# Tópico 2. Conversão de Unidades e Notação Científica

Toda vez que você se refere a um valor ligado a uma unidade de medir, significa que, de algum modo, você realizou uma medição. O que você expressa é, portanto, o resultado da medição, que apresenta as seguintes características básicas:


Nesta aula veremos como converter as unidades de uma dada grandeza física, representar o valor numérico medido na forma de notação científica, bem como utilizar métodos de arredondamento em número com mais de uma casa decimal após a vírgula.

## 2.1. Fatores de Conversão de Comprimento

Tabela 1. Fatores de conversão de unidades de comprimento.

| Unidade | km | hm | dam | m | dm | cm | mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 kilômetro | 1 | 10 | 100 | 1000 | 10000 | 100000 | 1000000 |
| 1 hectômetro | 0,1 | 1 | 10 | 100 | 1000 | 10000 | 100000 |
| 1 decâmetro | 0,01 | 0,1 | 1 | 10 | 100 | 1000 | 10000 |
| **1 metro** | **0,001** | **0,01** | **0,1** | **1** | **10** | **100** | **1000** |
| 1 decímetro | 0,0001 | 0,001 | 0,01 | 0,1 | 1 | 10 | 100 |
| 1 centímetro | 0,00001 | 0,0001 | 0,001 | 0,01 | 0,1 | 1 | 10 |
| 1 milímetro | 0,000001 | 0,00001 | 0,0001 | 0,001 | 0,01 | 0,1 | 1 |

**→ Exemplos de conversão de unidades:**

Converter as seguintes medidas de áreas para unidade de km$^2$:

a) 100 m$^2$ — 1 m = 0,001 km, então 1 m$^2$ = (0,001 km)$^2$
1 m$^2$ = 0,000001 km$^2$

Logo: 100 m$^2$ = 100 x 0,000001 km$^2$
100 m$^2$ = 0,0001 km$^2$

b) 150 hm$^2$ — 1 hm = 0,1 km, então 1 hm$^2$ = (0,1 km)$^2$
1 hm$^2$ = 0,01 km$^2$

Logo: 150 hm$^2$ = 150 x 0,01 km$^2$
150 hm$^2$ = 1,5 km$^2$

c) $100000\ dm^2$ — $1\ dm = 0{,}0001\ km$, então $1\ dm^2 = (0{,}0001\ km)^2$

$1\ dm^2 = 0{,}00000001\ km^2$

Logo: $100000\ dm^2 = 100000 \times 0{,}00000001\ km^2$

$100000\ dm^2 = 0{,}001\ km^2$

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

1) Converta as seguintes medidas de comprimento para cm:

a) 2,5 m — b) 1,3 km

c) 200 dam — d) 10500 mm

2) Converta as seguintes medidas de áreas para $m^2$:

a) $1\ km^2$ — b) $5\ dam^2$

c) $2{,}5\ mm^2$ — d) $3\ cm^2$

3) Converta as seguintes medidas de volume para $m^3$

a) $1{,}85\ cm^3$ — b) $11{,}5\ mm^3$

c) $3{,}2\ dam^3$ — d) $0{,}1\ km^3$

## 2.2. Fatores de Conversão de Tempo

Tabela 2. Fatores de conversão de unidades de tempo.

| Unidade | s | min | h | dia | ano |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 segundo | 1 | 0,01667 | 0,0002778 | 0,00001157 | 0,00000003169 |
| 1 minuto | 60 | 1 | 0,01667 | 0,0006994 | 0,000001901 |
| 1 hora | 3600 | 60 | 1 | 0,04167 | 0,0001141 |
| 1 dia | 86400 | 1140 | 24 | 1 | 0,002738 |
| 1 ano | 31536000 | 525900 | 8766 | 365,2 | 1 |

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

4) Converta as seguintes medidas de tempo em segundos:

a) 1h 10min — b) 1 semana

c) 48h — d) 2h 26min

5) Converta:

a) 300 dias em segundos

b) 89000 segundos em dia, hora, minutos e segundos

## 2.3. Fatores de Conversão de Unidades Derivadas

Tabela 3. Fatores de conversão de unidades de velocidade.

