

OBJETIVOS:

- Observar e diferenciar atrito estático e cinético.
- Medir a dependência da força de atrito estático em função da força normal.
- Determinar os coeficientes de atrito estático e cinético de diferentes materiais na mesma superfície.

MATERIAL UTILIZADO:

- Caixa de MDF com base lisa e recobertas de Durex, lixa e EVA.
- Massas de 50g.
- Dinamômetro de 2N/1N.
- Balança.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

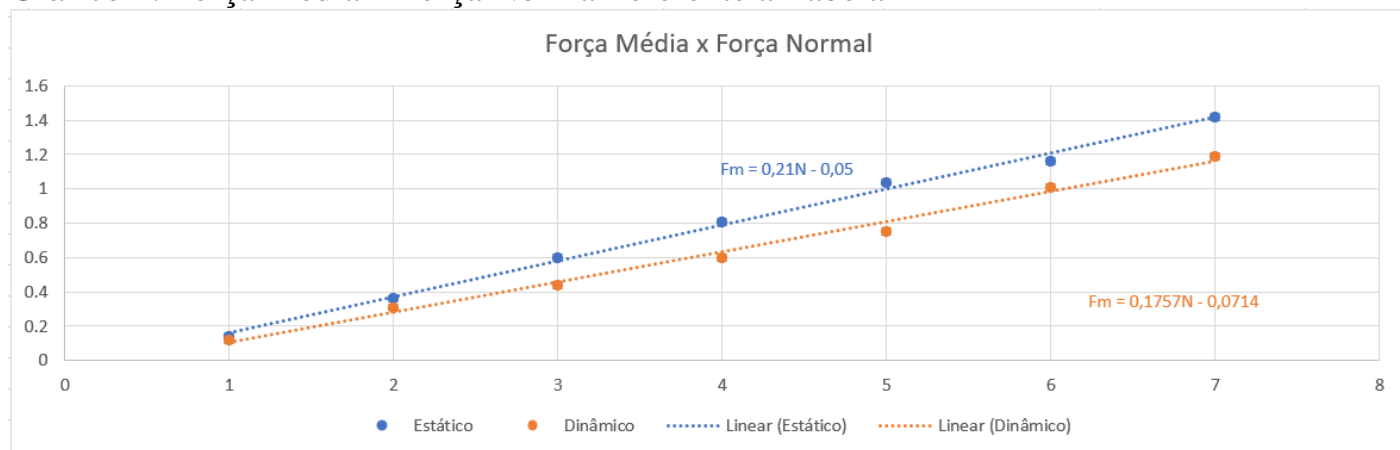
Tabela 1: Massas que compõem o sistema

Caixa MDF-D	Caixa MDF-L	Caixa MDF-E	Massa1 de 50g	Massa2 de 50g
$(0,01245 \pm 0,00001) \text{ kg}$	$(0,01371 \pm 0,00001) \text{ kg}$	$(0,0125 \pm 0,00001) \text{ kg}$	$(0,04793 \pm 0,00001) \text{ kg}$	$(0,04793 \pm 0,00001) \text{ kg}$
Massa3 de 50g	Massa4 de 50g	Massa5 de 50g	Massa6 de 50g	Massa7 de 50g
$(0,04749 \pm 0,00001) \text{ kg}$	$(0,0474 \pm 0,00001) \text{ kg}$	$(0,04728 \pm 0,00001) \text{ kg}$	$(0,04788 \pm 0,00001) \text{ kg}$	$(0,04754 \pm 0,00001) \text{ kg}$

