

Estudo da dinâmica de fadiga em certos materiais heterogêneos quase bidimensionais

Núbia Ribeiro Machado (bolsista do PIBIC/CNPq/AF), Marcelo Andrade de Filgueiras Gomes (colaborador, DF-PE), Valdemiro da Paz Brito (Orientador, Depto. de Física - UFPI).

INTRODUÇÃO

A forma mais natural de testar as propriedades mecânicas de um material é o teste de resistência do mesmo. Neste teste, uma tira ou cilindro do material, tendo o comprimento L e a área da seção transversal A , é ancorada(o) numa extremidade e submetida a uma força F variável atuando ao longo do eixo fixo na outra extremidade até o rompimento.

Neste trabalho, desenvolveremos o estudo da ruptura de tiras de materiais heterogêneos quase bidimensionais, com o uso de dinamômetros de precisão, à velocidade constante, e com a introdução de defeitos e desordens nas tiras de materiais heterogêneos. Os materiais utilizados foram papel comum, papel manteiga e papel alumínio, na forma de folhas cortadas em tiras delgadas.

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

No desenvolvimento do plano de trabalho, realizamos experimentos com tiras de papel comum, papel manteiga e papel alumínio, com dimensões (20cm x 2cm), onde uma das extremidades era fixada no suporte do arranjo experimental ilustrado na Figura 1, e a outra extremidade fixada no suporte do dinamômetro acoplado a um sistema de parafuso sem fim na base do arranjo, para permitir a variação da força correspondente, à velocidade constante, para a ruptura. Foram realizados 10 experimentos para cada material sem defeitos estudado.

Num segundo momento, introduzimos defeitos nas tiras de papel comum, papel manteiga e alumínio com padrões de defeitos ordenados variando a quantidade de linhas (1, 2 e 3 linhas com 12 furos cada) e o diâmetro dos furos (3, 4 e 5mm) com as configurações indicadas na Figura 2 adiante.

Realizamos também experimentos com padrões de defeitos aleatórios, para os mesmos materiais, somente para furos com diâmetro igual a 3mm.

O sorteio foi realizado através do programa de sorteio de números aleatórios realizado no programa computacional (Fortran 90), onde os pontos aleatórios foram sorteados numa rede quadrada (3x12) como mostra a Figura 2, foram realizados 10 sorteios aleatórios diferentes para a quantidade de pontos (7, 15, 18, 22 e 29) nas tiras, para cada material.

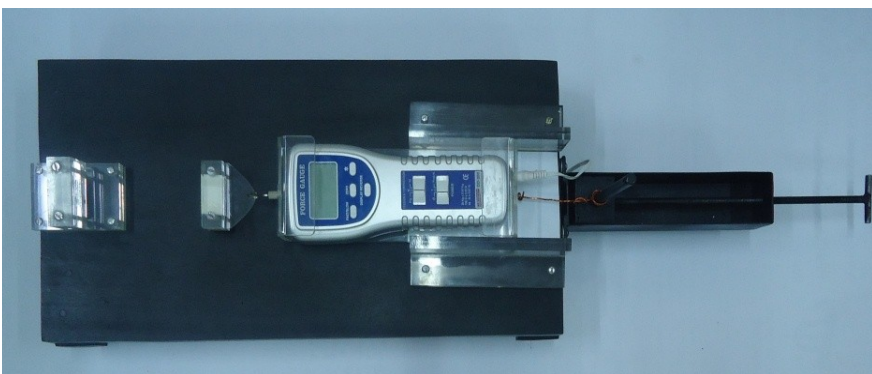


Figura 1: Arranjo experimental utilizado.

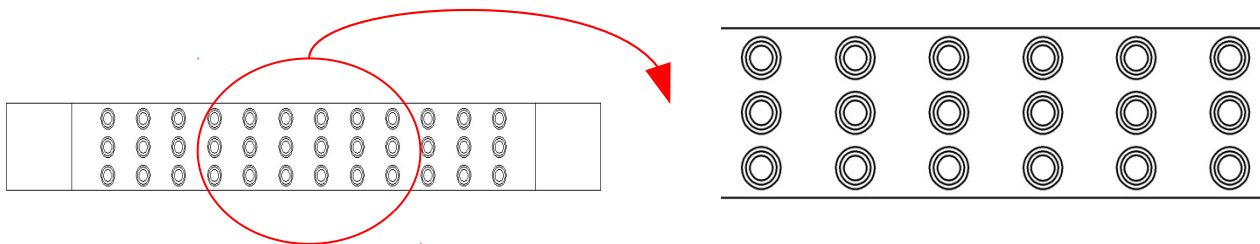


Figura 2: Padrões de furos ordenados e aleatórios nas tiras de papel comum, manteiga e alumínio com diâmetros de 3, 4 e 5mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 adiante nos mostra as forças de rupturas obtidas para as tiras de papel comum, papel manteiga e papel alumínio, sem a introdução de defeitos.

