



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

NÚCLEO AVANÇADO DE ANÁLISE TENSÕES

SISTEMA DE AQUISIÇÃO REMOTA PARA EXTENSOMETRIA

BELÉM/PA  
2023

LEONARDO DANTAS

NÚCLEO AVANÇADO DE ANÁLISE TENSÕES  
SISTEMA DE AQUISIÇÃO REMOTA PARA EXTENSOMETRIA

Artigo apresentado para o Núcleo  
Avançado de Análise de Tensões (NAAT),  
para o desenvolvimento de nova técnica  
de aquisição de dados.

BELÉM/PA  
2023

ALAN HENRIQUE PEREIRA MIRANDA - MATRICULA:202102140072

Núcleo Avançado de Análise de Tensões  
SISTEMA DE AQUISIÇÃO REMOTA PARA EXTENSOMETRIA

Relatório, apresentado à Universidade  
da Amazônia, como parte das exigências  
para a obtenção de aprovação disciplinar.

Belém-PA 21 de maio de 2023

EXAMINADOR

---

Prof: Dr. Leonardo Dantas  
Universidade Federal do Pará - UFPA

## Lista de Figuras

1	Esquemático: Componentes Geométricos de uma Mola . . . . .	7
---	--	---

## Lista de Tabelas

1	Dados obtidos no experimento. . . . .	9
---	---------------------------------------	---

Sumário

<b>1</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>6</b>
1.1	Lei de Hooke . . . . .	6
1.2	Molas Helicoidais . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Metodologia</b>	<b>9</b>
2.1	Medições de Parâmetros Geométricos . . . . .	9

# 1 Fundamentação Teórica

O estudo do comportamento de molas é uma área importante para diversas áreas relacionadas a física e a engenharia, pois, diversos materiais demonstram propriedade elástica em seu comportamento natural, como por exemplo, aço, borracha, madeira, etc.

Todo material que sofre deformação quando submetido a uma força externa e retorna a sua forma original quando a força é removida é chamado de material elástico. A deformação elástica é reversível, ou seja, quando a força é removida, o material retorna a sua forma original. para além disso, consideramos que a deformação é plástica ou elastoplástica. Quando um determinado material atinge tal condição, ele não retorna a sua forma original, mesmo após a remoção da força externa.

Tal característica é muito estudada dentro da engenharia, pois, a partir do conhecimento do comportamento de molas, é possível criar mecanismos que utilizem tal propriedade em benefício do projeto, como por exemplo, amortecedores, sistemas de suspensão, sistemas de frenagem, etc.

A aproximação teórica do comportamento das molas é feita através de análises matemáticas, sendo a mais conhecida, a Lei de Hooke, que relaciona a força aplicada em uma mola com a deformação sofrida por ela. Sendo ela uma aproximação linear do comportamento de molas, ou seja, ela só é válida para pequenas deformações.

## 1.1 Lei de Hooke

A Lei de Hooke é uma aproximação linear do comportamento de molas, ou seja, ela só é válida para pequenas deformações. A Lei de Hooke é dada pela seguinte equação:

$$F = k \cdot \Delta L \quad (1)$$

Onde:

1.  $k$  : constante elástica da mola (N/m)
2.  $\Delta L$  : deformação da mola (m)
3.  $F$  : força aplicada na mola (N)

Quando tratamos de um corpo rígido, podemos calcular a constante elástica, como o quociente entre a força aplicada e a deformação da mola, ou seja:

$$k = \frac{F}{\Delta L} \quad (2)$$

Mas esta abordagem considera apenas fatores geométricos, como o comprimento da mola e a deformação sofrida por ela, não dizendo muito sobre a disposição geométrica e como isso afeta o comportamento da mola, como no caso de molas helicoidais.

## 1.2 Molas Helicoidais

As molas helicoidais são as mais utilizadas em sistemas mecânicos, pois, são fáceis de fabricar e possuem uma grande variedade de aplicações. A mola helicoidal é um dispositivo mecânico que possui a capacidade de armazenar energia mecânica, quando submetida a uma força externa, e liberá-la quando a força é removida, porém, sua geometria, composição e características construtivas buscam otimizar tal comportamento elástico, adequando-se a sua aplicação comercial/industrial.