Tabela 2: Força medida nas condições estáticas e dinâmicas da caixa MDF - D

Cx+M1	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	$(0,14 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,14 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,14 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,14 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,14 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,14 \pm 0,02) \text{ N}$
dinâmico	$(0,12 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,12 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,10 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,12 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,12 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,12 \pm 0,02) \text{ N}$
M2	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	$(0,36 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,36 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,36 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,36 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,35 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,36 \pm 0,02) \text{ N}$
dinâmico	$(0,32 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,30 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,32 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,31 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,32 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,31 \pm 0,02) \text{ N}$
M3	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	$(0,58 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,60 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,60 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,60 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,62 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,60 \pm 0,02) \text{ N}$
dinâmico	$(0,46 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,46 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,44 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,40 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,42 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,44 \pm 0,02) \text{ N}$
M4	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	$(0,82 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,80 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,80 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,80 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,82 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,81 \pm 0,02) \text{ N}$
dinâmico	$(0,60 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,60 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,60 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,58 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,60 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,60 \pm 0,02) \text{ N}$
M5	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	$(1,04 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,00 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,04 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,04 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,06 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,04 \pm 0,02) \text{ N}$
dinâmico	$(0,72 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,74 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,76 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,76 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,76 \pm 0,02) \text{ N}$	$(0,75 \pm 0,02) \text{ N}$
M6	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	$(1,14 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,22 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,10 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,16 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,18 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,16 \pm 0,02) \text{ N}$
dinâmico	$(1,01 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,02 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,01 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,00 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,02 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,01 \pm 0,02) \text{ N}$
M7	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	$(1,40 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,44 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,44 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,42 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,40 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,42 \pm 0,02) \text{ N}$
dinâmico	$(1,18 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,20 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,22 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,18 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,16 \pm 0,02) \text{ N}$	$(1,19 \pm 0,02) \text{ N}$

Gráfico 1: Força Média x Força Normal referente a Tabela 2



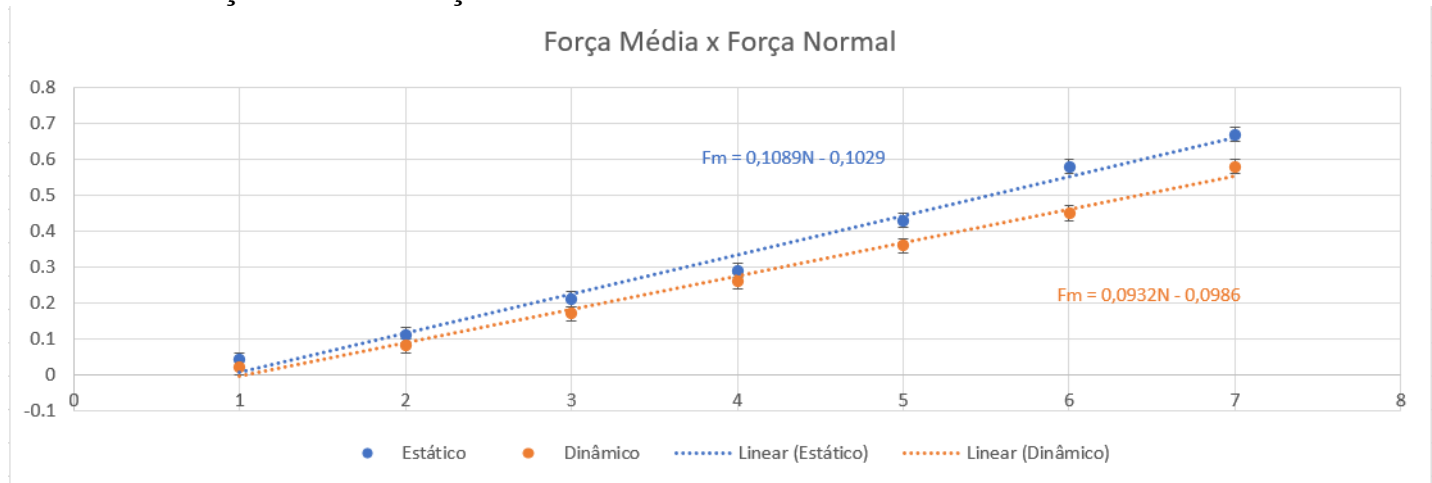
Ao analisar as formulas apresentadas no gráfico, e compará-las com a formula de Atrito Estático: $F_{at_e} = \mu_e \cdot N$ e Atrito Dinâmico: $F_{at_d} = \mu_d \cdot N$

Podemos chegar à conclusão que o coeficiente de Atrito Estático do objeto é: 0,21. Enquanto o coeficiente de Atrito Dinâmico é: 0,1757.

