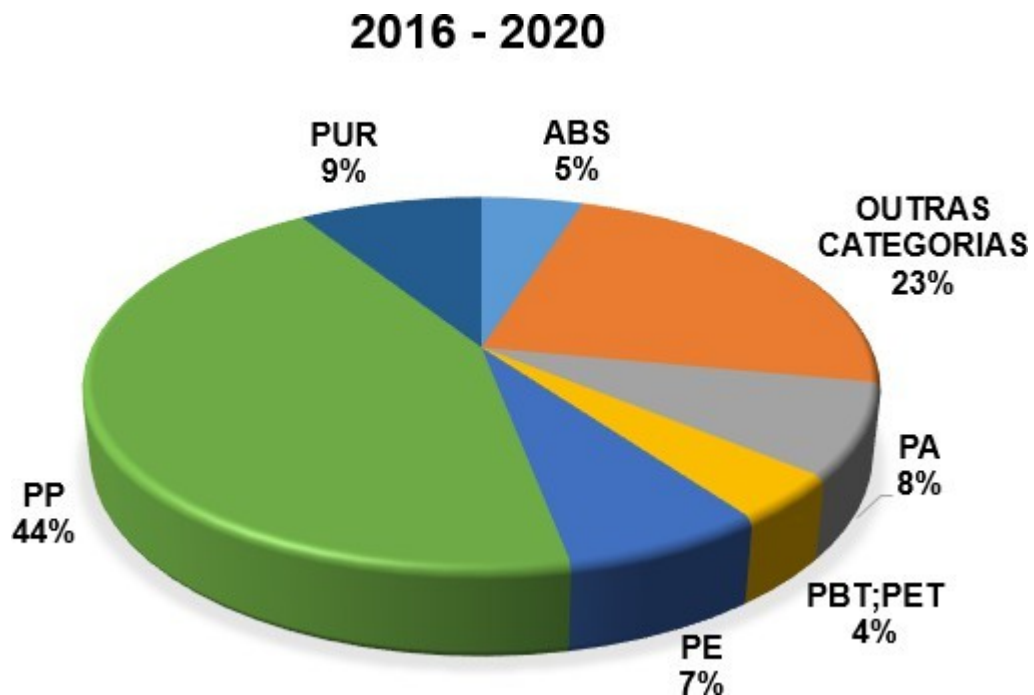
Tabela 2 – Classificação dos polímeros sintéticos termoplásticos

CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS	EXEMPLOS DE POLÍMEROS
Commodities	Produzidos em larga escala, baixo valor agregado, pouca diferenciação, ampla aplicação	PE, PP, PVC, PS
Quase-commodities	Grande volume de produção, propriedades específicas para certas aplicações	PBT, PET, PA, ABS, SAN, PUR, PC
Especialidades	Alto desempenho, alto valor agregado, propriedades térmicas, químicas e mecânicas superiores	PEEK, PPS, LCPs, PSU

Fonte: Autoria própria, 2025.

Segundo dados da associação Plastics Europe (2018), um automóvel moderno médio, com massa aproximada de 1.500 kg, é composto entre 12% e 15% de materiais plásticos. Isso equivale a mais de 2.000 peças plásticas de diferentes formatos e tamanhos, como faróis, para-choques, componentes do motor, painéis internos, encostos de cabeça, interruptores, cliques, tetos panorâmicos, bancos, airbags e cintos de segurança. Complementando essa informação, a Figura 6 apresenta dados que indicam os seis principais polímeros utilizados em veículos fabricados entre 2016 e 2020, considerando diferentes configurações de trem de força (powertrain).

Figura 6 – Distribuição percentual dos polímeros utilizados em automóveis entre 2016 e 2020



Fonte: Adaptado de TABELINI *et al.*, 2020.

No geral, os polímeros sintéticos são amplamente utilizados na indústria automobilística devido à combinação única de leveza e propriedades mecânicas adequadas, como alta resistência ao impacto, boa rigidez, resistência à tração e ao desgaste, além da capacidade de absorver energia, características essenciais para peças como para-choques, painéis, suportes e acabamentos internos. Entre esses materiais, destacam-se o polipropileno (PP) e o acrilonitrila butadieno estireno

(ABS), que se sobressaem por suas excelentes propriedades mecânicas e ampla aplicabilidade no setor automotivo. Esses polímeros também apresentam excelente processabilidade e estabilidade dimensional, o que permite a fabricação de componentes complexos e com bom acabamento superficial.

Como destaca Callister e Rethwisch (2012), os polímeros têm se tornado componentes estruturais e funcionais essenciais nos projetos automotivos modernos, devido à sua capacidade de oferecer desempenho mecânico satisfatório aliado à leveza e à versatilidade de aplicação.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo teórico, de natureza qualitativa e caráter comparativo e descritivo. O método adotado foi o da pesquisa bibliográfica, com o objetivo de reunir, organizar e interpretar informações técnicas já publicadas sobre as propriedades mecânicas dos polímeros Polipropileno (PP) e Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), com foco nos parâmetros resistência à tração, módulo de elasticidade, alongamento na ruptura, resistência ao impacto e dureza (Shore D).

