

Trabalho 2 - Introdução à Modelagem Computacional

Lucas Müller e Pedro Henrique Santos

Junho 2018

Sumário

1	Cálculo do valor aproximado de π	3
1.1	Método de Monte Carlo	3
2	Cálculo de volume entre duas superfícies	4
2.1	Desenvolvimento do método de Monte Carlo	4
3	Projeto e análise de uma mola helicoidal	5
3.1	Cálculo das solicitações com carga de serviço máxima de 12kN	5
3.2	Cálculo da probabilidade de falha	7
4	Projeto de uma junta adesiva	8
4.1	Esboço do diagrama de tensão de cisalhamento	8
4.2	Diagrama com as envoltórias de tensões	10

1 Cálculo do valor aproximado de π

Utilizou-se um círculo Q: $x^2 + y^2 = 1$, $x \geq 0$, $y \geq 0$ para o cálculo de π .

1.1 Método de Monte Carlo

Inicialmente criou-se um retângulo entre $x=0$ e $x=1$, e entre $y=0$ e $y=1$. Em seguida gerou-se 10000 valores aleatórios dentro deste intervalo, e para cada valor gerado foi testado se o mesmo está no intervalo entre 0 e 1, de acordo com a equação abaixo:

$$x^2 + y^2 \leq 1 \quad (1)$$

Sempre que o resultado for positivo incrementa-se o contador. Após 10.000 iterações calcula-se o valor aproximado de π através da seguinte equação:

$$\pi = \frac{4 * contador}{nIteracoes} \quad (2)$$

Já que a área de 1 quadrante é:

$$A = \frac{\pi * r^2}{4} \quad (3)$$

E A e r valem respectivamente:

$$A = \frac{contador}{nIteracoes} \quad (4)$$

$$r = 1 \quad (5)$$

A imagem abaixo mostra uma execução do programa. Os pontos azuis indicam os valores sorteados dentro do círculo e os pontos vermelhos indicam os valores fora.

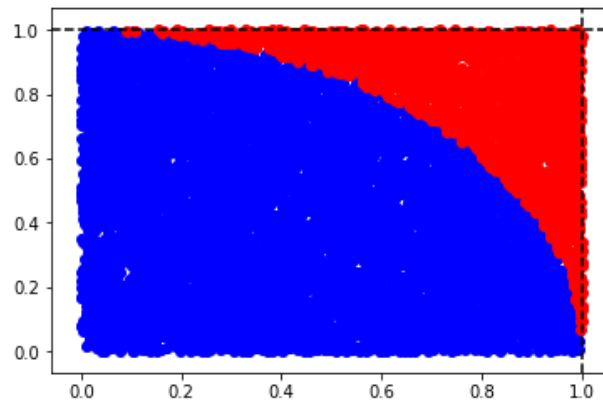


Figure 1: Monte Carlo para cálculo de pi

Como trabalhou-se com valores aleatórios, executou-se o programa 10 vezes, e calculou-se o valor médio de pi, que foi: $\pi = 3.14128$.

2 Cálculo de volume entre duas superfícies

Utilizou-se o método de Monte Carlo para o cálculo do volume da interseção entre os parabolóides $z = 8 - x^2 - y^2$ e $z = x^2 + 3y^2$.

2.1 Desenvolvimento do método de Monte Carlo

Inicialmente para cada iteração gerou-se valores aleatórios para $0 \leq x \leq 8$, $0 \leq y \leq 8$ e $0 \leq z \leq 8$. Em seguida se $z \leq 8 - x^2 - y^2$ e $z \leq x^2 + 3y^2$ incrementa-se 1 no contador. Ao final de 1.000.000 de iterações calculou-se o volume entre os sólidos com a seguinte equação:

$$V = 4 * 8 * 8 * 8 * \frac{\text{contador}}{\text{iteracoes}} \quad (6)$$

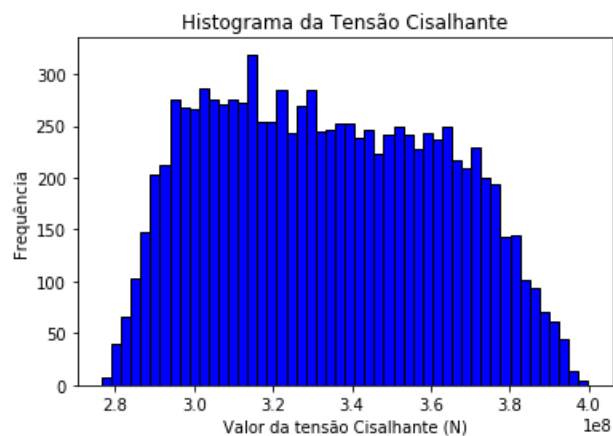
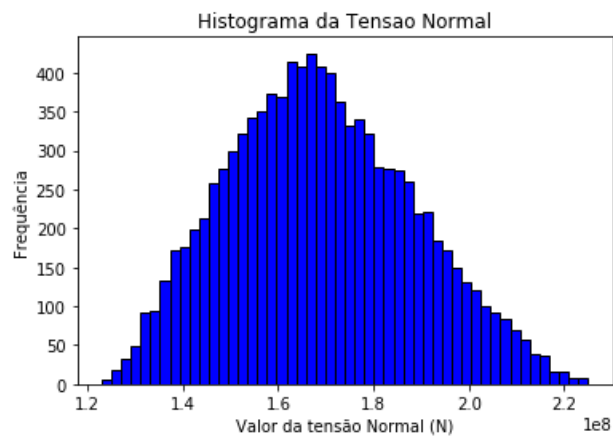
Para obtermos um melhor resultado calculou-se o volume do sólido 100 vezes. O volume médio encontrado foi de $V \approx 64.978124799$.

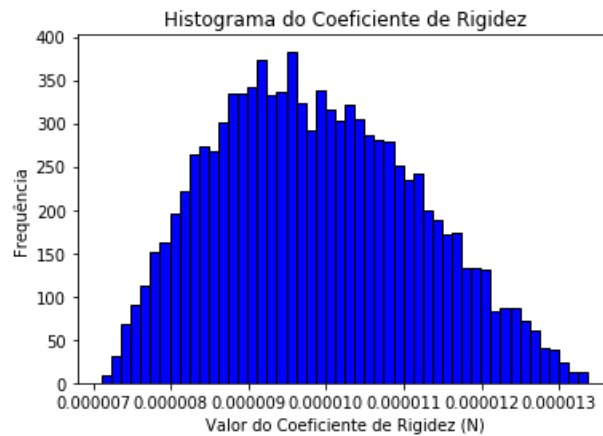
3 Projeto e análise de uma mola helicoidal

Utilizou-se uma mola helicoidal para cálculo das tensões normais, cisalhantes, coeficiente de rigidez e suas respectivas médias, medianas e desvio padrão, em uma suposta linha fabril na qual ocorre variação uniforme dos parâmetros da mola.

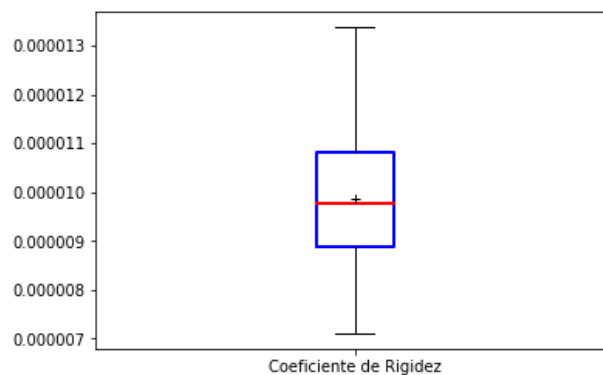
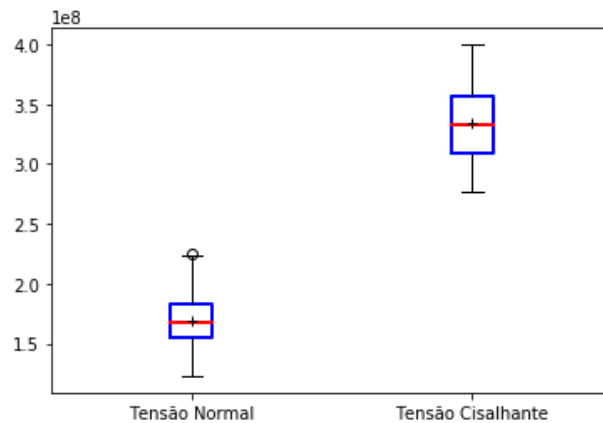
3.1 Cálculo das solicitações com carga de serviço máxima de 12kN

Com os parâmetros fornecidos no enunciado, considerando suas respectivas variações e utilizando as fórmulas, também fornecidas na questão, de tensão normal, cisalhamento, deslocamento e condições de resistência da mola. Considerando uma produção de 10.000 molas obtivemos os seguintes resultados.





Para o cálculo da média, mediana e desvio padrão utilizou-se um boxplot.