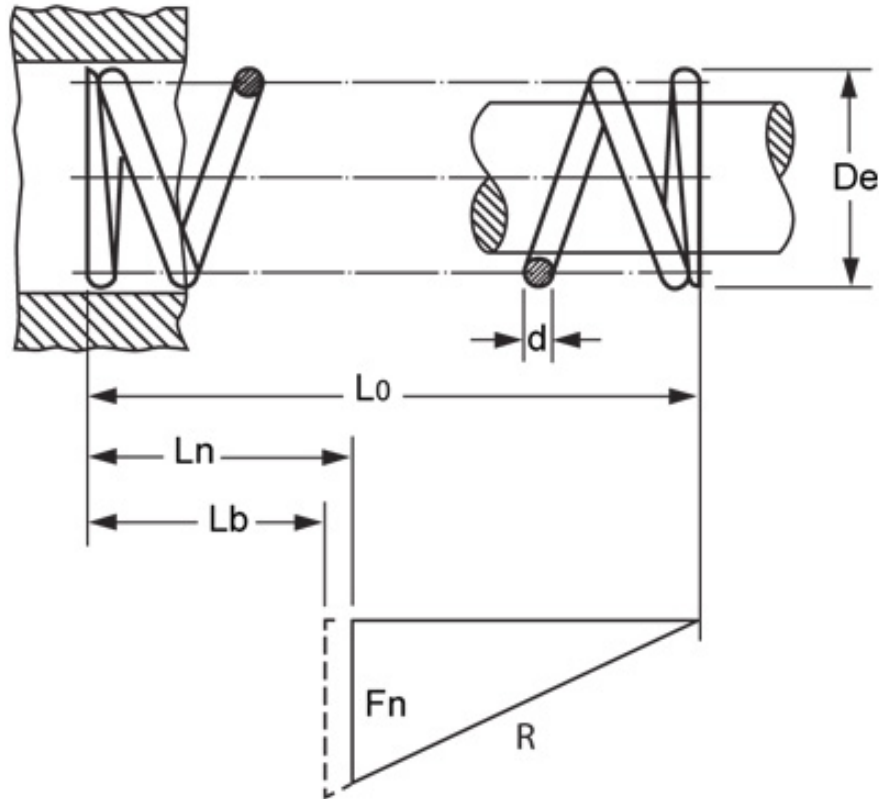


Figura 1: Esquemático: Componentes Geométricos de uma Mola

A mola helicoidal é composta por um fio de seção transversal circular, enrolado em forma de hélice, com um diâmetro de espira, diâmetro do fio, e com as extremidades retificadas, para que possam ser fixadas em um sistema mecânico. Tais propriedades são levadas em consideração para estimar com precisão, o valor da constante elástica da mola.

A constante elástica de uma mola é dada pela seguinte equação:

$$k = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n} \quad (3)$$

Onde:

1.  $G$  : módulo de elasticidade transversal do material (Pa)
2.  $d$  : diâmetro do fio (m)



- 3.  $D$  : diâmetro médio da mola (m)
- 4.  $n$  : número de espiras
- 5.  $k$  : constante elástica da mola (N/m)

## 2 Metodologia

Para a realização do experimento, foi utilizado um dinamômetro, um paquímetro, uma mola helicoidal, um suporte para a mola, um suporte para o dinamômetro e um suporte para o paquímetro. O experimento foi realizado em 4 etapas, sendo elas:

1. Medição do diâmetro do fio.
2. Medição do diâmetro médio da mola.
3. Medição do número de espiras.
4. Medição da relação entre a força aplicada e a deformação da mola.

### 2.1 Medições de Parâmetros Geométricos

O diâmetro do fio foi medido utilizando um paquímetro, com uma resolução de 0,05 mm, e foi medido em 3 pontos diferentes, para garantir a precisão da medição. Também foram medidas as dimensões da mola, como o diâmetro externo, o diâmetro interno e a altura da mola, para que fosse possível calcular o diâmetro médio da mola. Por fim, foi contado o número de espiras da mola, chegando na seguinte relação:

index	d_ext (mm)	d_int (mm)	d_fio (mm)
t1	44.4	37.8	2.51
t2	44.33	37.87	2.53
t3	44.35	37.82	2.49
t4	44.42	37.79	2.51
t5	44.4	37.77	2.5

Tabela 1: Dados obtidos no experimento.

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).