| **Converter de** | **Para** | **Multiplicar por** |
|---|---|---|
| metros por segundo (m/s) | pés por minuto (ft/min) | 196,8 |
| metros por segundo (m/s) | milhas por hora (mi/h) | 2,2369 |
| metros por segundo (m/s) | quilômetros por hora (km/h) | 3,60 |
| quilômetros por hora (km/h) | metros por segundo (m/s) | 0,2778 |
| quilômetros por hora (km/h) | milhas por hora (mi/h) | 0,6214 |

Embora a tabela seja útil, convém aprender a forma clássica de efetuar a conversão de unidades, conforme segue no exemplo:

Converter de km/h para m/s:

$$10\frac{km}{h}\times\frac{1000m}{1km}\times\frac{1h}{60min}\times\frac{1min}{60seg}=\frac{10\times 1000}{60\times 60}=2{,}77\ m/s$$

Tabela 4. Alguns outros exemplos de conversão de unidades.

| | | |
|---|---|---|
| **1km = 1000m** | **1dia = 24h** | **1N.m = 1J** |
| **1m = 100cm** | **1h = 60min** | **1*cal* ≈ 4,2J** |
| **1cm = 10mm** | **1min = 60s** | **1kWh = 3,6x10$^6$J** |
| **pol (in) = 2,54cm** | **1h = 3600s** | |
| **pé (ft) = 30,48cm** | | **1m$^3$ = 10$^3$*l*** |
| **milha (mi) = 1609m** | **1ton = 10$^3$kg** | **1m*l* = 1cm$^3$** |
| **jarda (Yd) ≈ 0,91m** | **1kg = 10$^3$g** | **1000m*l* = 1*l*** |
| | **onça (oz) = 28,7g** | **galão (gal) = 4,55 *l*** |
| **1kg/m$^3$ = 10$^3$g/m$^3$** | **libra (*l*b) = 454g** | |
| **1kg/*l* = 10$^3$ kg/m$^3$** | | **1A = 1C/s** |
| **1 g/cm$^3$ = 10$^3$ kg/m$^3$** | **1m/s = 3,6km/h** | **1V = 1J/C** |
| | **1mph ≈ 1,6 km/h** | |
| **1J/s = 1W** | | **1Pa = 1N/m$^2$** |
| **1cv ≈ 735W** | **1Kgf = 9,8N** | **1atm = 760mmHg** |
| **1HP 746W** | | **1atm ≈ 10$^5$N/m$^2$** |
| | | **1N/m$^2$ ≈ 10$^{-5}$kgf/cm$^2$** |

**<u>EXERCÍCIOS PROPOSTOS</u>:**

6) Converta:

a) 35 km/h em m/s
b) 100 m/s em km/h
c) 600W em HP
d) 35 HP em cv
e) 3,5 cv em J/s
f) 500 mmHg em kgf/cm$^2$
g) 1000 pol em km
h) 3500 ml em galões

## 2.4. Fatores de Conversão de Temperatura

Tabela 5. Fatores/relações de conversão de unidades de temperatura.

| Conversão de | para | Fórmula |
|---|---|---|
| Celsius | Fahrenheit | °F = °C × 1,8 + 32 |
| Fahrenheit | Celsius | °C = (°F − 32) / 1,8 |
| Celsius | Kelvin | K = °C + 273,15 |
| Kelvin | Celsius | °C = K − 273,15 |

## <u>EXERCÍCIOS PROPOSTOS</u>:

7) Converta:
a) 109ºF em K
b) -50ºC em K
c) 300 K em ºC

## 2.5. Notação Científica

Como visto anteriormente, o trabalho em laboratório exige que se trabalhe com números de diversas **ordens de grandezas**, ficando difícil o manuseio de números muito pequenos ou grandes. Para isso, a notação científica supre a necessidade do uso de números com tamanhos mais coerentes e fáceis de trabalhar.

A notação científica possui algumas regras simples de serem utilizadas, são elas:

1. Utilizar apenas um algarismo significativo antes da vírgula;

2. Este número não pode ser menor do que 1 (um) e nem maior que 9 (nove).

3. Escrever os algarismos após a vírgula seguido do número $10^n$ onde, a potência n é o número de casas em que se andou com a vírgula até ficar apenas um número a esquerda da vírgula.