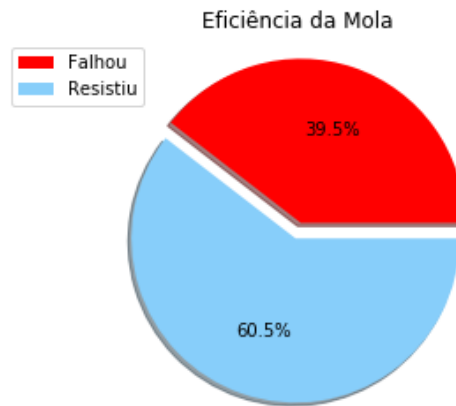
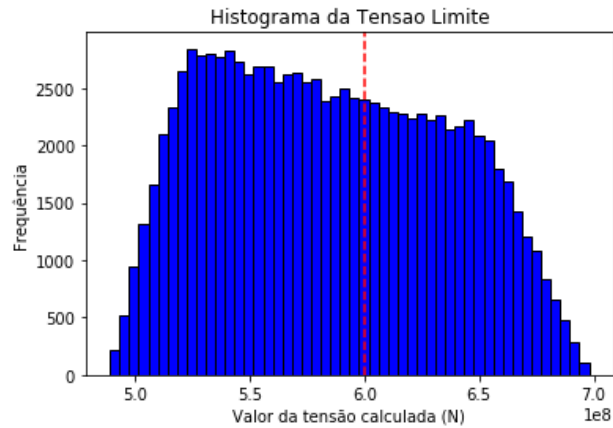


Analisando os boxplots, observa-se que para a tensão normal, a mediana (representada pela linha vermelha) e a média (representada pela cruz preta) estão aproximadamente no mesmo ponto e valem em torno de 1.7 GPa. Já para a tensão cisalhante, tanto a média quanto a mediana valem aproximadamente 3.4 GPa. Comparando ambas, percebe-se claramente que os valores da tensão cisalhante são maiores que os da tensão normal, entretanto o desvio padrão das tensões cisalhantes é maior que o das tensões normais.

Já no boxplot que representa o coeficiente de rigidez calculado é possível visualizar uma pequena diferença entre a média e a mediana, mas ambas estão em torno de 0,000010.

3.2 Cálculo da probabilidade de falha

Calculou-se a probabilidade de falha da mola para uma carga $P = 10.2kN$ e tensão limite do material $\bar{\sigma} = 600MPa$ considerando as variações máximas na produção das molas. Para visualizar o resultado plotou-se um histograma onde é possível ver a quantidade de molas que ultrapassam a tensão limite e um gráfico de setores com a porcentagem de falha para 10.000 molas produzidas.



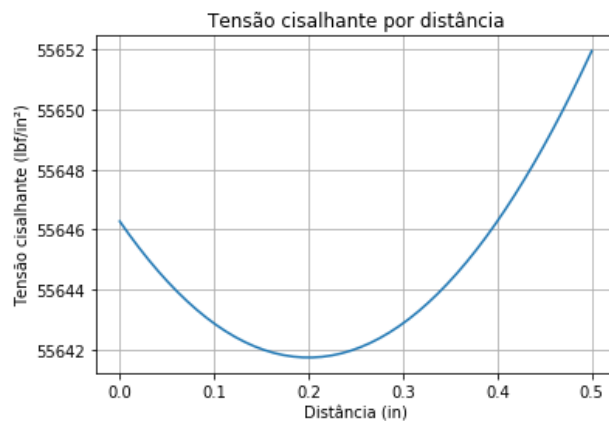
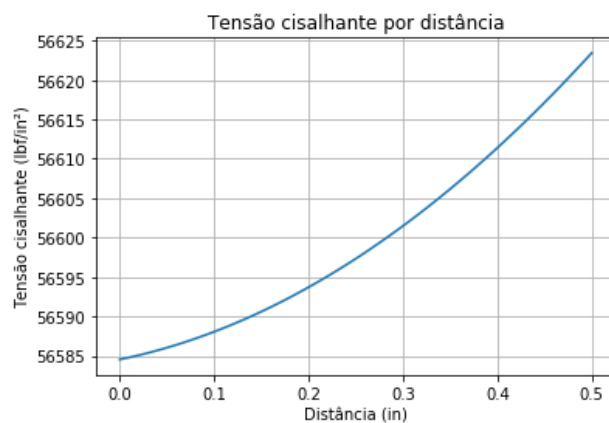
No histograma a linha vermelha tracejada representa o ponto em que ocorre a tensão máxima permitida na mola, portanto, os valores à direita dessa linha ultrapassam a tensão máxima e consequentemente irão falhar. Já no gráfico de setores plotou-se a porcentagem de molas que falham no teste e a porcentagem que resiste. Para 10.000 molas é possível ver que em média 39.5% das molas irão falhar.