O levantamento bibliográfico foi realizado a partir da consulta a livros técnicos, artigos científicos, manuais de engenharia de materiais.

Foram selecionadas fontes com reconhecida autoridade científica, publicadas entre os anos de 1991 e 2025. Os dados foram organizados em tabela comparativa, permitindo visualizar e discutir as diferenças e semelhanças entre os dois polímeros em relação às propriedades mecânicas analisadas.

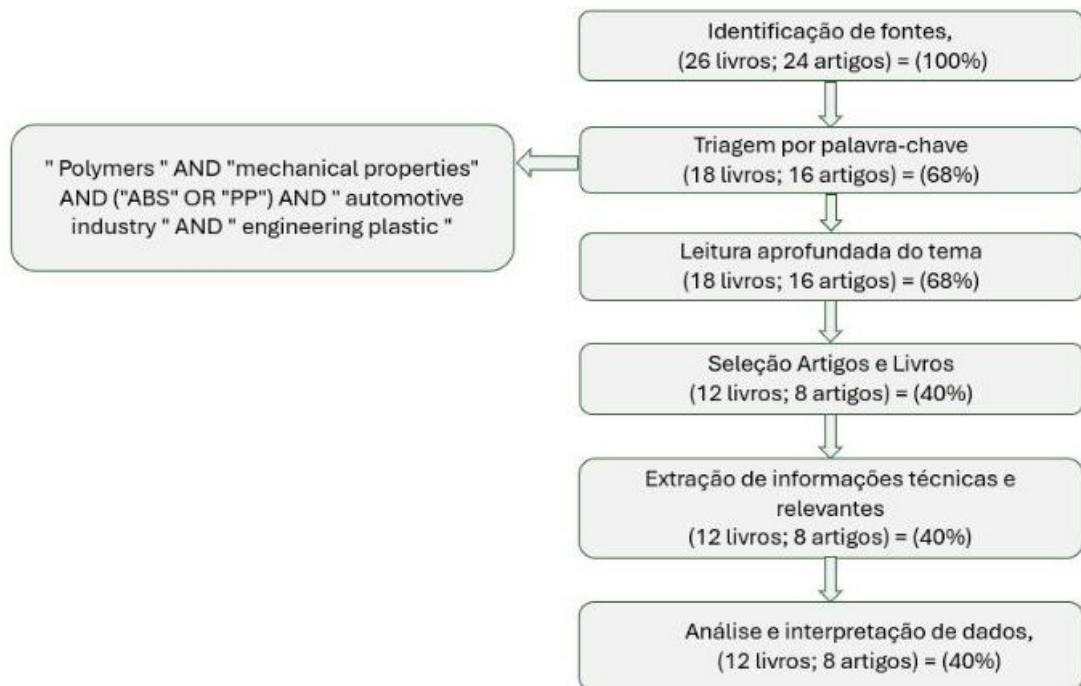
A coleta de informações envolveu a alternância entre uma leitura objetiva e rápida, voltada para a identificação da contribuição potencial de cada estudo para esta pesquisa, e também leituras mais seletivas e aprofundadas, garantindo a consistência e a qualidade dos conteúdos utilizados. Para assegurar a fidelidade dos dados e o embasamento teórico, todas as fontes consultadas, incluindo os artigos online foram devidamente registrados, com o nome dos autores e anos de publicação e os mesmos constam nas referências bibliográficas desse trabalho.

O processo metodológico foi dividido nas seguintes etapas, levantamento conceitual sobre polímeros e propriedades mecânicas relevantes, análise individual das características técnicas do PP e do ABS, comparação dos dados obtidos com

base em fontes técnicas confiáveis, interpretação dos resultados no contexto da aplicação dos materiais na indústria automotiva.

A partir dessas etapas, buscou-se identificar o perfil técnico mais adequado de cada polímero para determinadas exigências estruturais, contribuindo com uma análise comparativa de valor para o setor de engenharia de materiais. Na Figura 7 ilustra processo metodológico utilizado.

Figura 7 – Fluxograma do processo metodológico



Fonte: Autoria própria, 2025.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O uso de plásticos na indústria automotiva proporciona vantagens econômicas, refletidas na redução do consumo de combustível e na diminuição dos custos de produção. Além disso, possibilita maior sofisticação no design, adoção de soluções inovadoras e aprimoramento da segurança veicular. Quando existe a análise com mais detalhadamente, considerando os polímeros empregados entre 2016 e 2020, nota-se que predominam os commodities, como o polipropileno (PP), que representou cerca de 44% do volume total de polímeros aplicados no setor, e o polietileno (PE), com 7%. Entre os quase-commodities, destacam-se o acrilonitrila

butadieno estireno (ABS) com 5%, as poliamidas (PA) com 8%, os poliuretanos (PUR) com 9% e o poli (butileno tereftalato) e poli (tereftalato de etileno), (PBT; PET) com 4%, ficando outras categorias responsáveis por 23%. Com base em uma análise geral de um automóvel moderno, com massa próxima de 1.500 kg, os polímeros correspondem de 12% a 15% do peso total, o que equivale a mais de 2.000 peças de diferentes formatos e tamanhos, reforçando a importância e a necessidade de compreender suas propriedades para uma seleção precisa e eficiente em cada aplicação (HEMAIS, 2003; TABELINI, 2020).

