

AVALIAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL DO POLIPROPILENO

EVALUACIÓN MECÁNICA Y MICROESTRUTURAL DE POLIPROPILENO

MECHANICAL AND MICROSTRUCTURAL EVALUATION OF POLYPROPYLENE

Claudio Alvares Menchise*, **
cmenchise@uol.com.br

Carlos Henrique Campbell*, **
chgcamp@gmail.com

Ana Carolina da Cunha Lovato**
anacarolcunha27@outlook.com

Pedro Henrique Silva de Oliveira**, ***
phsoliveira@if.uff.br

Pedro Tavares de Faria**
pedrotf44@gmail.com

Sebastião Domingos Gomes Filho**
alfabeta123@globocom

Vitor Firmino Guedes**
vtr29@yahoo.com.br

Ricardo de Freitas Cabral**
Ricardo.cabral@foa.org.br

* Faculdade Sul Fluminense, Volta Redonda/RJ, Brasil

** Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda/RJ, Brasil

*** Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda/RJ, Brasil

Resumo

A utilização de polímeros vem crescendo mundialmente. Esse crescimento se deve a facilidade de acesso ao monômero propileno, onde o mesmo é obtido através de gás natural. Sua aplicação vem se diversificando e conseqüentemente novos e constantes estudos sobre suas propriedades e características se fazem necessários. Este trabalho tem por objetivo avaliar os resultados mecânicos e morfológicos do polipropileno (PP), com aplicação de testes de dureza, tração e flexão, seguidos das análises de microscopia ótica e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Os resultados obtidos confirmam que o PP analisado possui dureza Shore D média de 62,25 HSD, Tensão Máxima de Tração Média de 28,65MPa e Tensão Máxima de Flexão Média de 44,93MPa. Os valores encontrados são compatíveis com os esperados para sua utilização nas indústrias de bens de consumo, automotiva e aeronáutica.

Palavras-chave: Morfologia, Polímero, Microestrutura, Ensaios Mecânicos

Resumen

El uso de polímeros ha ido creciendo en todo el mundo. Este crecimiento se debe al fácil acceso al monómero de propileno, donde se obtiene a través del gas natural. Su aplicación es diversificadora y, por consiguiente, son necesarios nuevos y constantes estudios sobre sus propiedades y características. El objetivo de este trabajo fue evaluar los resultados mecánicos y morfológicos del polipropileno (PP), utilizando pruebas de dureza, tracción y flexión, seguidas de microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (SEM). Los resultados obtenidos confirman que el PP analizado tenía un

promedio Shore D de 62.25 HSD, un voltaje de tracción máximo promedio de 28.65 MPa y una tensión de flexión máxima promedio de 44.93 MPa. Los valores encontrados son compatibles con los que se espera usar en las industrias de consumo, automotriz y aeronáutica.

Palabras clave: morfología, polímeros, microestructura, ensayos mecánicos.

Abstract

The use of polymers has been growing worldwide. This growth is due to the easy access to the propylene monomer, where it is obtained through natural gas. Its application is diversifying and consequently new and constant studies on its properties and characteristics are necessary. The objective of this work was to evaluate the mechanical and morphological results of polypropylene (PP), with hardness, tensile and flexural tests, followed by optical microscopy and Scanning Electron Microscopy (SEM). The obtained results confirm that the analyzed PP has average Shore D hardness of 62.25 HSD, Maximum Average Traction Voltage of 28.65MPa and Average Maximum Flexural Voltage of 44.93MPa. The values found are compatible with those expected for use in the consumer, automotive and aeronautics industries.

Keywords: Morphology, Polymer, Microstructure, Mechanical tests

INTRODUÇÃO

A utilização dos polímeros vem crescendo constantemente. Este crescimento deve-se ao fácil acesso ao monômero de propileno, onde sua obtenção é através do gás natural.

Os polímeros são compostos de cadeias longas ou de macromoléculas formadas a partir de reações químicas que provocam sucessivas ligações de moléculas pequenas, denominadas monômeros, que se repetem sistematicamente para formar a macromolécula do polímero.

