Algarismos Significativos

Neste texto você conhecerá melhor os algarismos significativos, bem como as Regras gerais para realização de operações com algarismos significativos e as regras para Conversão de Unidades e Arredondamento.

Algarismos significativos expressam um valor de aproximação de uma medida, cujo erro máximo, por falta ou por excesso, seja igual à meia unidade de sua ordem decimal.

O erro máximo de aproximação está sempre associado à precisão requerida para a medida a ser executada e à escala do instrumento a ser utilizado.

Por exemplo, utilizando-se uma escala (régua graduada), em milímetros, executa-se a medição conforme a figura 1.

Figura 1: Medição de uma peça com régua.

Analisando-se esta medição, obtém-se um valor absolutamente correto que é 49 mm e mais outro valor duvidoso, que é obtido através de uma avaliação da escala.

Este segundo valor (decimal) é da ordem de 0,5 mm, pois não há nenhum significado estabelecer-se outro valor com precisão superior à menor divisão da escala, que é de 1 mm.

Como o valor da medição está entre dois valores exatos, e mais próximos da metade da divisão, pode-se afirmar que o resultado é 49,5 mm. Assim, obtém-se uma nova definição para algarismos significativos.

"Algarismos significativos de uma medida são aqueles que sabemos serem corretos mais o primeiro duvidoso. (Observando-se o erro máximo de meia unidade de sua ordem decimal)".

Quando se exprime o valor de uma medida, este deve ter um número de algarismos significativos tal, que traduza a sua precisão. Por exemplo, o valor de uma medida obtida através de um paquímetro é de 4 mm. Este valor pode ser 4; 4,0; 4,00; 4,000, dependendo da precisão do instrumento. Se este paquímetro possui uma precisão de 0,02 mm, o valor da medida deve ser expresso com o mesmo número de algarismos significativos dados pela precisão do instrumento. No caso acima, 4,00.

Observações:

Zeros à esquerda de um número, com a finalidade de fixar a posição da vírgula, não são significativos.

Exemplo:

0,034	2 (dois) algarismos significativos

Zeros à direita, ou entre outros algarismos, são significativos.

Exemplo:

3,26	3 (três) algarismos significativos
3,0	2 (dois) algarismos significativos
3,06	3 (três) algarismos significativos

Algarismos significativos não dependem do número de casas decimais.

Exemplo:

3,45	3 (três) algarismos significativos
$35,4 \times 10^3$	3 (três) algarismos significativos
$3,48 \times 10^3$	3 (três) algarismos significativos
$0,308 \times 10^3$	3 (três) algarismos significativos

Em módulo o valor é igual, mas na forma de se apresentar não.

Exemplo de valores iguais e notações diferentes:

$35,4 \times 10^3$	3 (três) algarismos significativos
35400	5 (cinco) algarismos significativos

Ver outros exemplos do uso de algarismos significativos na medição de instrumentos, nas figuras 2, 3 e 4.

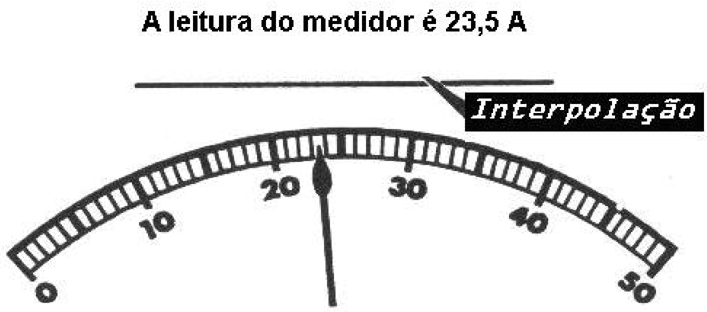

Figura 2: Leitura de amperímetro com 3 algarismos significativos.

