cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Avaliação do Comportamento Mecânico de TPU via FDM sob Compressão Cíclica para Sistemas de Amortecimento

Ricardo Favaro[1]; João Victor Correa de Carvalho[2]; Hugo Sakai Idagawa[3]; Roberto Giani Pattaro Jr [4]; Wallyson Thomas Alves da Silva[5]
1-5. UniSENAI-SP – Campus Campinas - "Roberto Mange"

Introdução

O Poliuretano Termoplástico (TPU) vem ganhando destaque na indústria por combinar alta resistência mecânica e elasticidade, o que o torna uma alternativa vantajosa às borrachas tradicionais. Além disso, sua compatibilidade com a manufatura aditiva permite produzir peças de geometria complexa com propriedades ajustáveis, o que amplia seu uso em aplicações de amortecimento.

Objetivos

Apresentar a caracterização mecânica de corpos de prova cilíndricos de TPU 30A impresso por fusão e deposição (FDM) com 100% de preenchimento. Os ensaios visam avaliar o comportamento do material para aplicação em sistemas de amortecimento, como coxins de motores elétricos.

Metodologia

• Corpos cilíndricos de TPU Shore 30A: Ø 25,4 × 50,8 mm. Impresso em FDM com 100% de preenchimento, perímetros concêntricos e preenchimento interno retilíneo horizontal.
• Máquina Kratos TRCV61285-USB, célula de 20.000 kgf; 25 °C e 50% UR.
• Regime I — CP1: compressão monotônica, curso nominal de 20 mm, a 5 e 10 mm/min.
• Regime II — CP2: 10 ciclos sob força controlada (50 mm/min até 150 kgf; 100/200 mm/min até 250 kgf).
• Regime III: 10 ciclos com curso de ~15 mm, a 20 e 50 mm/min.
• Altura medida após os ensaios, em intervalos de repouso e após estabilização.
A ISO 815-1:2019 foi usada somente como referência conceitual; as dimensões foram adaptadas ao equipamento e à estabilidade do corpo de prova.

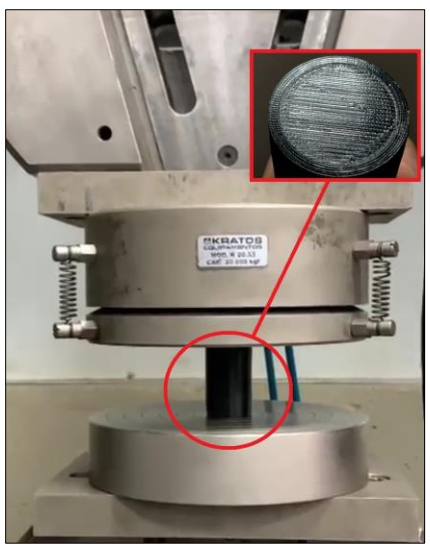


Figura 1. Ensaio e detalhe do corpo de prova impresso em FDM.

Resultados e Discussão

Os resultados mostraram uma forte dependência do material em relação à taxa de deformação e uma alta capacidade de memória de forma. Nos ensaios de compressão, o material suportou entre 269 e 375 kgf, com a força crescendo conforme a velocidade de ensaio (de 5 a 50 mm/min). Sob carregamento cíclico, houve amaciamento após a primeira solicitação (Efeito Mullins), seguido de estabilização e histerese. Depois do repouso, a deformação residual foi baixa (2,95% no CP1 e 1,97% no CP2), com alturas de 49,30 mm e 49,80 mm frente aos 50,80 mm iniciais, o que indica boa recuperação viscoelástica e retorno dimensional.

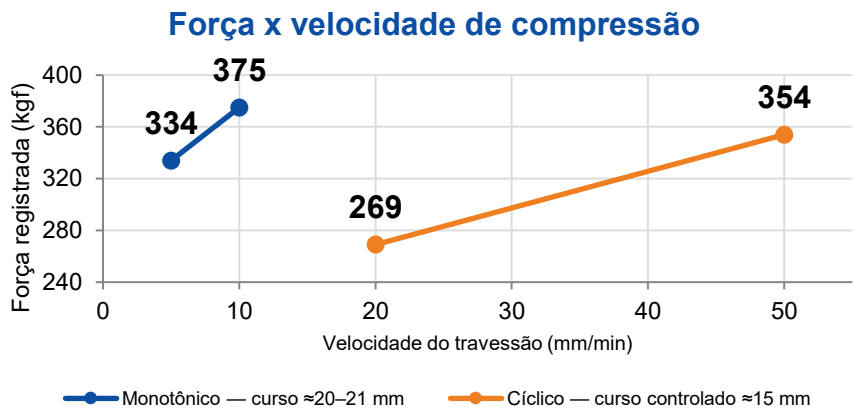


Figura 2. Força registrada em função da velocidade nos regimes monotônico e cíclico.

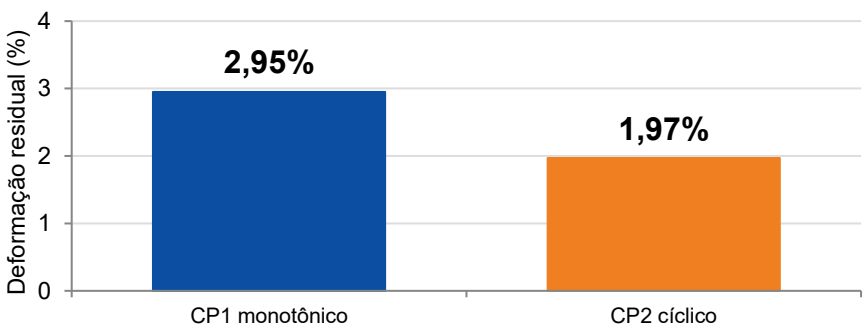


Figura 3. Deformação residual após o período de repouso prolongado.

Conclusões

O TPU Shore 30A mostrou comportamento viscoelástico e sensibilidade à taxa de deformação: com curso controlado de cerca de 15 mm, subir a velocidade de 20 para 50 mm/min aumentou a força de 269 para 354 kgf. A recuperação dimensional foi alta, com deformações residuais de 2,95% (CP1) e 1,97% (CP2) após repouso prolongado. Além disso, o preenchimento horizontal a 100%, envolto por paredes concêntricas, mostrou potencial para componentes de amortecimento, como coxins de motores elétricos, sem colapso estrutural nem delaminação nas condições avaliadas.

Referências e Agradecimentos

1. ISO 815-1:2019. Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of compression set — Part 1.
2. MULLINS, L. Softening of rubber by deformation. Rubber Chemistry and Technology, 1969.
3. GIBSON, I.; ROSEN, D. W.; STUCKER, B.; KHORASANI, M. Additive Manufacturing Technologies. Springer, 2021.