Os polímeros em especial o PP, possuem excelentes qualidades, pois são de fácil reciclagem, agregam grandes possibilidades de serem reforçados com fibras sintéticas ou naturais, possuem propriedades mecânicas diferentes das dos metais quanto ao seu módulo de elasticidade, possibilitando assim sua utilização em diversas áreas desde as aplicações na indústria automobilística, têxtil, aeronáutica, utilidades domésticas e também na construção civil. Um grande exemplo na utilização do PP é a tendência crescente de se aplicar este polímero no interior de automóveis, facilitando inclusive a sua reciclagem em ocasião do sucateamento do veículo [1].

Novos processos e tecnologias têm sido largamente utilizados nas técnicas de polimerização com foco em desenvolver e aprimorar os procedimentos para a obtenção de materiais com propriedades melhoradas [2].

O material tem por objetivo descrever os métodos utilizados na identificação dos polímeros mais amplamente utilizados no mercado, e realizar a avaliação dos resultados em teste de caracterização mecânica e microscópica no poliuretano puro. Metodologicamente, o trabalho possui caráter exploratório, com aplicação de testes de dureza, tração, flexão e ensaios nos laboratórios específicos, seguidos de ensaios de microscopia ótica e microscopia de varredura eletrônica, onde todos os resultados obtidos serão comparados com literatura existentes que aborde a técnica utilizada.

A frequente realização de ensaios, análise comparativa e seus posteriores resultados, são de vital importância para a o desenvolvimento de novos materiais e sua integração com os setores produtivos, podendo assim direcionar o desenvolvimento de novos produtos.

O objetivo deste trabalho foi a verificação dos valores das características mecânicas e morfológicas do PP, confirmando assim a sua viabilidade de utilização nas indústrias de bens de consumo, automobilística e aeronáutica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão abordados e descritos os ensaios laboratoriais, onde deu-se origem a comparação entre o PP e as literaturas já existentes.

Valores de propriedades mecânicas tais como resistência a tração, módulo de elasticidade, alongamento entre outros, podem servir como parâmetro na comparação do comportamento mecânico dos polímeros existentes. A análise de propriedades mecânicas é essencial para a escolha dos materiais poliméricos utilizados na fabricação de peças ou produtos. [3]

O principal material utilizado neste estudo foi o polímero PP. Os ensaios foram realizados nos Laboratórios do Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA.

PROPRIEDADES MECÂNICAS

ENSAIO DE DUREZA

O ensaio de Dureza realizado em laboratório foi baseado na norma NBR 7456 [4], onde descreve qual o método usado na determinação da dureza por penetração dos materiais poliméricos, eles consistem em dois tipos de durômetros (A e D). Foi utilizado o durômetro digital portátil tipo Shore D – TH 210, pois ele é indicado para materiais mais rígidos.

Através deste equipamento foi possível fazer a medição da tensão e deformação, além da dureza propriamente dita. O ensaio foi realizado em dois corpos de provas, onde foram realizadas cinco medidas em cada CP, com o cálculo da média e desvio padrão.

ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

Foi realizada a medição de dois corpos de prova CP1 e CP2, utilizando um paquímetro analógico Mitutoyo. As medidas coletadas são correspondentes a parte útil dos corpos de prova, conforme a Norma ASTM D 638 [5]. Baseando nas medidas coletadas foi possível fazer a determinação da área útil dos Corpos de Prova, segundo a tabela 1. Os ensaios foram realizados em Máquina Universal de Ensaio – EMIC - DL10000 com célula de carga de 5kN, com taxa de carregamento de 3mm/min.

Tabela 1 Dimensão dos Corpos de Prova.

	CP1		CP2	
Medida mm	Largura	Espessura	Largura	Espessura
1	13,50	3,8	13,10	3,6
2	13,50	3,8	13,55	3,6
Média	13,50	3,8	13,33	3,6
Área	51,3		48,0	

Fonte: Os autores, 2018.

