



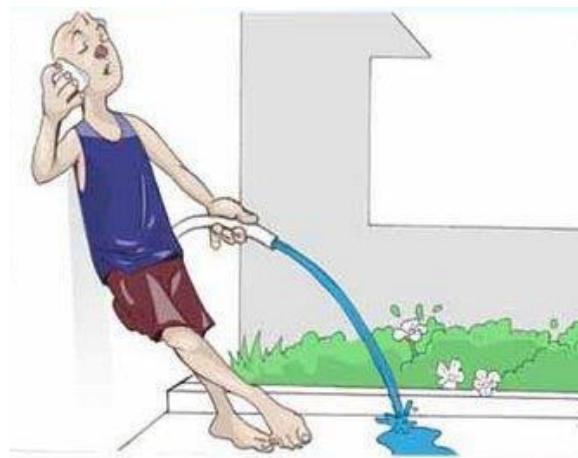
## CONCEITO

Escoamento é o movimento de um fluído líquido ou gasoso. Existem basicamente dois tipos de escoamento:

- Laminar (lamenar)
- Turbulento (turbilhonado).



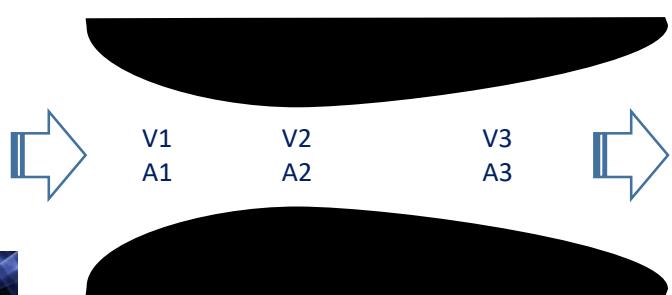
O escoamento pode possuir dois tipos de tubos de escoamento (canalização do escoamento, por onde ele sai): tubo real ou tubo imaginário. O tubo real é quando existe o referido tubo, como uma mangueira onde o fluido escoa internamente a esta. O tubo imaginário é quando não existe um tubo contendo o escoamento, mas ele possui a sua forma como exemplifica a imagem abaixo:



## EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE

*“Quanto mais estreito for um tubo de escoamento, maior será a velocidade do fluido”*

OBS: Considera-se nesta equação o fluxo incompressível, ou seja, os efeitos da compressibilidade do ar não são influentes.



Esta equação pode ser facilmente visualizada em uma mangueira quando a apartamos criando uma restrição a passagem do fluxo de fluido. Nesta restrição observa-se a maior velocidade do fluxo. O nome da equação é equação da continuidade porque independente do local onde se observe a multiplicação da área pela velocidade será sempre igual – ou seja, contínua, segundo a fórmula descrita abaixo:

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 = A_3 \times V_3$$

## PRESSÃO DINÂMICA

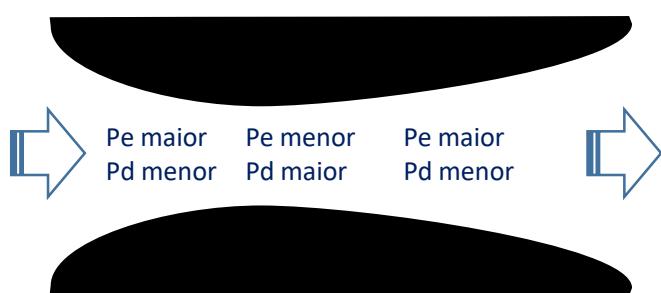
É a pressão produzida pelo impacto de ar ou vento relativo. No solo, só existe se houver vento impactando na aeronave. Em voo existe sempre, pois sempre existe impacto do ar com a aeronave. A pressão dinâmica é diretamente proporcional à densidade e velocidade do escoamento, como pode ser observado na fórmula descrita abaixo:

$$q = \frac{1}{2} \text{ densidade} \times V^2$$

Velocímetro: O velocímetro utiliza a velocidade do vento relativo para medir a velocidade da aeronave, uma vez que estes valores são iguais – segundo a 3ª Lei de Newton. O velocímetro é uma espécie de manômetro, portanto, adaptado para indicar velocidade do vento relativo. Utiliza a pressão dinâmica para computar seus dados. Como a pressão dinâmica não pode ser obtida sozinha, existe mecanismos internos ao instrumento que fazem a seguinte subtração TOTAL – ESTÁTICA = DINÂMICA. A pressão dinâmica, através de uma série de engrenagens reguladas aciona o ponteiro do velocímetro indicando a velocidade da aeronave naquele instante.

## TEOREMA DE BERNOULLI

*“Quanto maior for a velocidade do escoamento, maior será a pressão dinâmica e menos será pressão estática.”*



OBS: O teorema de Bernoulli é semelhante a Equação da Continuidade. O teorema, entretanto, considera as pressões, enquanto que a equação considera as velocidades.

## SISTEMA PITOT-ESTÁTICO

O velocímetro é acionado pela pressão dinâmica, enquanto que o altímetro é acionado pela pressão estática. Para que todo este sistema de medição funcione é preciso que haja uma tomada de pressão total (Tubo de Pitot) e uma tomada de pressão estática. Existem sistemas onde as tomadas constituem duas unidades separadas e sistemas onde elas encontram-se integradas em um mesmo componente (detalhes dos tipos de tubo de pitot serão estudados em CTA).

## DIFERENTES VELOCIDADES

O mecanismo do velocímetro é calibrado para a atmosfera padrão, com comportamentos pré-estabelecidos como temperatura, pressão, densidade... Entretanto, as variáveis não se comportam de uma forma tão padronizada na atmosfera e devido a estas oscilações de valores haverão erros tanto no velocímetro quanto no altímetro. Para os erros de velocímetro existem outras velocidades as quais são corrigidas para determinados erros – as quais seguem abaixo:

### ✓ Velocidade Indicada (Indicated airspeed)

Velocidade que é aparece no instrumento, só será correta se voando no nível médio do mar. Haverão erros devido à atmosfera “mutável”.

### ✓ Velocidade Calibrada (Calibrated airspeed)

É a velocidade indicada corrigida para erros de posicionamento do instrumento, uma vez que o tubo de pitot geralmente fica do lado esquerdo apenas, em aeronaves de pequeno porte.

### ✓ Velocidade Equivalente (Equivalent airspeed)

É a velocidade calibrada, mas corrigida para erros de compressibilidade do ar (temperatura/pressão).

### ✓ Velocidade aerodinâmica – Velocidade verdadeira (True airspeed)

Velocidade do avião em relação ao ar. Utilizada em cálculos durante o voo. Não considera a velocidade do vento, por isso apresenta ainda erros.

### ✓ Velocidade de solo (Ground Speed)

É a velocidade verdadeira corrigida para os erros de vento. É a velocidade do avião em relação ao solo. É a única velocidade que tem como referencial o solo. Todas as outras consideram a massa de ar que envolve a aeronave.

Resumindo...

$$\text{IAS} + \text{posição} = \text{CAS} + \text{comp} = \text{EAS}$$

$$+ \text{densidade} = \text{TAS} + \text{vento} = \text{GS}$$