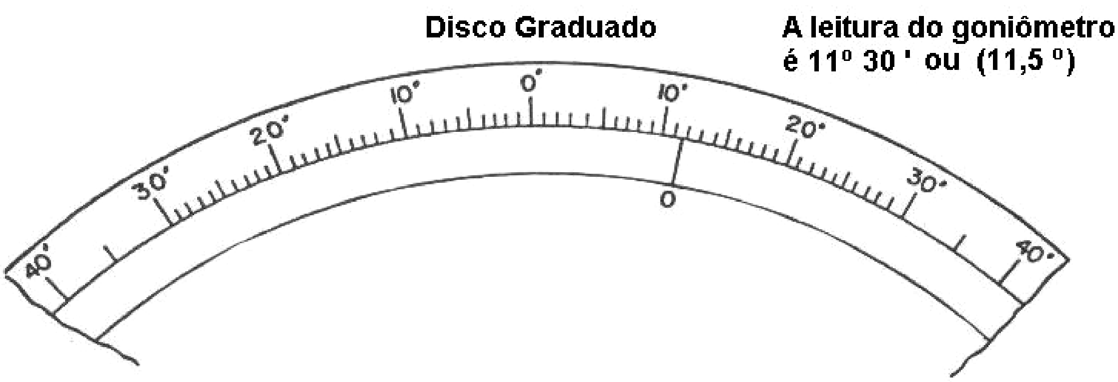

Figura 3: Leitura de goniômetro.

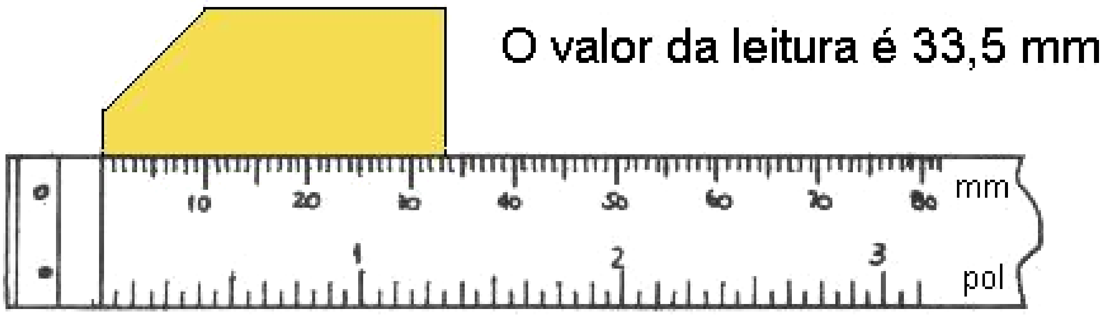

Figura 4: Leitura de trena.

Regras gerais para operações com algarismos significativos

A norma ASTM E- 380 estabelece as seguintes regras para operação com algarismos significativos:

(a) Arredondamento:

1. Só se pode suprimir um algarismo quando o número apresentar casas decimais.
2. Se o algarismo a suprimir é inferior a cinco, despreza-se esse número.
3. Se o algarismo a suprimir é maior do que cinco, adiciona-se uma unidade ao algarismo anterior.
4. Se o algarismo a suprimir é igual a cinco, então adiciona-se uma unidade ao algarismo anterior se este for ímpar e o algarismo anterior permanece inalterável se for par.

(b) Adição e Subtração

O resultado de uma soma ou de uma subtração deve ser relatado com o mesmo número de casas decimais que o termo com o menor número de casas decimais.

Exemplos:

<table>
<tr><td>Adição: 30,00 + 21,5322</td><td>Subtração: 3,256 – 0,70</td></tr>
<tr><td>30,00
+ 21,532
51,532</td><td>3,256
– 0,70
2,556</td></tr>
<tr><td>Resposta: 51,53</td><td>Resposta: 2,56</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Adição: 6,3 + 2,14</td><td>Subtração: 90 – 2,14</td></tr>
<tr><td>6,3
+2,14
8,44</td><td>90
- 2,14
87,86</td></tr>
<tr><td>Resposta: 8,4</td><td>Resposta: 88</td></tr>
<tr><td colspan="2">Devem ser relatados com 8,4 e 88, respectivamente, pois 6,3 tem somente uma casa decimal e 90 nenhuma.</td></tr>
</table>

(c) Multiplicação e Divisão

O resultado de uma multiplicação ou de uma divisão deve ser arredondado para o mesmo número de algarismos significativos que o do termo com menor número de algarismos significativos.

Por exemplo,

6,3 x 2,14 = 13,482 = 13

6,3 / 2,14 = 2,9439252 = 2,9

Os resultados das operações acima são 13 e 2,9, respectivamente, com dois algarismos significativos apenas, pois o termo 6,3 tem somente dois algarismos significativos.

