

# ESTUDO DE METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO NUMÉRICO-EXPERIMENTAL DE MATERIAIS TERMOPLÁSTICOS SUBMETIDOS À DEFORMAÇÕES FINITAS

paz no plural

## INTRODUÇÃO:

Materiais termoplásticos podem apresentar sensibilidade à velocidade de deformação, temperatura, comportamento mecânico não linear e deformações permanentes quando submetidos a deformações finitas, dificultando seu uso em aplicações de componentes com compromisso estrutural. Por isso, estes necessitam de modelos constitutivos e parâmetros de material adequados para simulação numérica de componentes submetidos a grandes deformações.

Um dos pontos de maior dificuldade técnica na obtenção da relação constitutiva de um termoplástico é devido a formação e propagação da estrição, que mascara a curva real de tensão-deformação.

Assim, o objetivo do presente trabalho é estudar uma metodologia para caracterização de um termoplástico, baseada no método FEMU, a partir de um simples modelo elastoplástico multilinear. Para isto, são utilizados dados experimentais de força e deslocamento obtidos de ensaio mecânico monotônico e de medição óptica dos deslocamentos da região de estrição.

## METODOLOGIA:

Para a caracterização do material foi realizado um ensaio de tração uniaxial em um corpo de prova de policloreto de vinila (PVC), que permitiu obter o histórico de força resultante, com uma célula de carga, e de deslocamento de um comprimento útil de 50 mm, com um clip gauge. Além desses, foi obtido o deslocamento transversal de 3 pontos na região de estrição, utilizando o método de correlação de imagens digitais (DIC). Para a caracterização constitutiva foi estudado diferentes modelos multilíneares isotrópicos, com dois, três, quatro e cinco pontos, esquematizados na Fig. (1), onde cada um possui uma quantidade diferente de parâmetros. Os parâmetros constitutivos a serem caracterizados são: módulo de elasticidade ( $E$ ), coeficiente de Poisson ( $\nu$ ), tensão de escoamento ( $\sigma_y$ ), incrementos de tensão ( $\Delta_i$ ), módulos tangentes ( $\Phi_i$ ,  $H$  e  $I$ ), e a deformação de início de encruamento orientado ( $\epsilon_p$ ). Este modelo foi escolhido devido a sua simplicidade e possibilidade em representar o rápido aumento de rigidez esperado em grandes deformações, característico destes tipo de material.