Ensaio de Resistência a Flexão

O ensaio de flexão foi utilizado para determinar as propriedades de resistência à flexão, módulo de elasticidade e deformação sob flexão. É importante saber essas propriedades para ter o controle da qualidade e para avaliar o desempenho do material quando ele está submetido a uma carga de flexão.

Foi realizada a medição de dois corpos de prova CP1 e CP2, utilizando um paquímetro analógico Mitutoyo. As medidas coletadas são correspondentes a parte útil dos corpos de prova. Baseando nas medidas coletadas foi possível fazer a determinação da área útil dos Corpos de Prova, segundo a Tabela 2.

Tabela 2 Dimensão dos Corpos de Prova.

	CP1		CP2	
Medida mm	Largura	Espessura	Largura	Espessura
1	13,30	6,20	13,20	6,10
2	13,20	6,10	13,20	6,10
Média	13,23	6,15	13,20	6,10
Área	81,49		80,52	

Fonte: Os autores, 2018.

Os corpos de prova foram submetidos a um teste de flexão de 3 pontos com 80mm de distância entre os apoios de sustentação e aplicação de força pelo ponto central. A norma utilizada foi o ASTM D790 [6].

Os dois ensaios de flexão foram realizados na máquina EMIC – DL10000 situada no laboratório do UniFOA .com célula de carga de 5kN e velocidade do ensaio de 30mm/min.

PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS

MICROSCOPIA ÓTICA

Para a realização das análises morfológicas foi selecionado uma sessão transversal de uma das amostras fraturadas provenientes dos ensaios de tração e uma amostra retangular, nas dimensões de 0.7x1.8 cm a qual foi embutida à frio com resina acrílica em molde metálico. Em seguidafoi realizado o lixamento e polimento, para a análise morfológica no microscópio ótico OPTON TNM – 07T – PL, onde foram utilizadas lente ocular de 10X e as lentes objetivas para ampliação de 100X, 200X e 400X.

MEV

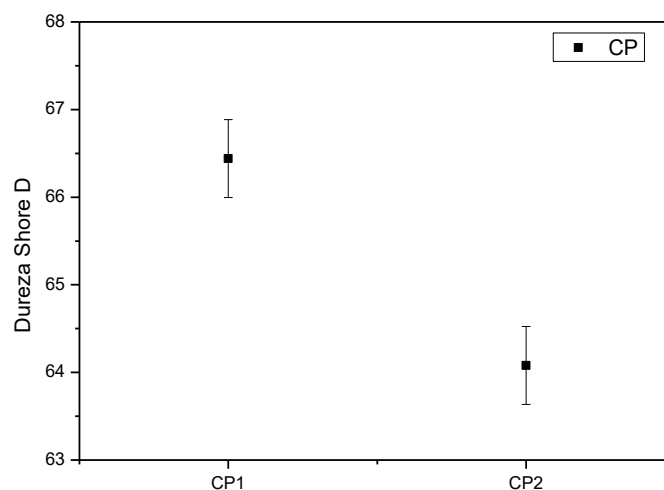
Para a realização do MEVse faz necessário a deposição de uma fina camada de Au-Pd na superfície da amostra para possibilitar a condução elétrica superficial que propicia a geração de imagem pela varredura eletrônica. Aamostra já previamente embutida e uma amostra da região da fratura foram submetidas a deposição de uma camadadeAu-Pd, pelo tempo aproximado de 2 min sendo utilizado a metalizadora EMITECH, da Universidade Federal Fluminense (UFF) de Volta Redonda.

As amostras metalizadas foram submetidas a análise de Microscopia Eletrônica de Varredura MEV pelo equipamento HITACH TM3000 com detector de elétrons secundários sob voltagem de feixe de elétrons de 5kV no laboratório da UNIFOA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos nos ensaios de Dureza Shore D se mostraram compatíveis com a literatura correspondente e estudos específicos realizados. Os resultados são condizentes com a dureza do material PP e variam de acordo com a tolerância permitida [7, 8, 9], conforme observado na Figura 1.

