

PETROBRAS E TRANSPETRO

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO  
TÉCNICO(A) DE DUTOS E TERMINAIS

# MECÂNICA DOS FLUIDOS, OPERAÇÕES UNITÁRIAS E EQUIPAMENTOS DE PROCESSO

QUESTÕES RESOLVIDAS PASSO A PASSO



PRODUZIDO POR EXATAS CONCURSOS  
[www.exatas.com.br](http://www.exatas.com.br)

# RESUMÃO

## GRANDEZAS E UNIDADES (S.I.)

$m$ : Massa [kg];  $V$ : Volume [ $\text{m}^3$ ];  $\rho$ : Massa Específica [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ];  $\gamma$ : Peso Específico [ $\text{N}/\text{m}^3$ ];  $Q$ : Vazão Volumétrica [ $\text{m}^3/\text{s}$ ];  $P$ : Pressão [ $\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$ ];  $v$ : Velocidade [ $\text{m}/\text{s}$ ];  $t$ : Tempo [s];  $g$ : Aceleração da Gravidade [ $\text{m}/\text{s}^2$ ];  $F$ : Força [N].

## FLUIDO

“Fluido é uma substância que se deforma continuamente quando submetida a uma tensão de cisalhamento.”

## MASSA ESPECÍFICA ( $\rho$ )

Define-se como massa específica, ou densidade absoluta, a razão entre a massa do fluido ( $m$ ) e seu volume ( $V$ ):

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Um fluido **incompressível** mantém sua massa específica **constante**.

## PESO ESPECÍFICO ( $\gamma$ )

É que a multiplicação da massa específica pela aceleração da gravidade:

$$\gamma = \rho g = \frac{m}{V} g$$

## PRESSÃO

A pressão ( $P$ ) causada por uma força  $F$  que atua sobre uma área  $A$  é:

$$P = \frac{F}{A}$$

## PRESSÃO HIDROSTÁTICA

A pressão hidrostática ( $P_h$ ) à profundidade  $h$  de um fluido de massa específica  $\rho$  é:

$$P_h = \rho g h$$

Caso a superfície do fluido esteja sujeita a uma pressão atmosférica  $P_0$ , a pressão absoluta ( $P_A$ ) a uma profundidade  $h$  será:

$$P_A = P_0 + P_h = P_0 + \rho g h$$

A **pressão hidrostática** em um fluido **incompressível**, sendo função apenas da profundidade.

## PRINCÍPIO DE PASCAL

“A pressão exercida em um ponto de um fluido é transmitida no mesmo valor em todas as direções.”

É o princípio

Neste caso temos:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Sendo  $A_1$  e  $A_2$  as áreas de cada extremo de um cilindro hidráulico (ou elevador hidráulico).

## PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

“Um corpo total ou parcialmente submerso em um fluido sofre uma força (empuxo), cujo módulo é igual ao módulo do peso do volume de fluido deslocado.”

Matematicamente:

Sendo  $E$  a força de empuxo exercida pelo corpo,  $\rho$  a massa específica do fluido e  $V$  o volume deslocado:

## VAZÃO VOLUMÉTRICA

É a quantidade de um fluido que

AMOSTRA

# ÍNDICE DE QUESTÕES

---

## TÉCNICO(A) DE DUTOS E TERMINAIS - TRANSPETRO 2023

Q39 (pág. 1) Q40 (pág. 2) Q56 (pág. 4) Q60 (pág. 4)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO - CEBRASPE - PETROBRAS 2023

Q68 (pág. 6) Q69 (pág. 7) Q79 (pág. 8) Q80 (pág. 9) Q81 (pág. 9)  
Q82 (pág. 9) Q83 (pág. 10) Q84 (pág. 11) Q85 (pág. 11) Q86 (pág. 12)  
Q99 (pág. 13) Q100 (pág. 14)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - TRANSPETRO 2018

Q23 (pág. 15) Q28 (pág. 15) Q57 (pág. 16) Q58 (pág. 17)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2017.1

Q45 (pág. 18) Q46 (pág. 19) Q48 (pág. 21) Q56 (pág. 22) Q57 (pág. 23)  
Q58 (pág. 25) Q59 (pág. 27) Q60 (pág. 28)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2014.2

Q48 (pág. 29) Q52 (pág. 31) Q53 (pág. 32) Q54 (pág. 33) Q56 (pág. 34)  
Q57 (pág. 35) Q59 (pág. 36) Q60 (pág. 37)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2014.1