Segundo Mano (1991), as propriedades mecânicas são fundamentais para determinar a resposta dos materiais às influências externas de natureza mecânica, influenciando diretamente seu desempenho em diversas aplicações. Essas propriedades revelam a capacidade dos materiais de suportar esforços, deformar-se de forma reversível ou irreversível, e resistir à fratura, sendo essenciais para a seleção adequada dos materiais em projetos e processos industriais.

Sendo as principais propriedades mecânicas, a resistência à tração; o módulo de elasticidade; o alongamento na ruptura; a resistência ao impacto e a dureza (medida pela escala Shore D). A avaliação dessas propriedades segue as normas técnicas padronizadas da ASTM e da ISO, por meio de métodos específicos para caracterização de materiais poliméricos, com o uso de máquinas apropriadas para cada ensaio.

5.1 Resistência a tração

A resistência à tração, também chamada de resistência à ruptura, representa a máxima tensão que o material pode suportar antes de se romper, sendo expressa como a carga aplicada por unidade de área (geralmente em Megapascal – MPa) no instante da ruptura. Essa propriedade é fundamental na seleção de polímeros para aplicações estruturais ou mecânicas, uma vez que indica a capacidade do material de resistir a forças de tração sem sofrer falhas (MANO, 1991).

Para a determinação dessa propriedade, foram seguidas as normas ASTM D638 e ISO 527-1 / ISO 527-2, utilizando-se a máquina Extensômetro Ilustrada na Figura 8. Para materiais rígidos, como metais e plásticos de baixo alongamento, costumam medir deformações na faixa de $\pm 2,5\%$ a $\pm 10\%$. Já para materiais flexíveis e com maior deformação, como elastômeros, os extensômetros utilizados podem

medir alongamentos de até $\pm 50\%$ ou mais, garantindo assim a precisão necessária para diferentes tipos de ensaios. Destacando os dois polímeros PP e o ABS, e comparando esses materiais, observa-se que o polipropileno (PP) apresenta uma resistência à tração aproximada de 36 MPa, enquanto o acrilonitrila butadieno estireno (ABS) alcança cerca de 58 MPa. Essa diferença significativa indica que o ABS possui maior capacidade de suportar esforços de tração antes da ruptura, o que o torna mais adequado para aplicações que exigem maior desempenho mecânico, especialmente em componentes sujeitos a solicitações estruturais mais intensas.

Figura 8 – Máquina Universal de Ensaio de Tração – Extensômetro



Fonte: Autoria própria, 2025.

5.2 Módulo de elasticidade

O módulo de elasticidade, também conhecido como módulo de Young, é uma medida da rigidez de um material. Segundo Mano (1991), ele corresponde à razão entre a tensão e a deformação na região elástica da curva tensão- deformação, indicando o quanto o material se deforma elasticamente quando submetido a uma carga. Quanto maior o módulo, mais rígido é o material, ou seja, menor será sua deformação sob tensão. Essa propriedade, expressa em Megapascal (MPa), é determinada por meio de ensaios mecânicos realizados conforme as normas ASTM D638 e ISO 527-1 / ISO 527-2, utilizando-se a máquina Extensômetro ilustrada na Figura 8.

No caso do polipropileno (PP) e do acrilonitrila butadieno estireno (ABS), observa-se uma diferença significativa nos valores do módulo de elasticidade, sendo aproximadamente 1550 MPa para o PP e 2700 MPa para o ABS. Essa diferença indica que o ABS apresenta maior rigidez e, portanto, sofre menor deformação elástica quando submetido a uma mesma carga. Em aplicações automotivas e estruturais, essa propriedade é fundamental, pois influencia diretamente a estabilidade dimensional, a resistência ao empenamento e a capacidade do componente de manter sua forma sob tensões mecânicas.

5.3 Alongamento na ruptura

O alongamento na ruptura é uma medida da deformação plástica, expressa em porcentagem (%), que um material pode suportar antes de se romper, indicando o quanto ele é capaz de se esticar sob tração até atingir o ponto de fratura. Na seleção de materiais para aplicações mecânicas, essa propriedade é especialmente relevante, pois um alto alongamento na ruptura pode ser desejável em situações que exigem absorção de impactos, resistência a deformações permanentes sem ruptura e manutenção da integridade estrutural em peças submetidas a esforços repetidos (MANO, 1991).

Os ensaios de tração são realizados conforme as normas ASTM D638 e ISO 527-1 / ISO 527-2, utilizando a máquina extensômetro ilustrada na Figura 8.