Figura 1 Dureza Shore D do PP.



Fonte: Os autores, 2018.

Em relação aos ensaios de tração foram realizadas comparações dos dados obtidos com os dados constatados nas literaturas existentes e estudos específicos, verificamos que o limite de resistência a tração (MPa) dos corpos de prova de nossas amostras tiveram desempenhos com uma pequena variação dos valores encontrados na literatura, mas dentro da variação permitida [1, 9], segundo a Figura 2.

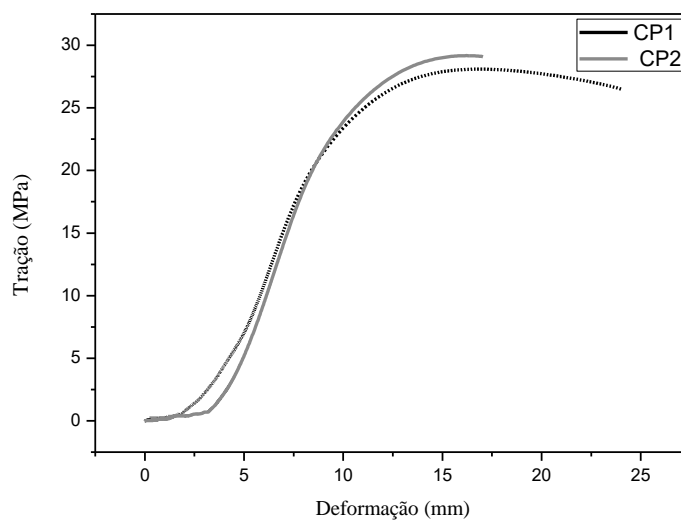
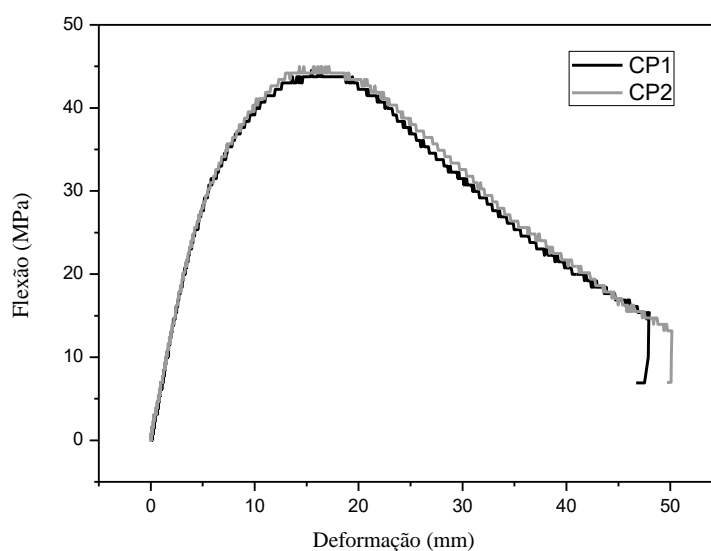


Figura 2 Valores obtidos no ensaio de Tração do PP.

Fonte: Os autores, 2018.

Comparando os ensaios de flexão com estudos específicos feitos em PP foi obtido Tensão Máxima de Flexão (MPa) similar ao valor de literatura, constatando que o polímero está de acordo com as normativas [10], de acordo com a Figura 3.

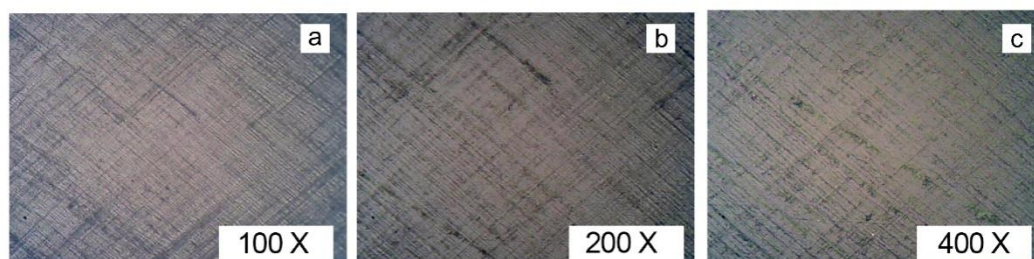
Figura 3 Resultados de resistência à Flexão do PP.