Q45 (pág. 38) Q49 (pág. 39) Q54 (pág. 46) Q55 (pág. 40) Q56 (pág. 41)  
Q57 (pág. 42) Q58 (pág. 43) Q59 (pág. 44) Q60 (pág. 45)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2013.1

Q44 (pág. 47)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2012.1

Q53 (pág. 48) Q54 (pág. 49) Q55 (pág. 50) Q57 (pág. 50) Q59 (pág. 51)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2011.1

Q45 (pág. 52) Q53 (pág. 53) Q55 (pág. 54) Q56 (pág. 55) Q58 (pág. 55)  
Q59 (pág. 56)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2010.2

Q46 (pág. 57) Q51 (pág. 58) Q52 (pág. 58) Q55 (pág. 59) Q57 (pág. 61)  
Q58 (pág. 60)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2010.MAIO

Q27 (pág. 61) Q35 (pág. 63) Q38 (pág. 64) Q44 (pág. 65) Q45 (pág. 65)  
Q46 (pág. 66) Q47 (pág. 68) Q48 (pág. 67)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2010.MARÇO

Q18 (pág. 68) Q28 (pág. 72) Q30 (pág. 69) Q34 (pág. 70) Q44 (pág. 71)  
Q45 (pág. 72) Q47 (pág. 73) Q48 (pág. 74) Q49 (pág. 75)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2008.2

Q38 (pág. 76) Q42 (pág. 77) Q44 (pág. 78) Q45 (pág. 79) Q46 (pág. 80)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - TRANSPETRO 2012.2

Q41 (pág. 82) Q46 (pág. 80) Q52 (pág. 83) Q53 (pág. 84) Q57 (pág. 85)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - TRANSPETRO 2011.3

Q30 (pág. 86) Q32 (pág. 87) Q34 (pág. 88) Q35 (pág. 87) Q36 (pág. 89)  
Q37 (pág. 89) Q38 (pág. 90) Q39 (pág. 91) Q47 (pág. 91) Q49 (pág. 92)  
Q59 (pág. 94) Q60 (pág. 93)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - TRANSPETRO 2008.2

Q29 (pág. 94) Q34 (pág. 95) Q39 (pág. 96) Q40 (pág. 96)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - TERMORIO/TERMOMACAÉ/TERMOCEARÁ 2009.1

Q32 (pág. 97) Q36 (pág. 98) Q37 (pág. 98) Q38 (pág. 99) Q39 (pág. 99)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - TERMOBAHIA 2012.1

Q40 (pág. 100) Q42 (pág. 101) Q44 (pág. 101)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS BIOCOMBUSTÍVEL 2010.JUNHO

Q26 (pág. 102) Q36 (pág. 103) Q37 (pág. 104) Q38 (pág. 105) Q40 (pág. 104)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - BR DISTRIBUIDORA 2008.1

Q24 (pág. 106) Q40 (pág. 108) Q46 (pág. 109) Q47 (pág. 107) Q49 (pág. 110)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - BR DISTRIBUIDORA 2010.JANEIRO

Q39 (pág. 111) Q46 (pág. 113) Q47 (pág. 112) Q49 (pág. 114) Q50 (pág. 114)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - BR DISTRIBUIDORA 2010.ABRIL

Q21 (pág. 115) Q34 (pág. 116) Q39 (pág. 117) Q46 (pág. 115) Q47 (pág. 120)  
Q49 (pág. 118) Q50 (pág. 119)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - BR DISTRIBUIDORA 2011.1

Q23 (pág. 120) Q24 (pág. 124) Q26 (pág. 121) Q33 (pág. 122) Q35 (pág. 123)  
Q36 (pág. 125)

QUESTÕES RESOLVIDAS NESTA APOSTILA: 142

# AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Nesta seção você monitora o seu desempenho enquanto estuda esta apostila. **Todos os campos desta página são calculados automaticamente pelo PDF.** Utilize os leitores [Foxit PDF Reader](#) ou [Adobe Acrobat Reader](#) para um funcionamento adequado. Na maioria dos leitores de PDF de **celulares** estes recursos **não funcionam**.