Segundo Callister e Rethwisch (2016), os materiais polipropileno (PP) e acrilonitrila butadieno estireno (ABS) apresentam alongamentos na ruptura aproximados de 600% e 31%, respectivamente. Essa diferença expressiva evidencia que o PP possui maior ductilidade, sendo mais adequado para aplicações que exigem alta deformabilidade e absorção de energia, como para-choques e elementos com geometria funcional. Já o ABS, por apresentar menor alongamento, é mais indicado para componentes que exigem rigidez dimensional e desempenho estrutural, como suportes e painéis automotivos.

5.4 Resistência ao impacto

A resistência ao impacto é uma medida da capacidade de um material absorver energia quando submetido a uma carga súbita, sem se romper. De acordo com Mano (1991), essa propriedade está relacionada à tenacidade do material e à sua capacidade de deformar plasticamente sob impacto, sendo especialmente relevante para polímeros usados em aplicações que envolvem choques ou quedas.

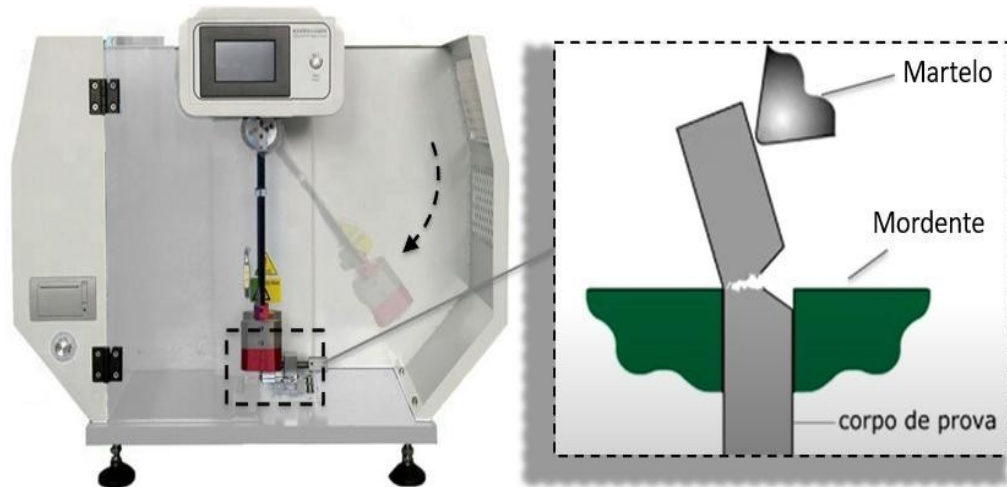
Segundo Dornelles e Atolino (2006), a resistência ao impacto no sistema Charpy, embora não seja tão difundida em território nacional, possui ampla aceitação no contexto industrial europeu. Esse procedimento apresenta semelhanças significativas com o método Izod, diferenciando-se principalmente pela orientação do corpo de prova durante o ensaio, sendo este disposto horizontalmente, ao passo que no método Izod o posicionamento é vertical.

Para a determinação dessa propriedade, são seguidas as normas ASTM D256 e ISO 180, utilizando-se o teste de impacto tipo Izod, conforme ilustrado na Figura 9. Para amostras com baixa energia de ruptura, é recomendado o uso de pêndulos com menor capacidade, equivalentes a cerca de 5 a 10 kJ/m². Já para materiais com maior resistência ao impacto, podem ser utilizados pêndulos com capacidade correspondente a acima de 20 até 250 kJ/m², dependendo da espessura e tipo do polímero analisado.

Comparando os materiais poliméricos polipropileno (PP) e acrilonitrila butadieno estireno (ABS), observa-se que o PP apresenta resistência ao impacto em torno de 11,75 kJ/m², enquanto o ABS atinge aproximadamente 36 kJ/m².

Essa diferença significativa indica que o ABS possui maior capacidade de absorver energia antes da fratura, o que o torna mais adequado para aplicações que exigem maior resistência a impactos, como componentes automotivos expostos a choques mecânicos frequentes.