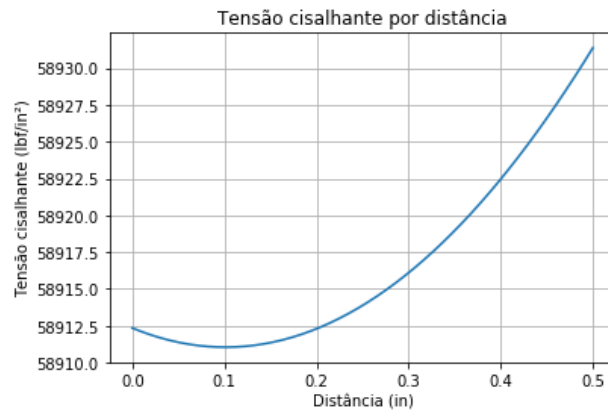
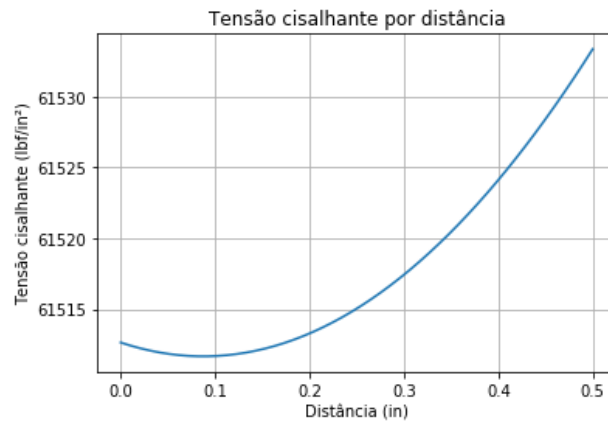
4 Projeto de uma junta adesiva

Nesse exercício utilizou-se um modelo simples de análise de articulação de juntas flexíveis conhecido como modelo shear-lag. Ele consiste de uma articulação de cola dupla simétrica para ilustrar os princípios e fornecer informações sobre as distribuições do tensões de cisalhamento.

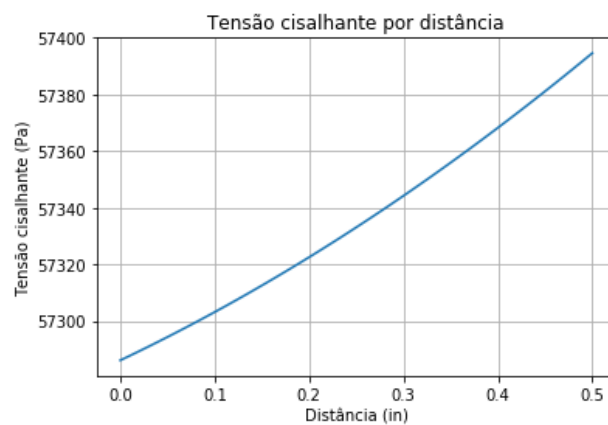
4.1 Esboço do diagrama de tensão de cisalhamento

Para gerar os gráficos abaixo utilizou-se os parâmetros fornecidos no enunciado considerando uma variação de $\pm 5\%$ para cada parâmetro.



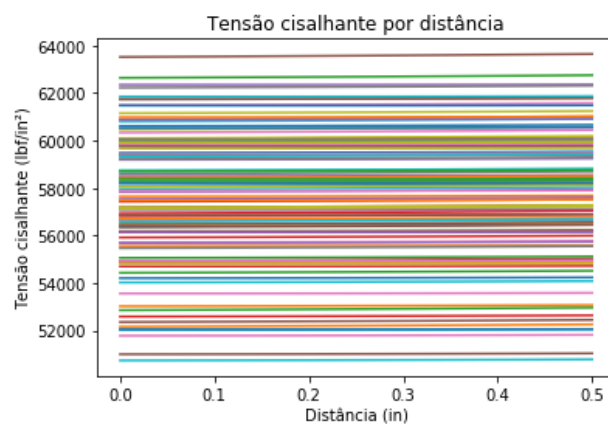


Já o gráfico abaixo representa a variação da tensão cisalhante em função da distância sem variação dos parâmetros.



O gráfico sem variação dos parâmetros apresenta um crescimento mais próximo do linear, enquanto os outros gráficos apresentam um crescimento parabólico. Todos possuem um comportamento similar, com um trecho de parábola com a concavidade voltada para cima.

4.2 Diagrama com as envoltórias de tensões



Analisando o diagrama com os envoltórios de tensões gerado a partir da variação uniforme de $\pm 5\%$ fornecidos, observa-se que, para 100 experimentos, o valor mínimo encontrado é de $50.731,643 \text{ lbf/in}^2$ e o valor máximo é $63.649,409 \text{ lbf/in}^2$, e portanto, a amplitude da variação foi de $12.917,766 \text{ lbf/in}^2$. Nota-se também que, apesar de bem distribuído, a maioria dos valores se encontram no intervalo entre 55.000 e 59.000.