Tabela 3: Força medida nas condições estáticas e dinâmicas da caixa MDF - L

Cx+M1	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(0,04 ± 0,02) N	(0,04 ± 0,02) N	(0,04 ± 0,02) N	(0,04 ± 0,02) N	(0,04 ± 0,02) N	(0,04 ± 0,02) N
dinâmico	(0,02 ± 0,02) N	(0,02 ± 0,02) N	(0,02 ± 0,02) N	(0,02 ± 0,02) N	(0,02 ± 0,02) N	(0,02 ± 0,02) N
M2	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(0,10 ± 0,02) N	(0,10 ± 0,02) N	(0,12 ± 0,02) N	(0,10 ± 0,02) N	(0,12 ± 0,02) N	(0,11 ± 0,02) N
dinâmico	(0,08 ± 0,02) N	(0,08 ± 0,02) N	(0,08 ± 0,02) N	(0,08 ± 0,02) N	(0,08 ± 0,02) N	(0,08 ± 0,02) N
M3	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(0,20 ± 0,02) N	(0,22 ± 0,02) N	(0,20 ± 0,02) N	(0,22 ± 0,02) N	(0,20 ± 0,02) N	(0,21 ± 0,02) N
dinâmico	(0,16 ± 0,02) N	(0,18 ± 0,02) N	(0,18 ± 0,02) N	(0,18 ± 0,02) N	(0,16 ± 0,02) N	(0,17 ± 0,02) N
M4	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(0,28 ± 0,02) N	(0,30 ± 0,02) N	(0,30 ± 0,02) N	(0,30 ± 0,02) N	(0,28 ± 0,02) N	(0,29 ± 0,02) N
dinâmico	(0,24 ± 0,02) N	(0,26 ± 0,02) N	(0,26 ± 0,02) N	(0,28 ± 0,02) N	(0,24 ± 0,02) N	(0,26 ± 0,02) N
M5	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(0,42 ± 0,02) N	(0,44 ± 0,02) N	(0,44 ± 0,02) N	(0,44 ± 0,02) N	(0,42 ± 0,02) N	(0,43 ± 0,02) N
dinâmico	(0,34 ± 0,02) N	(0,38 ± 0,02) N	(0,38 ± 0,02) N	(0,36 ± 0,02) N	(0,36 ± 0,02) N	(0,36 ± 0,02) N
M6	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(0,58 ± 0,02) N	(0,56 ± 0,02) N	(0,58 ± 0,02) N	(0,60 ± 0,02) N	(0,58 ± 0,02) N	(0,58 ± 0,02) N
dinâmico	(0,44 ± 0,02) N	(0,48 ± 0,02) N	(0,46 ± 0,02) N	(0,42 ± 0,02) N	(0,46 ± 0,02) N	(0,45 ± 0,02) N
M7	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(0,66 ± 0,02) N	(0,70 ± 0,02) N	(0,68 ± 0,02) N	(0,66 ± 0,02) N	(0,64 ± 0,02) N	(0,67 ± 0,02) N
dinâmico	(0,58 ± 0,02) N	(0,60 ± 0,02) N	(0,58 ± 0,02) N	(0,58 ± 0,02) N	(0,58 ± 0,02) N	(0,58 ± 0,02) N