Figura 9 – Máquina de Ensaio de impacto – Pêndulo Izod



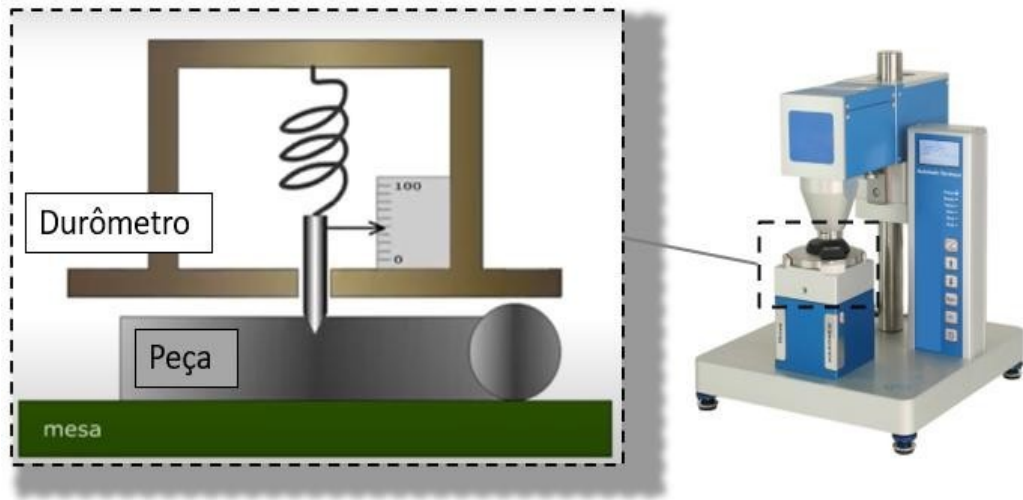
Fonte: Autoria própria, 2025.

5.5 Dureza (Shore D)

A dureza é uma propriedade mecânica que expressa a resistência de um material à deformação permanente, especialmente à penetração, ao riscamento ou ao desgaste superficial. Segundo Mano (1991), a dureza é determinada por meio de ensaios específicos, como Shore, Brinell, Rockwell ou Vickers, dependendo do tipo de material. No caso dos polímeros, é comum o uso da escala Shore, especialmente a Shore D para materiais mais rígidos. Isso se deve ao fato de que esse método utiliza uma força padrão aproximadamente 50 N (newtons) e um penetrador com ponta de diamante cônica com ângulo de 30° e mola com maior carga. Os ensaios de dureza Shore D seguem as normas ASTM D2240 e ISO 868, sendo realizados com o auxílio de um Testador de Dureza Shore, ilustrado na Figura 10.

Os valores obtidos na escala Shore são adimensionais e variam de 0 a 100, indicando que quanto maior o valor, maior a resistência do material à penetração. Comparando os materiais PP e ABS, o polipropileno (PP) apresenta dureza Shore D aproximada de 75, enquanto o acrilonitrila butadieno estireno (ABS) alcança valores em torno de 80. Essa diferença indica que o ABS possui maior rigidez superficial, o que o torna mais adequado para aplicações que exigem maior resistência ao desgaste, ao impacto ou ao contato constante com outras superfícies, como componentes de revestimento ou peças submetidas a atrito frequente.

Figura 10 – Máquina de Ensaio de Dureza Shore



Fonte: Autoria própria, 2025.

5.6 Comparação das propriedades mecânicas do PP e ABS

A comparação entre os polímeros Polipropileno (PP) e Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) mostra diferenças significativas em termos de desempenho mecânico, o que pode justificar a escolha estratégica de cada um em aplicações distintas no setor automotivo. A Tabela 3 apresenta as principais propriedades mecânica dos dois polímeros PP e ABS, sem contemplar aditivos ou blendas, o que foi destacado nesta pesquisa, baseada na coleta de dados presentes no referencial teórico utilizado.

Tabela 3 – Propriedades Mecânicas dos polímeros PP e ABS

Propriedade	Norma Técnica	Unidade de medida	Polipropileno (PP)	Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS)	Referência
Resistência à tração	ASTM D638	MPa	33,10 – 37,92	38 – 58	Smith 2012, Wieberck, 2005
Módulo de Elasticidade	ASTM D638	MPa	1.140 – 1.550	1.900 – 2.700	Smith; Hashemi 2012, Wieberck, 2005

Alongamento na ruptura	ASTM D638	%	100 – 600	20 – 31	Callister; Rethwisch 2016, Wieberck, 2005
Resistência ao impacto	ASTM D256	kJ/m ²	2,13 – 11,75	12 – 36	Smith; Hashemi 2012, Wieberck, 2005
Dureza	ASTM D2240	(Shore D)	60 – 75	68 – 80	Service GMBH Merseburg, 2023