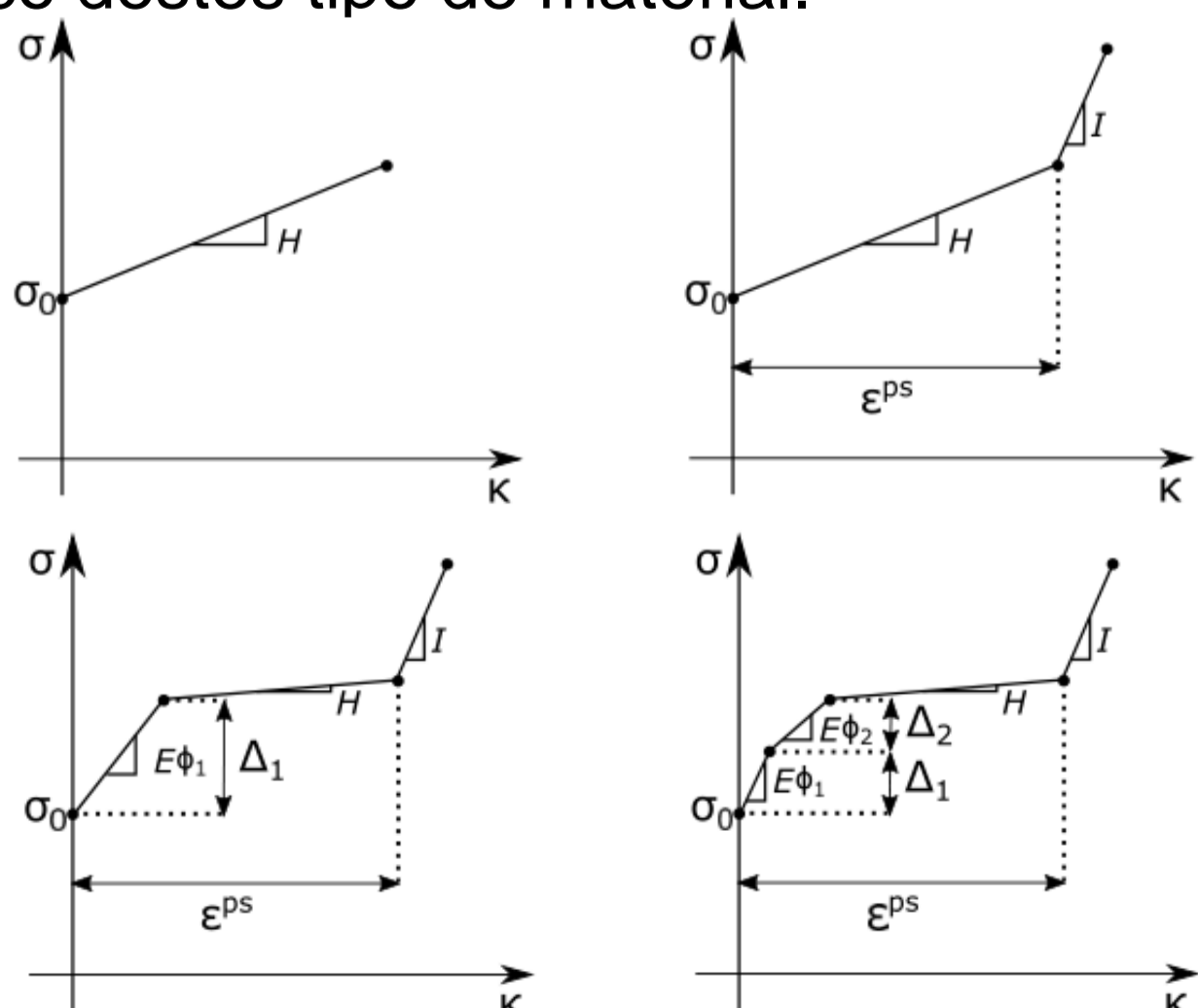


Figura 01. Modelos Multilíneares de dois, três, quatro e cinco pontos

Na caracterização com o método FEMU, esquematizado na Fig. (2), a geometria da amostra é modelada até comprimento útil, onde são impostos os deslocamentos medidos pelo clip-gauge. As análises numéricas são realizadas no software ANSYS e fornecem o histórico de força resultante e deslocamentos transversais na região de estrição. A identificação dos parâmetros, por sua vez, é realizada minimizando a diferença quadrática entre os dados numéricos e experimentais de força, utilizando o software MATLAB.

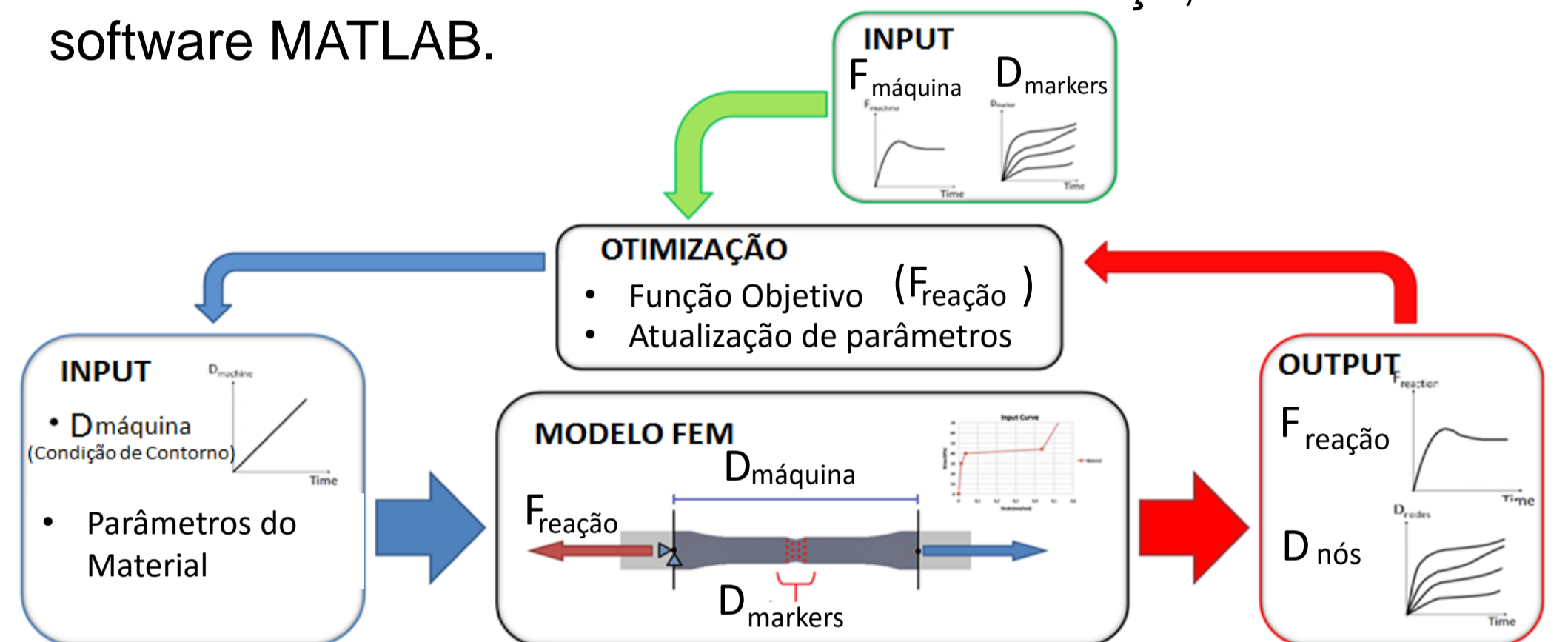


Figura 02. Esquematização do ajuste de parâmetros

## RESULTADOS E CONCLUSÕES:

Os resultados em termos de força e deslocamentos, dos melhores conjuntos de parâmetros para cada modelo, são apresentados na Fig. (3). O erro relativo das curvas experimentais e numéricas é apresentado na Tab. (1).