Gráfico 2: Força Média x Força Normal referente a Tabela 3



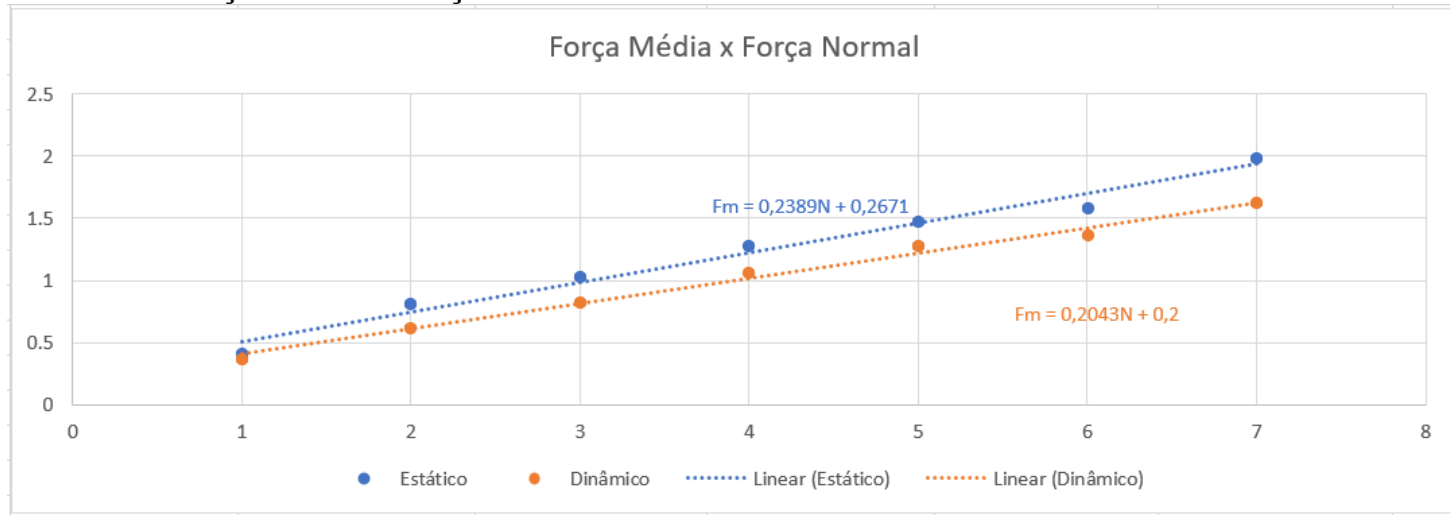
Ao analisar as formulas apresentadas no gráfico, e compará-las com a formula de Atrito Estático: $F_{at_e} = \mu_e \cdot N$ e Atrito Dinâmico: $F_{at_d} = \mu_d \cdot N$

Podemos chegar à conclusão que o coeficiente de Atrito Estático do objeto é: 0,1089. Enquanto o coeficiente de Atrito Dinâmico é: 0,0932.