Fonte: Os autores, 2018.

Ao realizar a Microscopia Óptica, foram obtidas as seguintes imagens segundo a Figura 4, com ampliações de 100X, 200X e 400X. Pode-se observar a homogeneidade e a ausência de impurezas na amostra embutida em todas suas ampliações (a), (b) e (c) [11].

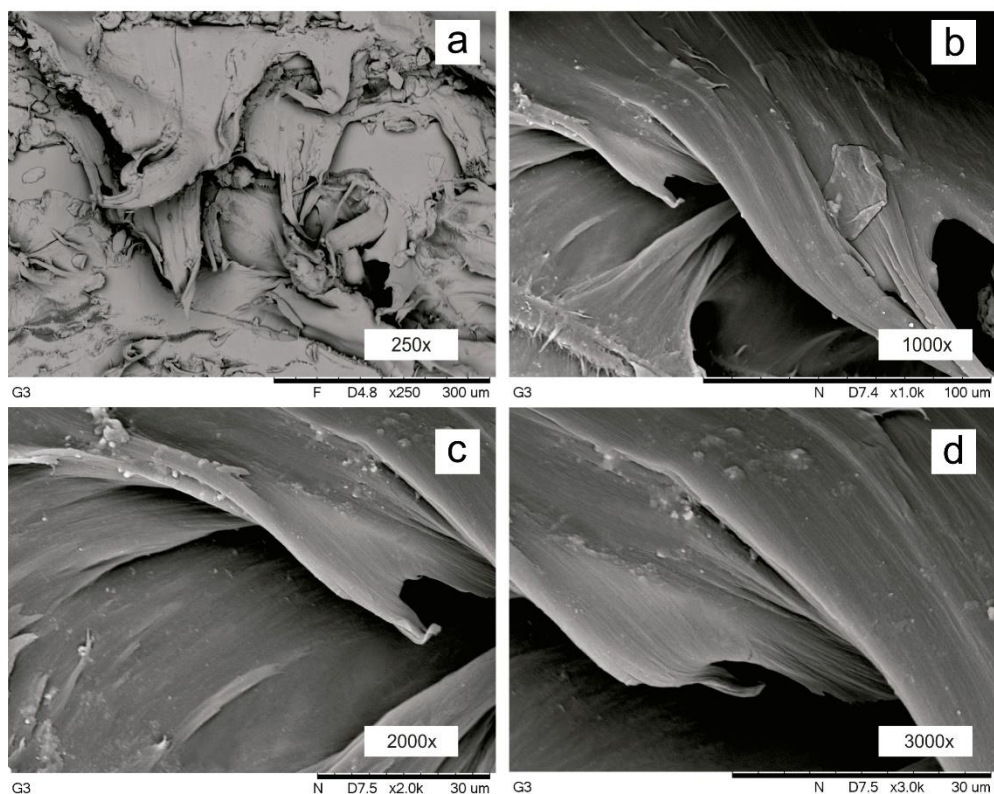
Figura 4 Microscopia Óptica da superfície do PP embutido: (a) 100X, (b) 200X e (c) 400X



Fonte: Os autores, 2018.

Quanto a observação das imagens obtidas pelo MEV na amostra fraturada pode-se confirmar o caráter homogêneo do polímero, como também o comportamento da deformação elástica característica do PP [12], que fica evidenciado nas Figuras 5 (a), (b), (c) e (d), com todas as suas ampliações de 250X, 1000X, 2000X e 4000X, respectivamente.