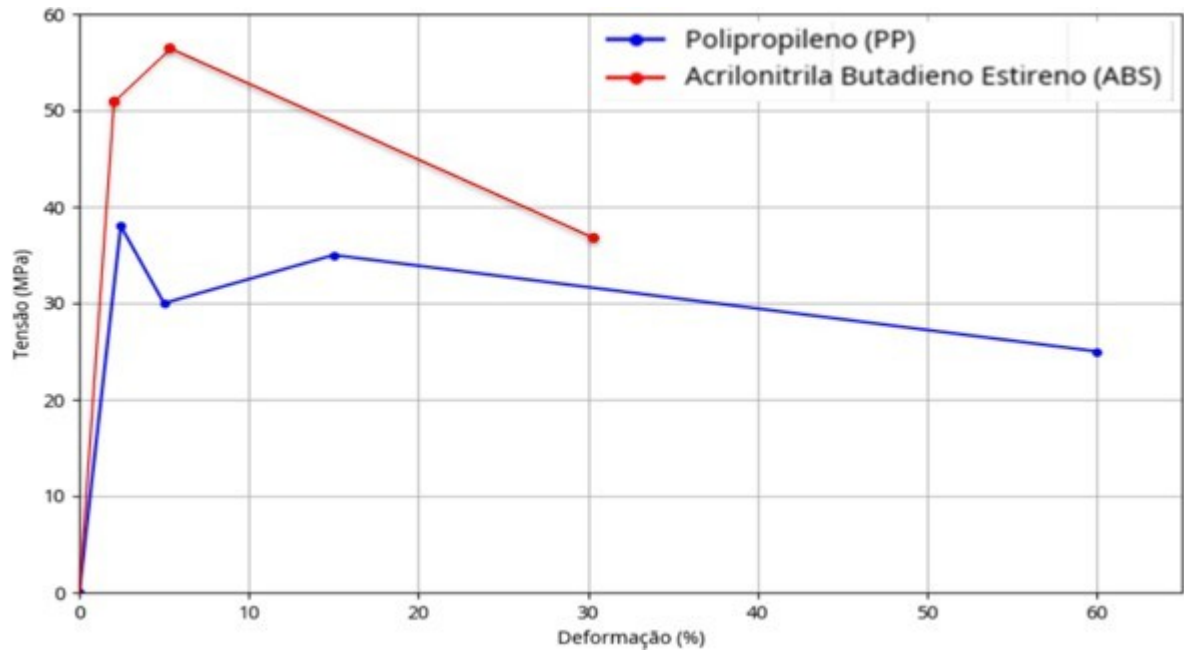
Fonte: Autoria própria, 2025.

As informações apresentadas na Tabela 3, que compara as propriedades mecânicas dos polímeros PP e ABS, fornecem uma visão direta e precisa desses materiais. No entanto, uma compreensão mais ampla de seu desempenho exige também a análise dos respectivos gráficos. Enquanto a Tabela 3 sintetiza os dados de forma objetiva, a Figura 11 ilustra o comportamento por meio da curva tensão–deformação. As curvas obtidas indicam que o ABS se caracteriza por maior rigidez e resistência quando submetido à tração, atributos que conferem estabilidade estrutural ao material. Por sua vez, o PP apresenta comportamento distinto, evidenciado pela elevada capacidade de deformação antes da ruptura, o que demonstra sua ductilidade e capacidade de absorção de energia mecânica.

Essa diferença de desempenho justifica a escolha de cada polímero em aplicações automotivas específicas: o ABS é preferido em componentes que demandam robustez e qualidade estética, enquanto o PP é mais adequado em peças que requerem leveza, flexibilidade e redução de custos produtivos. Já a Figura 12 apresenta essas propriedades de forma visual, permitindo identificar padrões, variações e relações de maneira mais intuitiva.

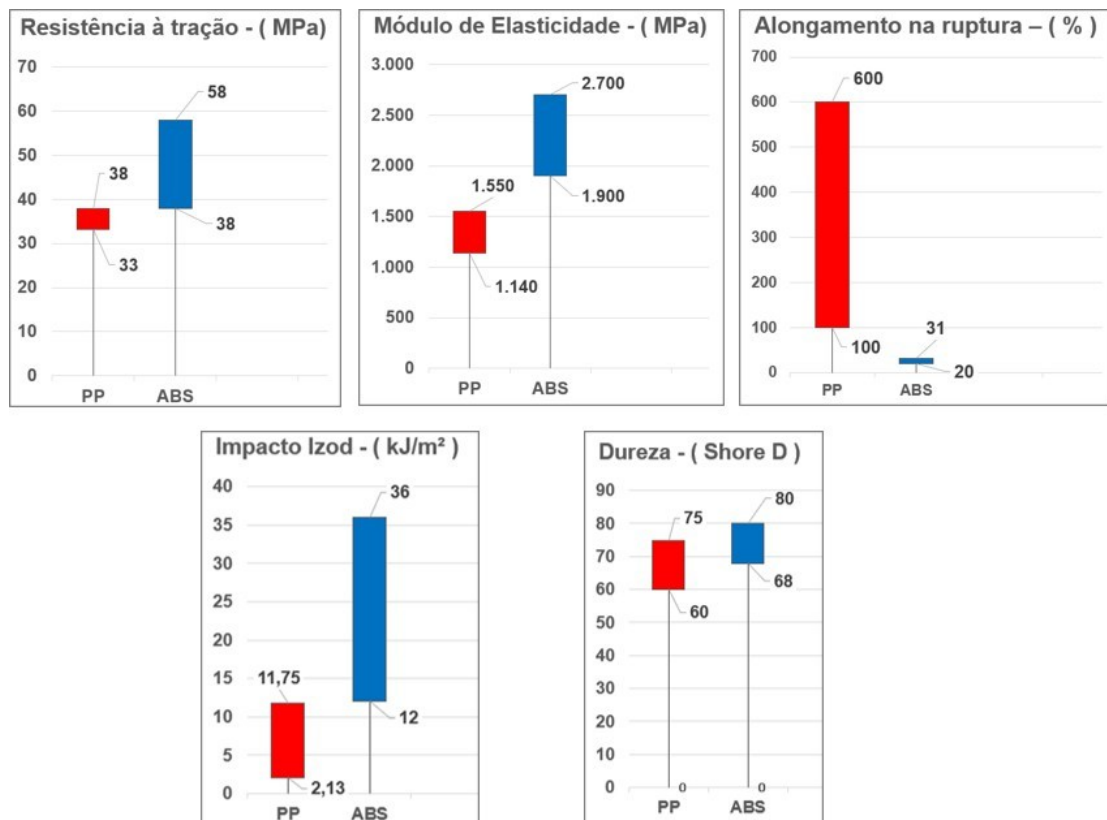
A integração entre dados tabulares e representações gráficas favorece uma análise mais detalhada, facilitando a interpretação do comportamento dos materiais e contribuindo para uma seleção de aplicação mais assertiva.