Para se ganhar tempo, os valores usados em uma conta envolvendo diversas etapas podem ser arredondados antes de se realizar as operações matemáticas. Cada termo que tem um número excessivo de algarismos significativos é arredondado de modo que fique com um algarismo significativo a mais que o termo, entre os envolvidos no cálculo, com menor número de algarismos significativos (que é o número de algarismos significativos que a resposta deverá ter).

Por exemplo, o resultado do cálculo

13,428 x [6,2/90,14356] deve ser relatado só com dois algarismos significativos, já que o termo com menor número de algarismos significativos é 6,2. Assim, os outros termos podem ser arredondados até três algarismos significativos antes de se efetuar as contas, isto é:

13,4 x [6,2/90,1] = 0,9220861 = 0,92   Resposta: 0,92

Outros exemplos:

Multiplicação:	Divisão:
9,42 x 3,3 = 31,086 = 31 3,27 x 4,25 = 13,8975 = 13,9 1,20 x 10−3 x 0,1234 x 107 ÷ 5,31 = 278,870056497 = 280	6,82 ÷ 5,4 = 1,2629 = 1,3 76,91 ÷ 4,2 = 18,3119 = 18

Conversão de Unidades e Arredondamento

Quando se converte unidades deve-se manter a correspondência da precisão original com um dado número de algarismos significativos. Ou seja, o resultado de uma conversão deve ter um número de algarismos significativos que represente a ordem de grandeza da unidade a que se está convertendo, sem que se altere a precisão original.

O procedimento correto de se proceder à conversão é a multiplicação ou, a divisão do valor que se quer converter, por um fator de conversão exato e então, arredondar (quando necessário) o resultado da multiplicação ou divisão, para o número correto de algarismos significativos, conforme regras já estabelecidas.

Exemplo:

Para converter 0,328 pol. para mm temos:

$$0,328 \times 25,4 = 8,3312 \text{ mm.}$$

Utilizando a regra de multiplicação com algarismos significativos teremos que 0,328 x 25,4 = 8,33 mm.

Nunca se deve arredondar o fator de conversão e / ou valores de medidas que se deseja converter. O arredondamento, caso seja feito, acarretará uma redução na precisão da medida.

Na tabela 1 são apresentados alguns dos principais fatores de conversão de unidades e, em seguida, exemplos de conversões.

Tabela 1: Conversão de Unidades de Medidas

Para converter de	Para	Multiplique por
Atmosfera técnica	Kgf/cm^2	$1,000\ 000 \times 10^{-3}$
Atmosfera física	Kgf/cm^2	1,01325
Btu – (“British Thermal Unit”)	Joule	$1,055056 \times 10^{3}$
Btu	kWh	$2,\ 930711 \times 10^{-4}$
Btu	kcal	$2,520000 \times 10^{-1}$
Btu/h	HP	$3,931000 \times 10^{-4}$
Btu/h	W	$2,930711 \times 10^{-1}$
caloria	Btu	$3,968300 \times 10^{-3}$
caloria	kWh	$1,163000 \times 10^{-6}$

caloria	J	4,186800
centímetro	pé	$3{,}280839 \times 10^{-1}$
centímetro	polegada	0,393700
Grau Celsius (ºC)	Grau Fahrenheit	(ºC x 9/5) + 32
Grau Celsius	Grau kelvin	(ºC + 273,3)
Grau Fahrenheit	Grau Celsius	(OF – 32) x 5/9
HP	Btu/min	4,24242 x 10
HP	cv	1,013900
HP	kcal/h	$6{,}412000 \times 10^{2}$
HP	kW	0,7460000
Joule/segundo	W	1,000 000
Libra força/polegada2	atmosfera	$6{,}412000 \times 10^{-2}$
Libra força/polegada2	kgf/cm^2	$7{,}030600 \times 10^{-2}$
litro	galão	$2{,}641700 \times 10^{-1}$
metro	centímetros	102
metro	milímetros	103
metro	pé	3,280839
metro	polegada	2,937 x 10
Metro cúbico	Pé cúbico	3,53147 x 10
milímetro	polegada	$3{,}937000 \times 10^{-2}$
pascal	Kgf/cm^2	$9{,}806500 \times 10^{-6}$
pascal	Kgf/mm^2	$9{,}806500 \times 10^{-8}$
polegada	cm	2,540000
polegada	m	$2{,}540000 \times 10^{-2}$
pé	m	$3{,}04800 \times 10^{-1}$
Pé cúbico por minuto	l/s	$4{,}719475 \times 10^{-1}$
quilograma	libra	2,204600
quilocaloria	Btu	3,962500
Quilowatt – hora	Btu	$3{,}41214 \times 10^{3}$
Quilowatt – hora	cal.	$8{,}598450 \times 10^{2}$
Quilowatt – hora	kcal	8568450×10^{-1}
Quilowatt – hora	J	$3{,}600000 \times 10^{6}$