Tabela 4: Força medida nas condições estáticas e dinâmicas da caixa MDF - E

Cx+M1	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(0,40 ± 0,02) N	(0,40 ± 0,02) N	(0,42 ± 0,02) N	(0,40 ± 0,02) N	(0,42 ± 0,02) N	(0,41 ± 0,02) N
dinâmico	(0,38 ± 0,02) N	(0,36 ± 0,02) N	(0,36 ± 0,02) N	(0,34 ± 0,02) N	(0,38 ± 0,02) N	(0,36 ± 0,02) N
M2	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(0,80 ± 0,02) N	(0,80 ± 0,02) N	(0,82 ± 0,02) N	(0,80 ± 0,02) N	(0,82 ± 0,02) N	(0,81 ± 0,02) N
dinâmico	(0,60 ± 0,02) N	(0,62 ± 0,02) N	(0,62 ± 0,02) N	(0,60 ± 0,02) N	(0,64 ± 0,02) N	(0,62 ± 0,02) N
M3	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(0,98 ± 0,02) N	(0,98 ± 0,02) N	(1,00 ± 0,02) N	(1,20 ± 0,02) N	(1,00 ± 0,02) N	(1,03 ± 0,02) N
dinâmico	(0,80 ± 0,02) N	(0,82 ± 0,02) N	(0,82 ± 0,02) N	(0,84 ± 0,02) N	(0,84 ± 0,02) N	(0,82 ± 0,02) N
M4	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(1,26 ± 0,02) N	(1,28 ± 0,02) N	(1,30 ± 0,02) N	(1,30 ± 0,02) N	(1,28 ± 0,02) N	(1,28 ± 0,02) N
dinâmico	(1,04 ± 0,02) N	(1,06 ± 0,02) N	(1,08 ± 0,02) N	(1,08 ± 0,02) N	(1,06 ± 0,02) N	(1,06 ± 0,02) N
M5	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(1,44 ± 0,02) N	(1,46 ± 0,02) N	(1,48 ± 0,02) N	(1,50 ± 0,02) N	(1,46 ± 0,02) N	(1,47 ± 0,02) N
dinâmico	(1,24 ± 0,02) N	(1,26 ± 0,02) N	(1,28 ± 0,02) N	(1,30 ± 0,02) N	(1,34 ± 0,02) N	(1,28 ± 0,02) N
M6	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(1,56 ± 0,02) N	(1,60 ± 0,02) N	(1,58 ± 0,02) N	(1,58 ± 0,02) N	(1,60 ± 0,02) N	(1,58 ± 0,02) N
dinâmico	(1,30 ± 0,02) N	(1,36 ± 0,02) N	(1,36 ± 0,02) N	(1,38 ± 0,02) N	(1,38 ± 0,02) N	(1,36 ± 0,02) N
M7	F1 (N)	F2 (N)	F3 (N)	F4 (N)	F5 (N)	Média (N)
estático	(2,00 ± 0,02) N	(1,96 ± 0,02) N	(1,96 ± 0,02) N	(1,98 ± 0,02) N	(1,98 ± 0,02) N	(1,98 ± 0,02) N
dinâmico	(1,62 ± 0,02) N	(1,60 ± 0,02) N	(1,62 ± 0,02) N	(1,64 ± 0,02) N	(1,62 ± 0,02) N	(1,62 ± 0,02) N

Gráfico 3: Força Média x Força Normal referente a Tabela 4



Ao analisar as formulas apresentadas no gráfico, e compará-las com a formula de Atrito Estático: $F_{at_e} = \mu_e \cdot N$ e Atrito Dinâmico: $F_{at_d} = \mu_d \cdot N$

Podemos chegar à conclusão que o coeficiente de Atrito Estático do objeto é: 0,2389. Enquanto o coeficiente de Atrito Dinâmico é: 0,2043.

O atrito estático é a força que atua sobre um objeto e que o dificulta de iniciar qualquer tipo de movimento, já o atrito dinâmico é a força que atua sobre um corpo em movimento sendo oposição a trajetória em que está se movendo. Ao observar as tabelas de comparação entre os dois, é possível perceber que o atrito estático sempre é maior que o dinâmico. Logo é possível dizer que é mais difícil iniciar um movimento do que mantê-lo ativo.

Mesmo com diferenças distintas, é necessário que para a comparação de ambas as forças a área de testes seja a mesma, ou a mais parecida possível, pois é uma variável muito importante nesses tipos de experimentos para se calcular a magnitude do atrito.

Além da área de contato, outros fatores também podem afetar a magnitude da força de atrito, como a textura e a rugosidade das superfícies em contato como visto nos experimentos anteriores. Por isso, é importante considerar todos esses fatores ao analisar o atrito entre duas superfícies.

Desta forma, mostramos que nosso experimento foi um sucesso, pois, conforme a teoria, nossos experimentos mostraram que o atrito estático é sempre maior que o atrito dinâmico estando sob um mesmo cenário.