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

CARACTERIZAÇÃO E MODELAGEM DO COMPORTAMENTO DEPENDENTE DA TAXA DE CARREGAMENTO E DO TEMPO DE PATAMAR NA PRENSAGEM UNIAXIAL DO PÓ DE PTFE

FERNANDES, L. A.[1]; FURLAN, M.[1]; BONIZIO, I.M.[1]; SCIUTI, V.F.[2]; CANTO, R.B.[1,2]

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (PPGCEM). Universidade Federal de São Carlos

2. Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa). Universidade Federal de São Carlos

Introdução

O processamento do politetrafluoretileno (PTFE) via prensagem é adotado industrialmente devido à sua alta viscosidade no estado fundido. Porém, a prensagem apresenta desafios, como a relaxação de tensões, fenômeno dependente do tempo ligado à acomodação das partículas e à dissipação de energia. A modelagem numérica desse efeito em pós é pouco explorada na literatura.

Objetivos

Caracterizar a relaxação de tensões do pó de PTFE na prensagem uniaxial em cinco taxas de carregamento (10^{-2}, 10^{-1}, 1, 10 e 10^{2} mm.min^{-1}) e identificar, via FEMU, os parâmetros do modelo viscoplástico de Singh-Mitchell, comparando os resultados experimentais com os de elementos finitos no ABAQUS™.

Metodologia

Utilizou-se o pó de PTFE Teflon™ 807 NE (≈ 600 µm), prensado em matriz fechada de parede fina (Ø30 mm) instrumentada com sensores de pressão, *strain gauges*, célula de carga axial e LVDT. Cada ensaio teve taxa de deslocamento constante até 40 MPa, seguida de patamar de 1000 segundos para relaxação de tensões. Foram feitos dois experimentos em cada taxa de carregamento. Os corpos de prova foram medidos após os ensaios e a densidade final dos compactos foi calculada.

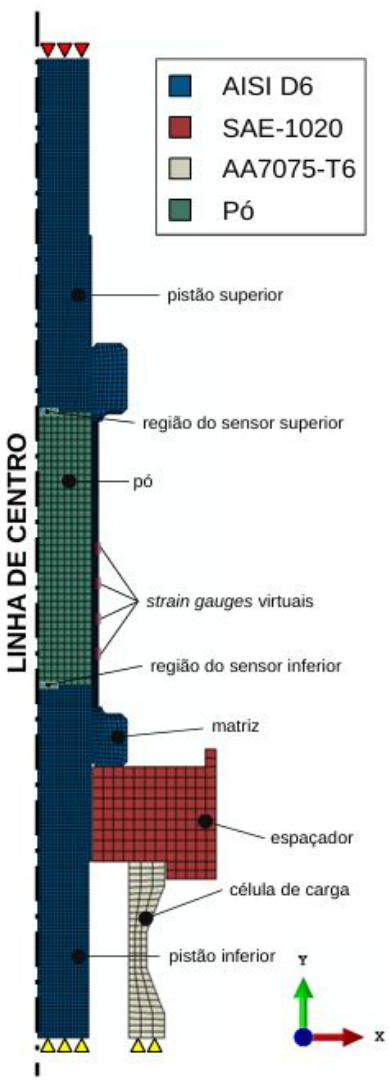


Figura 1. Modelo de elementos finitos axissimétrico da matriz instrumentada com malha e condições de contorno.

O modelo axissimétrico da Figura 1 foi simulado no ABAQUS™ com Drucker-Prager/CAP e lei de Singh-Mitchell e os parâmetros constitutivos foram ajustados iterativamente por uma rotina FEMU.

Resultados e Discussão

A relaxação foi proporcional à taxa de carregamento, *e.g.* queda de 35% a 100 mm.min^{-1} e 3,4% a 10^{-2} mm.min^{-1}; a densidade se manteve próxima (≈ 2,23 g.cm^{-3}). As relaxações axial e radial foram proporcionais. Os parâmetros de Singh-Mitchell ajustados foram:

$A = 2{,}747\times10^{-6}$ $\alpha = 0{,}416$ $m = 0{,}595$

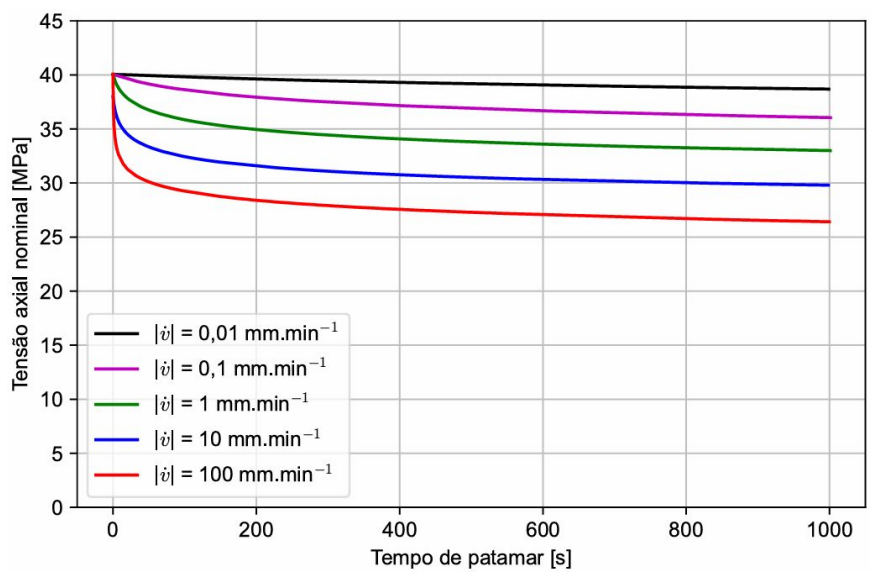


Figura 2. Relaxação da tensão axial no patamar de 1000 s para as cinco taxas.

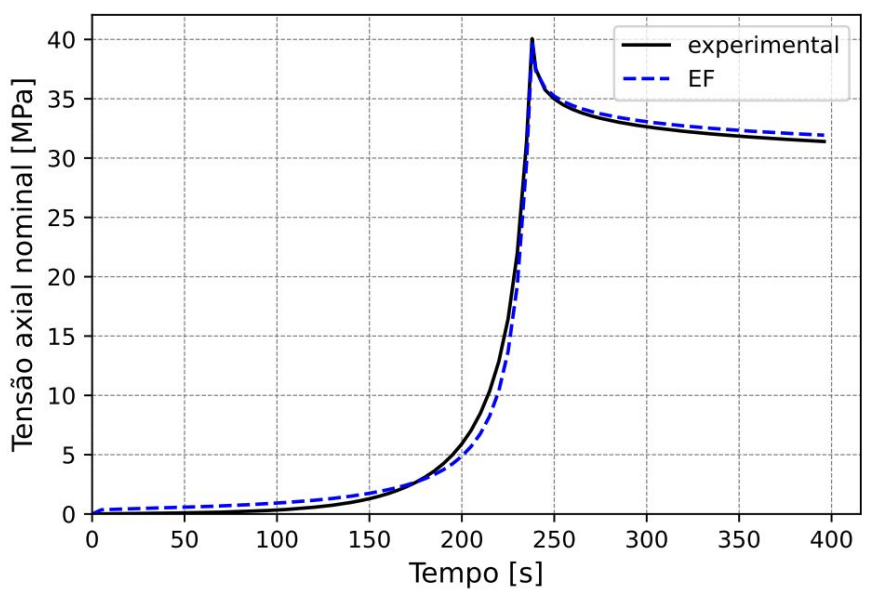


Figura 3. Comparação da tensão nominal axial experimental e EF com os parâmetros ajustados.

Conclusões

A taxa de carregamento influencia a relaxação do PTFE, quanto maior a taxa maior a queda da tensão no patamar. Apesar disso, a taxa não influenciou a densidade final do compactado. Ademais, a relaxação ocorreu de forma proporcional nas direções axial e radial. O modelo de Drucker-Prager/CAP com a lei de Singh-Mitchell reproduz a queda na tensão axial, porém não conseguiu reproduzir com precisão a transferência de carga lateral.

Referências e Agradecimentos

Furlan, M.. Simulação computacional da prensagem de pós para a previsão de falhas em compactos verdes. Master's thesis; Federal University of São Carlos (UFSCar) - Brazil; 2024.

Canto, R.B., Schmitt, N., Carvalho, J., Billardon, R.. Experimental identification of the deformation mechanisms during sintering of cold com pacted polytetrafluoroethylene powders. Polymer Engineering and Science 2011;51(11):2220–2235. doi:10.1002/pen.21994.

Augustesen, A., Liingaard, M., V., L.P.. Evaluation of time-dependent behavior of soils. International Journal of Geomechanics 2004;doi:10.1061/(ASCE)1532-3641(2004)4:3(137).

Agradecimentos: CAPES (Código de Financiamento 001) e FAPESP (processos 2018/02801-4, 2020/08077-6, 2021/14452-7, 2024/08861-0 e 2026/11013-6