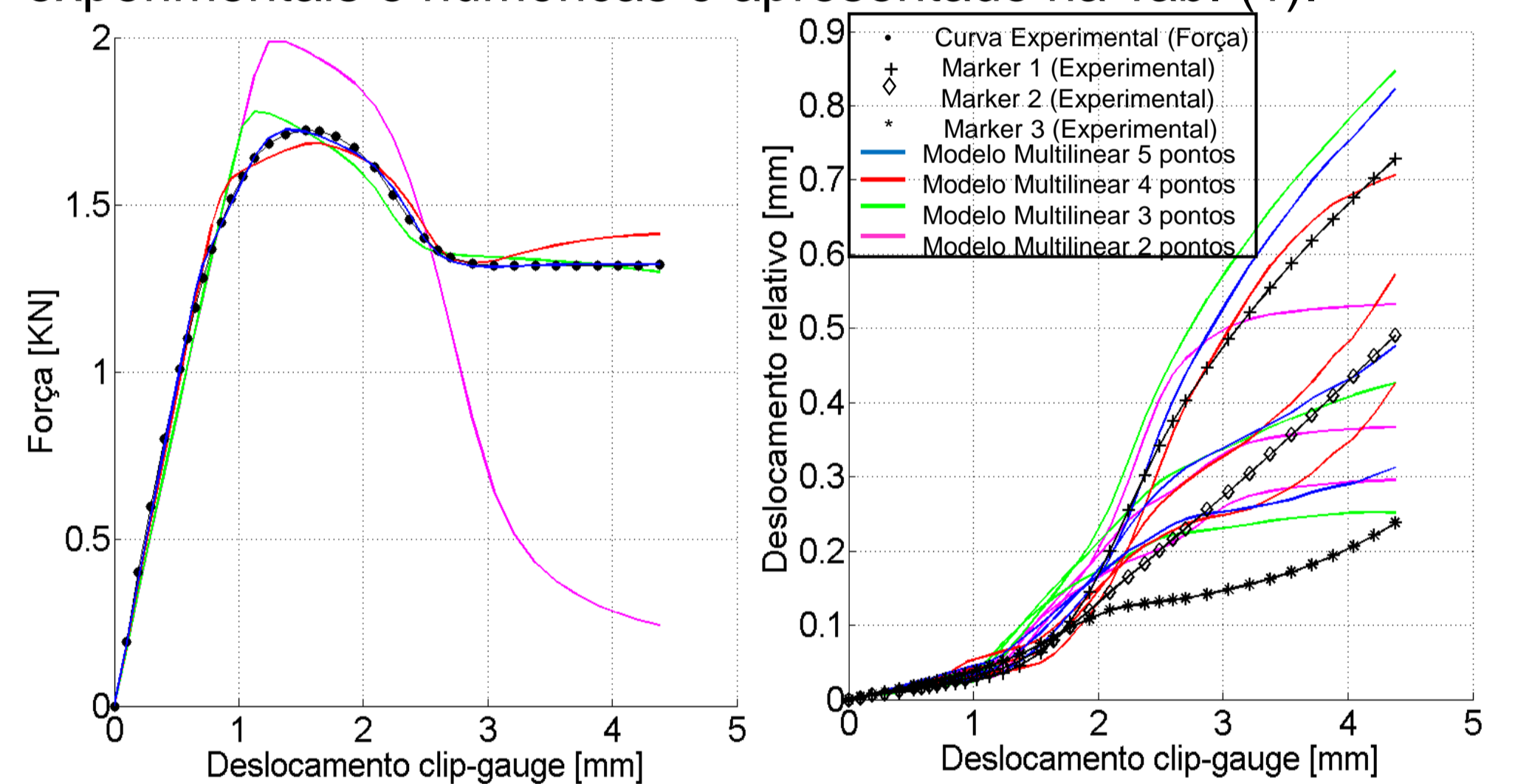


Figura 03. Resultado de força e deslocamento

| Modelo Multilinear | Função Objetivo Força |
|--------------------|-----------------------|
| Dois Pontos        | 1111,76               |
| Três Pontos        | 20,00                 |
| Quatro Pontos      | 6,39                  |
| Cinco Pontos       | 1,25                  |

Tabela 01. Erro relativo curvas numéricas e experimental

Este estudo demonstra que esta metodologia é capaz de caracterizar respostas constitutivas de interesse de simulação numérica, com apenas dados de força e deslocamento, sobre componentes de geometria irregular. Através dos resultados observou-se que os modelos multilíneares, apesar de sua simplicidade, são capazes de representar adequadamente a força resultante, mas não a cinemática da região de estrição. Entre os modelos, pode-se notar que o modelo de 5 pontos apresenta o melhor resultado de força. Além disto, observa-se que são necessários pelo menos 3 pontos para estabilizar e propagar a estrição, como observado experimentalmente.