Exemplos de conversão de unidades

Exemplo 1	Transformar 50º F em ºC. Pela tabela temos: $(^{O}F - 32) \times \frac{5}{9} = (50 - 32) \times \frac{5}{9} =$ $= 18 \times \frac{5}{9} = 10^{O}C$
Exemplo 2	Transformar 25 kgf/cm² para Mpa. Pela tabela, temos: de pascal para kgf/cm², multiplicamos por $9{,}806500 \times 10^{-6}$, portanto, de kgf/cm² para pascal dividimos por $9{,}806500 \times 10^{-6}$. Assim, teremos: $\frac{25}{9{,}806500 \times 10^{-6}} = \frac{25 \times 10^{6}}{9{,}806500} = 2{,}549329 \times 10^{6}$ Como 25 kgf/cm² possui 2 (dois) algarismos significativos, faz-se o arredondamento conforme regras estabelecidas no item sobre multiplicação e divisão, obtendo-se: $2{,}5 \times 10^{6}$ pascal ou 2,5 Mpa (*) (*)10^{6} é representado pelo prefixo M, que significa Mega.
Exemplo 3	Transformar 3 mm em metros. Pela tabela temos: de metro para mm, multiplicamos por 103, portanto de mm para metro, dividimos por 103. Assim teremos: 3 mm / 103 = 3 x 10-3 = 0,003 m.

Exemplo 4	Transformar 5/8" em milímetros. Pela tabela 1, temos: de polegada para milímetro multiplicamos por 25,4. Assim, teremos: $\frac{5''}{8} = 0{,}625''$ 0,625 x 25,4 = 15,875mm Arredondando para o número próprio de algarismos significativos = 15,9 mm.
Exemplo 5	Transformar 1 3/4" em milímetros $1\ \frac{3''}{4} = \frac{1 \text{ x } 4 \text{ x } + 3}{4} = \frac{7''}{4} = 1{,}75''$ Pela tabela 1, temos: de polegada para milímetro multiplicamos por 25,4. Assim, teremos: 1,75 x 25,4 = 44,45 Utilizando-se a regra de arredondamento temos 44,4 mm.
Exemplo 6	Transformar 9,525 mm em polegadas fracionárias. Para transformar milímetro em polegada, dividimos a quantidade de milímetros por 25,4. Logo, multiplicamos o resultado por uma das divisões da polegada, adotando-se como denominador a mesma divisão tomada. A seguir, simplificamos a fração. $9{,}525\text{mm} = \frac{(9{,}525 : 25{,}4) \text{ x } 128}{128} = \frac{0{,}375 \text{ x } 128}{128} = \frac{48''}{128}$ $\frac{48}{128} = \frac{24}{64} = \frac{12}{32} = \frac{6}{16} = \frac{3}{8}$ Assim, 9,525 = 3/8".

Neste texto você aprendeu que algarismos significativos expressam um valor de aproximação de uma medida, cujo erro máximo, por falta ou por excesso, seja igual à meia unidade de sua ordem decimal; conheceu também as regras gerais para operações com algarismos significativos e as regras para conversão de unidades e arredondamento. Caso seja necessário releia o texto e/ou recorra aos tutores para resolver suas dúvidas.

Questões de Revisão

1 – Para realizar operações com algarismos significativos adota-se uma série de regras segundo a norma ASTM E-380. Apresente as regras que devem ser seguidas no caso de:

a) Arredondamento
b) Adição e Subtração
c) Multiplicação e Divisão

2 – Sabe-se que antes de se realizar as operações matemáticas os valores usados em uma conta envolvendo diversas etapas podem ser arredondados. No caso da Conversão de Unidades e Arredondamento, explique como esse procedimento deve ocorrer corretamente.