Exemplos:

3563,2 m → $\mathbf{3{,}5632 \times 10^{3} m}$

0,000001234 mm → $\mathbf{1{,}234 \times 10^{-6}\ mm}$

$0{,}02m \times 0{,}13m = 2{,}0\times10^{-2}m \times 1{,}3\times10^{-1}m = 2{,}0\times1{,}3\times10^{-2-1} = \mathbf{2{,}6\times10^{-3}\ m}$

$(6{,}31\times10^{-5}\ m)^3 = (6{,}31)^3\times(10^{-5})^3\ m^3 = 251{,}2396\times10^{-15}\ m^3 = \mathbf{2{,}512396\times10^{-13}\ m^3}$

A questão de poder arredondar os números acima faz a necessidade de algumas regras especiais que veremos no tópico seguinte.

Devido ao uso da notação científica, o Bureau Internacional de Pesos e Medidas recomendou os seguintes prefixos:

Tabela 6. Prefixos utilizados no SI.

| nome | símbolo | fator | nome | símbolo | fator |
|---|---|---|---|---|---|
| deci | d | $10^{-1}$ | yotta | Y | $10^{24}$ |
| centi | c | $10^{-2}$ | zetta | Z | $10^{21}$ |
| mili | m | $10^{-3}$ | exa | E | $10^{18}$ |
| micro | μ | $10^{-6}$ | peta | P | $10^{15}$ |
| nano | n | $10^{-9}$ | tera | T | $10^{12}$ |
| pico | p | $10^{-12}$ | giga | G | $10^{9}$ |
| femto | f | $10^{-15}$ | mega | M | $10^{6}$ |
| atto | a | $10^{-18}$ | quilo | k | $10^{3}$ |
| zepto | z | $10^{-21}$ | hecto | h | $10^{2}$ |
| yocto | y | $10^{-24}$ | deca | da | 10 |

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

8) Escreva em notação científica as seguintes medidas:
a) 0,00005
b) 300,2
c) 0,00000000198
d) 230120,2

## 2.6. Algarismos Significativos

Suponha que estejamos realizando a medida de alguma peça como mostrado na figura 1. Pode-se observar que o comprimento da peça está entre 7 e 8 centímetros. Qual seria o algarismo que viria após o 7? Apesar da menor divisão da régua ser 1 cm, é razoável fazer uma subdivisão mental do intervalo compreendido entre 7 e 8 cm. Desta maneira, representa-se o comprimento da peça como sendo 7,3 cm. O algarismo 7 desta medida foi lido com certeza, porém o 3 não. Não se tem certeza do algarismo, por isso, ele é denominado como **algarismo duvidoso**.

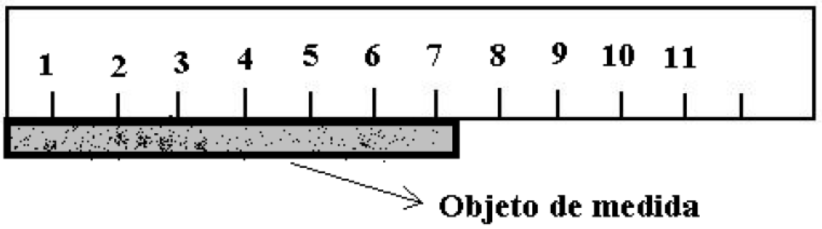


Figura 1. Desenho esquemático de medida de um objeto qualquer. Valores em cm.

A regra geral, portanto, é que se deve apresentar a medida com apenas os algarismos de que se tem certeza mais um único algarismo duvidoso. Estes algarismos são denominados algarismos significativos da medida.

É importante salientar que, em uma medida, os zeros à esquerda do número, isto é, que posicionam a vírgula, não são algarismos significativos. Exemplos:

1. a medida 0,023 cm tem somente dois algarismos significativos, o 2 e o 3;
2. a medida 0,348 cm tem três algarismos significativos;
3. a medida 0,0040000 cm tem cinco algarismos significativos, o número 4 e os quatro zeros a sua direita.

**Observações:**

1. Os zeros que completam números múltiplos de potências de 10 são ambíguos: a notação não permite dizer se eles são ou não significativos.
   Exemplo: 800 pode ter um algarismo significativo (8), dois algarismos significativos (80) ou três algarismos significativos (800). Esta ambiguidade deve ser corrigida usando-se notação científica para representar estes números, $8x10^2$ terá um algarismo significativo, $8,0x10^2$ terá dois algarismos significativos e $8,00x10^2$ terá três algarismos significativos.
2. O número 100: é Não Determinado (ND), pois acaba com um zero à direita do último dígito que não seja zero, sem a pontuação decimal; (necessita de referência).
   Exemplo: $100 = 10^2$ não possui algarismos significativos, no entanto, $100,0 = 1,0 \times 10^2$ possui 2 algarismos significativos.
3. A posição da vírgula não influi no número de algarismos significativos, por exemplo, o comprimento de 0,0240 m possui três algarismos significativos e pode ter a posição da vírgula alterado de várias formas usando uma potência de dez adequada, e sem alterar o seu número de algarismos significativos. Veja abaixo:

$0,0240\ m = 0,240x10^{-1}\ m = 0,240\ dm$
$0,0240\ m = 2,40x10^{-2}\ m = 2,40\ cm$
$0,0240\ m = 24,0x10^{-3}\ m = 24,0\ mm$

Observe que o número de algarismos significativos é sempre três, independentemente da forma que o número foi escrito e da posição de sua vírgula. Outro ponto importante é que o valor da medida é sempre a mesma, visto que: 0,0240 m = 0,240 dm = 2,40 cm = 24,0 mm.

## 2.7. Critérios de Arredondamento

Quando se tem que trabalhar com várias medidas com diferentes números de algarismos significativos, é necessário exprimir estas medidas segundo a norma de que se deve ter apenas um algarismo duvidoso. Então, os critérios **(Portaria 36 de 06/07/1965 - INPM - Instituto Nacional de Pesos e Medidas)** adotados são:

1. Se o primeiro algarismo após aquele que formos arredondar for de 0 a 4, conservamos o algarismo a ser arredondado e desprezamos os seguintes.
   Ex.: 7,34856 → 7,3

2. Se o primeiro algarismo após aquele que formos arredondar for de 6 a 9, acrescenta-se uma unidade no algarismo a ser arredondado e desprezamos os seguintes.
   Ex.: 1,2734 → 1,3

3. Se o primeiro algarismo após aquele que formos arredondar for 5, seguido apenas de zeros, conservamos o algarismo se ele for par ou aumentamos uma unidade se ele for ímpar desprezando os seguintes.
   Ex.: 6,2500 → 6,2
   12,350 → 12,4

4. Se o 5 for seguido de outros algarismos dos quais, pelo menos um é diferente de zero, aumentamos uma unidade no algarismo e desprezamos os seguintes.
   Ex.: 8,2502 → 8,3
   8,4503 → 8,5

## 2.8. Operações com Algarismos Significativos

Este assunto é de grande importância devido ao fato de necessitar envolver em uma equação matemática, como a cálculo do volume, várias grandezas físicas medidas com diferentes algarismos diferentes, obtidas com aparelhos de classe de precisão diferentes. Por isso, iremos aprender as quatro operações básicas com as medidas.

**Adição**

O resultado da adição de várias medidas é obtido arredondando-se a soma na casa decimal da **parcela mais pobre em decimais**, após efetuar a operação.
Ex: 12,56 + 0,1236 = 12,6836 = 12,68

**Subtração**

A subtração é um caso particular da adição, adotando-se, dessa forma o mesmo critério da adição.

Ex: 18,2476 – 16,72 = 1,5276 = 1,53

**Multiplicação**

O produto de duas ou mais medidas **deve possuir**, em geral, **o mesmo número de algarismos significativos da medida mais pobre em algarismos significativos**.

Ex: $3,1415 \times 180 = 5,65 \times 10^2 = 565$

**Divisão**

A divisão é simplesmente um caso particular do produto, portanto aplica-se a regra anterior.

Ex: 63,72/23,1 = 2,758441558 = 2,76

**Logaritmo**

Ao se trabalhar com logaritmos, observa-se o número de algarismos significativos do argumento (ou logaritmando) e o total de casas depois da vírgula do logaritmo é igual a esse número.

Ex.: $\ln(5,0 \times 10^3) = 8,52$ → 2 significativos no argumento → 2 casas decimais no logaritmo.

$\ln(45,0) = 3,807$ → 3 significativos no argumento → 3 casas decimais no logaritmo.

## <u>EXERCÍCIOS PROPOSTOS</u>:

9) Efetue as operações abaixo e represente o resultado em notação científica:

a) 3,45 m + 123,47 m – 0,0354 m

b) $3,12 \times 10^5$cm + 2,69cm

c) $50,7\overline{2}$ m + $7200,\overline{0}$ cm

d) 5,24 mm × 0,73 m

e) $\ln(1,20 \times 10^2)$ m + $\ln(45,0)$ m