Figura 11 – Curvas Tensão – Deformação Típicas para PP e ABS



Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 12 – Demonstrativo das Propriedades Mecânicas dos polímeros PP e ABS



Fonte: Autoria própria, 2025.

De acordo com Dornelles e Atolino (2009), o processo inicial de escolha de plásticos de engenharia para aplicação em componentes automotivos exige métodos práticos e eficientes, que permitam aos engenheiros e projetistas selecionar materiais capazes de atender simultaneamente às necessidades funcionais, técnicas e econômicas. A Tabela 4 apresenta a relação entre propriedades mecânicas essenciais e seu impacto no desempenho final das peças, contemplando fatores como resistência à tração, módulo de elasticidade, alongamento na ruptura, resistência ao impacto e dureza. A análise conjunta desses parâmetros possibilita associar o comportamento esperado do material ao uso real, reduzindo erros, economizando tempo e garantindo que o candidato escolhido cumpra as especificações do projeto. Essa organização das informações favorece a comparação direta entre diferentes opções, permitindo identificar vantagens e limitações de forma clara e objetiva, o que contribui para decisões mais assertivas no setor automotivo.

Tabela 4 – Propriedades Mecânicas e Influência de aplicação

PROPRIEDADE MECÂNICAS	INFLUÊNCIA DE APLICAÇÃO
Resistência à tração	- Resistir ao estiramento; - Evita rompimento em encaixes por pressão; - Mantém integridade estrutural.
Módulo de Elasticidade	- Suportar cargas; - Determina rigidez e estabilidade dimensional; - Alto módulo = menos flexível, mais estável.
Alongamento na ruptura	- Garante flexibilidade; - Absorve carga sem romper; - Reduz ruídos em uso dinâmico.
Resistência ao impacto	- Protege contra choques mecânicos; - Absorve vibrações; - Evita trincas.
Dureza	- Prover superfície sem rugosidade; - Resiste a riscos e abrasão; - Mantém acabamento estético.

Fonte: Autoria própria, 2025.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propriedades mecânicas do Polipropileno (PP) e do Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) impactam diretamente a escolha e a aplicabilidade desses polímeros em projetos automotivos, uma vez que cada material apresenta características técnicas específicas que atendem a diferentes demandas funcionais dos componentes veiculares.

O uso do PP (44%) e do ABS (5%), totalizando cerca de 49% dos polímeros sintéticos empregados na fabricação de veículos, evidência a importância estratégica desses materiais no setor automotivo, por representarem uma parcela significativa dos plásticos utilizados nos veículos modernos.

Enquanto o ABS, com sua elevada resistência à tração (58 MPa), alto módulo de elasticidade (2.700 MPa), dureza superior (Shore D 80) e excelente resistência ao impacto (36 kJ/m²), é amplamente utilizado em peças que exigem rigidez, estabilidade dimensional e durabilidade, como painéis internos, grades frontais e suportes estruturais, o PP, por sua vez, destaca-se pela elevada flexibilidade, alto alongamento na ruptura (600%) e baixa densidade (cerca de 0,90 g/cm³), sendo ideal para componentes que requerem absorção de impactos, resistência à fadiga e capacidade de deformação sem falha, como para-choques e revestimentos internos.

A análise comparativa revela que o ABS, devido à sua estrutura amorfa e isotrópica, apresenta desempenho mecânico uniforme em todas as direções, conferindo confiabilidade em aplicações estruturais. Já o PP, por ser semicristalino e homopolímero linear, oferece versatilidade de uso e facilidade de processamento, sendo compatível com diversos métodos de fabricação.

A capacidade do PP de suportar grandes deformações (600%) sem ruptura o torna ideal para aplicações flexíveis, enquanto a rigidez (58 MPa) e a elevada dureza (80 Shore D) do ABS são indispensáveis em componentes que exigem robustez e resistência a impactos severos.