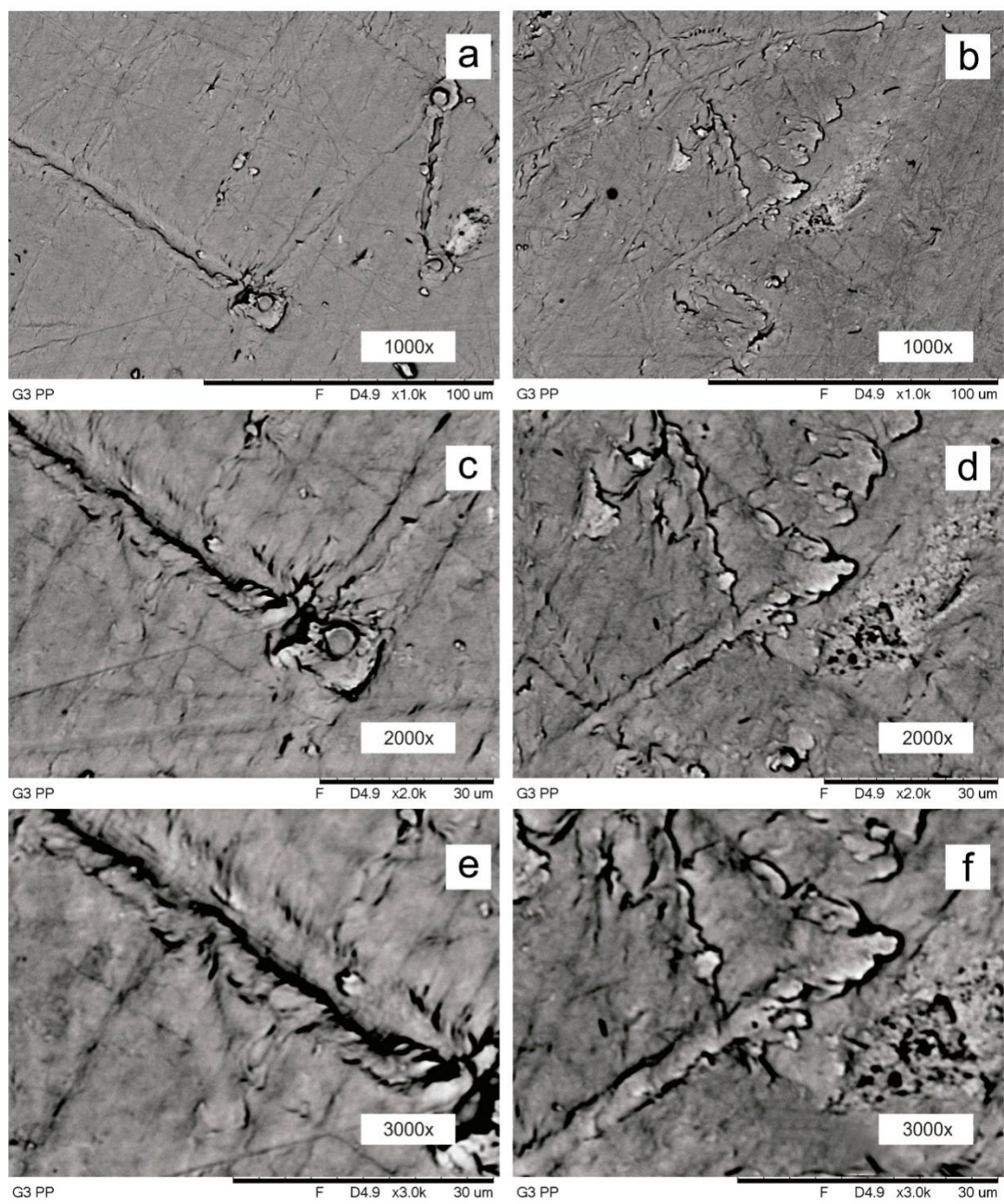
Figura 5 MEV do PP fraturado: (a) 250X, (b) 1000X, (c) 2000X e (d) 4000X.



Fonte: Os autores, 2018.