Tabela 1: Forças de rupturas para tiras de papel comum, papel manteiga e papel alumínio.

Material: papel comum	Material: papel manteiga	Material: papel Alumínio
F(Newton)	F(Newton)	F(Newton)
$\langle F \rangle = 50,13 \text{ N}$	$\langle F \rangle = 36,47 \text{ N}$	$\langle F \rangle = 12,97 \text{ N}$

Para os experimentos com padrões ordenados variamos tanto a quantidade de linhas (1, 2 e 3) como o diâmetro (3, 4 e 5mm) dos furos e obtivemos os gráficos $F \times \rho$, para papel comum, papel manteiga e papel alumínio. Os quais podem ser encontrados na Figura 3, a seguir.

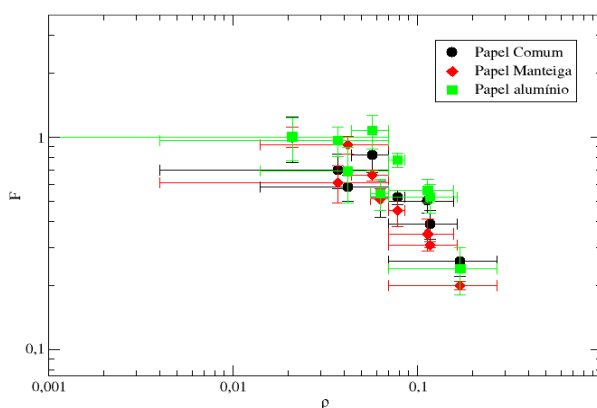


Figura 3: Gráfico $F \times \rho$ com padrões de furos ordenados para o papel comum, papel manteiga e papel alumínio.

No tratamento dos dados com padrões de furos ordenados utilizamos primeiramente uma maior variação nos padrões de furos, variando o número de linhas e o diâmetro dos furos, Figura 3. Obtivemos resultados esperados, visto que à medida que aumentamos a densidade de furos a força de ruptura decaiu aproximadamente, segundo uma lei de potência com expoente crítico: $-0,54$ (papel comum); $-0,75$ (para o papel manteiga) e

-0.56 (para o papel alumínio).

Nos experimentos com padrões de defeitos aleatórios, obtivemos resultados que nos levam a crer dependerem do acumulo de pontos, ou seja, a forma do tratamento realizado pelo programa gerador de números aleatório (Fortran 90), ou a forma de distribuição dos pontos numa rede quadrada (3x12). Os resultados apresentam muitas flutuações e não nos permitem obter uma correlação quantitativa entre a força de ruptura e a densidade de furos, ver Figura 4 ,adiante.

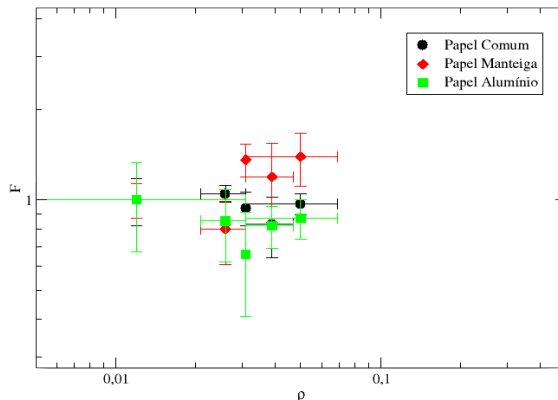


Figura 4: Gráfico F x ρ com padrões de furos aleatórios para o papel comum, papel manteiga e papel alumínio.

CONCLUSÕES E PERSPECTIVA

A partir dos dados coletados experimentalmente e tratados estatisticamente, podemos observar que:

- As forças de rupturas são diferentes para tiras de 20cm x 2cm de papel comum, papel manteiga e papel alumínio, quando as mesmas são carregadas a velocidade constante, pela heterogeneidade intrínseca própria de cada material.
- As forças de rupturas das tiras decaem, à medida que aumentamos a densidade de furos, de forma ordenada, nas tiras.
- Não conseguimos resultados ainda conclusivos sobre as forças de rupturas das tiras, quando os furos são dispostos aleatoriamente nas mesmas.

Existe a necessidade da realização de novos experimentos para as tiras com padrões de defeitos aleatórios, buscando tentar estabelecer a correlação entre a força de ruptura das tiras e a densidade de furos nas mesmas.

REFERÊNCIAS

- [1] Roylance, David - Mechanical properties of materials, 2008, stuff.mit.edu/afs/athena/course/3/3.255/book.pdf.
- [2] Callister Jr., William D. - Materials Science, 2000, Wiley New York).

APOIOS

Agradecemos ao CNPq e a CAPES pelos apoios financeiros, e, à UFPI pela infraestrutura disponibilizada para a realização da pesquisa experimental.