Portanto nos componentes plásticos utilizados na indústria automotiva, é fundamental que o material suporte forças de estiramento sem se romper, garantindo encaixes firmes por pressão e mantendo a integridade das peças durante o uso. Além disso, a capacidade do material de resistir à deformação quando submetido a esforços influencia diretamente sua rigidez, relacionado a resistência a colisões e a segurança, contribuindo para maior estabilidade dimensional. A

habilidade de suportar cargas até o limite sem se partir permite que as peças ofereçam flexibilidade, auxiliem na absorção de impactos e colaborem para a redução de ruídos internos. Também é essencial que os plásticos tenham boa tolerância a vibrações e choques mecânicos, comuns em veículos em movimento, evitando falhas prematuras. Por fim, uma superfície resistente a riscos e desgastes proporciona melhor acabamento visual e maior durabilidade, fatores importantes tanto para a estética quanto para a funcionalidade dos acabamentos internos e externos dos automóveis.

Assim, o conhecimento aprofundado das propriedades físico-químicas e mecânicas desses materiais permite que projetistas e engenheiros otimizem suas aplicações, conciliando requisitos técnicos, custo e eficiência produtiva. Essa abordagem, fundamentada em dados técnico-científicos consolidados, reforça a relevância do uso estratégico desses polímeros sintéticos na engenharia automotiva moderna, promovendo veículos mais leves, duráveis, confortáveis e seguros, em conformidade com as exigências do mercado atual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKCELRUD, L. **Fundamentos da ciência dos polímeros**. São Paulo: Artliber, 2007.

CALLISTER, William D. Jr. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

CALLISTER, William D.; RETHWISCH, David G. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

CALLISTER, William D.; RETHWISCH, David G. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

CANEVAROLO JUNIOR, Sebastião V. **Ciência dos polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros**. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2006.

DORNELLES, Augusto M. Lopes.; ATOLINO, Walter Jose T. **Plásticos de Engenharia: Seleção Eletrônica no caso automotivo**. 1. ed. São Paulo: Artliber, 2009.

HEMAIS, Carlos A. **Polímeros e a indústria automobilística**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Carlos, v. 13, n. 2, p. 107–114, jun. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/M7SMYkKWh9kmqPGd4D8mhLg/>. Acesso em: 04 de junho de 2025.

KOTZ, J. C.; TREICHEL Junior, P. M. Química Geral e Reações Químicas. vol. 1, 5ª. ed., São Paulo: Pioneira Thomson, 2005. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/polimeros>. Acesso em 10 maio 2025.

MANO, Eloisa Biasotto, **Polímeros como materiais de engenharia**. 8ªed, Eggarr Blucher LTDA,1991.

MANO, Eloisa Biasotto; MENDES, Luiz Cláudio, **Introdução a Polímeros**. 2ªed, Eggarr Blucher LTDA,1999.

RABELLO, M.S. **Estrutura e Propriedades de Polímeros**, 2a edição, Ed.do autor, Campina Grande, 2023.

RODRIGUES, Marcos. **O plástico e a história**. 1. ed. Edição especial online gratuita – Rodoplast 30 anos. Rodoplast, 2024. Disponível em: <http://www.rodoplast.com.br/oplasticoeahistoria>. Acesso em: 28 agost. 2025.

SANT'ANNA, José Paulo. **Plásticos nos automóveis: aplicações automotivas crescem**. Plástico Industrial, 12 nov. 2020. Disponível em: <https://www.plastico.com.br/plasticos-nos-automoveis-aplicacoes-automotivas-crescem/>. Acesso em: 29 jun. 2025.

SOARES, Elias Augusto. Acrilonitrila butadieno estireno (ABS). **Revista Plástico Industrial**, 2021. Disponível em: [https://www.arandanet.com.br/revista/pi/noticia/751-Acrilonitrila-butadieno-estireno-\(ABS\).html](https://www.arandanet.com.br/revista/pi/noticia/751-Acrilonitrila-butadieno-estireno-(ABS).html). Acesso em: 29 jun. 2025.

POLYMER SERVICE GMBH MERSEBURG. **Shore hardness**.2023 Disponível em: https://wiki.polymerservice-merseburg.de/index.php/SHORE_Hardness. Acesso em: 29 jul. 2025

SMITH, William F.; HASHEMI, Javad. **Fundamentos de engenharia e ciência dos materiais**. 5°. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

STAUDINGER, Hermann. **Über Polymerisation. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft**, v. 53, n. 6, p. 1073–1085, 1920. Tradução e interpretação disponíveis em: <https://www.scielo.br/j/po/a/dxqsKgLFHQT6dC7hK3cjK7r/>. Acesso em: 15 maio 2025.

TABELINI, Marcelo Henrique et al. **Plastics in passenger cars: A comparison over types and time**. [S.l.], 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339237238_Plastics_in_passenger_cars_A_comparison_over_types_and_time. Acesso em: 29 jun. 2025.

VIEIRA, A. C.; BEAL, L. L. **Plásticos de Engenharia: propriedades, aplicações e processos**. São Paulo: Érica 2019.

WIEBECK, Hélio; HARADA, J. **Plásticos de engenharia**. São Paulo: Edgard Blücher 2005.