Com a análise da amostra embutida observa-se com maior propriedade o caráter homogêneo do polímero, não foram constatadas áreas de impureza, evidenciando a característica de PP puro [11, 12]. As ranhuras observadas nas ampliações da amostra embutida são provenientes do processo de lixamento do CP, de acordo com a Figura 6 (a), (b), (c), (d), (e) e (f).

Figura 6 Microestruturas de MEV do PP embutido: (a) e (b) 1000X, (c) e (d) 2000X e (e) e (f) 3000X.



Fonte: Os autores, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características mecânicas como também as morfológicas, são utilizadas como parâmetros na confrontação do desempenho dos diferentes polímeros e seus resultados são considerações essenciais na seleção do material.

Os resultados obtidos para as propriedades mecânicas do PP registraram dureza Shore D (média) de 65,25 HSD, resistências à tração de 28,65MPa e à flexão de 44,93MPa.

Apresentou características morfológicas de homogeneidade, ausência de impurezas de caráter flexível e termoplástico, confirmando assim sua aplicabilidade final para a indústria.

REFERÊNCIAS

- [1] CALISTER Jr, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Ciências e Engenharias de Materiais: Uma Introdução**, 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012;
- [2] HARADA, J. 2004. **Moldes para a injeção de termoplásticos: Projetos e princípios básicos**. São Paulo-SP. Editora Artliber, 2004;
- [3] CANTO, L. B.; PESSAN, L. A. **Resistência à tração, flexão e compressão**. In **Técnicas de caracterização de polímeros**. São Paulo-SP. Editora Artliber, 2004.
- [3] CHIAVERINI, V. **Tecnologia Mecânica – Processos de Fabricação e Tratamento**. Volume 2, São Paulo-SP. Editora, McGraw, 1986.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7456. Plástico - determinação da dureza Shore**. São Paulo: ABNT Editora, 1982.
- [5] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D638 - Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics**. United States, 2014.
- [6] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D790 - Standard Test Methods: Flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials**. United States, 2001.

- [7] ARAÚJO, Francisco de Araújo. **Estudo de propriedades mecânicas de polipropileno moldados por injeção em insertos de resina**. Dissertação de Mestrado em Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento de Engenharia – Campus de Curitiba, Manaus/AM, 2010.
- [8] FOGGIATTO, José Aguiomar. **Utilização do processo de modelagem por fusão e deposição (FDM) na fabricação rápida de insertos para injeção de termoplásticos**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Departamento de Engenharia Mecânica, 2005.
- [9] FOGGIATTO, J. A.; AHRENS, C. H.; SALMORIA, G. V.; PIRES, A. T. N. Moldes de ABS construídos pelo processo de modelagem por fusão e deposição para injeção de PP e PEBD. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 14, n°5, 2004.
- [10] INCOMPLAST (Brasil). **Polipropileno (PP)**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://incomplast.com.br/polipropilenopp/>. Acesso em: 22 de Nov. 2018.
- [11] KAMRANNEJADA, M. M; HASANZADEHA, A.; NOSOUDIB, N.; MAIC, L.; BABALUOA, A. A. Photocatalytic Degradation of Polypropylene/TiO₂ Nano-composites. **Materials Research**. v. 17, n° 4, p. 1039-1046, 2014.
- [12] LUZ, S. M.; GONÇALVES, A.R.; DEL´ARCO, A. P. Microestrutura e propriedades mecânicas de compósitos de polipropileno reforçado com celulose de bagaço e palha de cana. **Revista Matéria**. v. 11, n° 2, p. 101 – 110, 2006.
- [13] CHAVES, M. A.; OLIVEIRA, A.C.; RIBEIRO, M. C. O. **Ciências e tecnologia dos polímeros: estrutura e propriedades**. Salvador-BA: SENAI CIMATEC, 2002.

Recebido em: 29/05/2019

Aceito em: 26/06/2019

Endereço para correspondência:

Nome: Claudio Alvares Menchise

Email: cmenchise@uol.com.br



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)