## COMO UTILIZAR:

No cabeçalho de cada questão você encontrará 4 *checkboxes* (um **verde**, um **amarelo**, um **laranja** e um **vermelho**), como no exemplo abaixo:

QUESTÃO 1

À medida que você for estudando cada questão, marque um dos *checkboxes* (*apenas um por questão!*) segundo a seguinte lógica:

- Você acertou a questão sem precisar consultar a resolução.*
- Você quase acertou, mas precisou olhar a resolução por causa de algum detalhe.*
- Você tinha pouca ideia de como resolver, mas compreendeu perfeitamente a resolução.*
- Mesmo vendo a resolução, você ficou com alguma dúvida ou achou muito complicado.*

***Não se esqueça de salvar o PDF ao fechar!***

## ACOMPANHAMENTO:

Questões Estudadas:

Questões A Estudar:

Totalizações	Índice de Desempenho
	$I =$

### Avaliação do Seu Desempenho

$I \geq 8.5$  **Ótimo!** Você está dominando o conteúdo. Parabéns!

$7.0 \leq I < 8.5$  **Bom!** Você só precisa focar seus estudos em alguns pontos.

$5.0 \leq I < 7.0$  **Razoável.** Foque nas questões que marcou em laranja e vermelho.

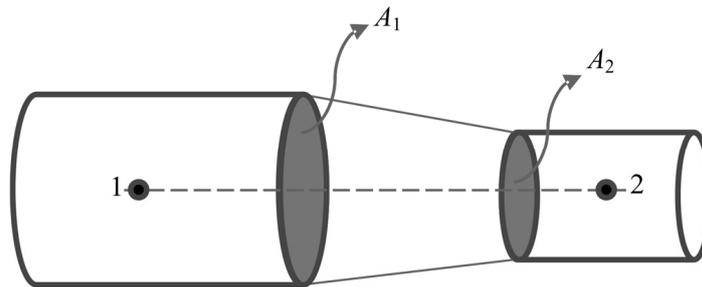
$I < 5.0$  **Ruim.** Estude melhor o conteúdo teórico e volte a praticar.

**QUESTÃO 15**

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO - CEBRASPE - PETROBRAS 2023

Julgue os itens a seguir, relativos a mecânica dos fluidos.

- I)** Considere-se que o petróleo tenha densidade igual a  $800 \text{ kg/m}^3$  e se comporte como um fluido ideal, escoando através de uma tubulação horizontal com áreas de seção transversal  $A_1 = 0,40 \text{ m}^2$  e  $A_2 = 0,20 \text{ m}^2$ , como mostrado na figura a seguir. Considere-se, também, que, no ponto 1, a pressão seja igual a  $1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$  e que a velocidade do fluido seja igual a  $4,0 \text{ m/s}$ . Nessa situação hipotética, a velocidade de escoamento do fluido e a pressão, no ponto 2, são iguais a  $8,0 \text{ m/s}$  e  $8,08 \times 10^4 \text{ Pa}$ , respectivamente.


**RESOLUÇÃO**

Sabemos que a vazão  $Q$  de um fluido que se desloca a uma velocidade  $v$  por um tubo de seção transversal de área  $A$  é dado por:

$$Q = A v$$

Pelo princípio de continuidade de massa entre os pontos 1 e 2:

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Como  $A_1 = 0,40 \text{ m}^2$ ,  $A_2 = 0,20 \text{ m}^2$  e  $v_1 = 4,0 \text{ m/s}$ , conseguimos encontrar  $v_2$ :

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2} = \frac{0,4 \times 4}{0,2} = 8 \text{ m/s}$$

Para analisar o que acontece com a pressão entre os pontos 1 e 2 devemos utilizar a equação de Bernoulli:

$$h_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

Como os pontos 1 e 2 estão à mesma altura, temos  $h_1 = h_2$ , que podem ser simplificados na equação:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

Agora podemos multiplicar ambos os lados da equação pela gravidade  $g$ :

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} = \frac{P_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2}$$

Agora multiplicamos os dois lados da igualdade por  $\rho$ , a fim de isolar  $P_2$ , que é o que buscamos calcular:

$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} - \frac{\rho v_2^2}{2}$$

Como  $P_1 = 1,0 \times 10^5$  Pa,  $\rho = 800$  kg/m<sup>3</sup>,  $v_1 = 4$  m/s e  $v_2 = 8$  m/s (calculado anteriormente), basta substituir e calcular:

$$P_2 = 1,0 \times 10^5 + \frac{800 \times (4)^2}{2} - \frac{800 \times (8)^2}{2}$$

$$P_2 = 1,0 \times 10^5 + 6400 - 25600$$

$$P_2 = 10 \times 10^4 + 0,64 \times 10^4 - 2,56 \times 10^4$$

$$P_2 = 8,08 \times 10^4 \text{ Pa}$$

Portanto a questão está correta tanto a respeito de  $v_2$  como de  $P_2$ .

AFIRMAÇÃO CERTA

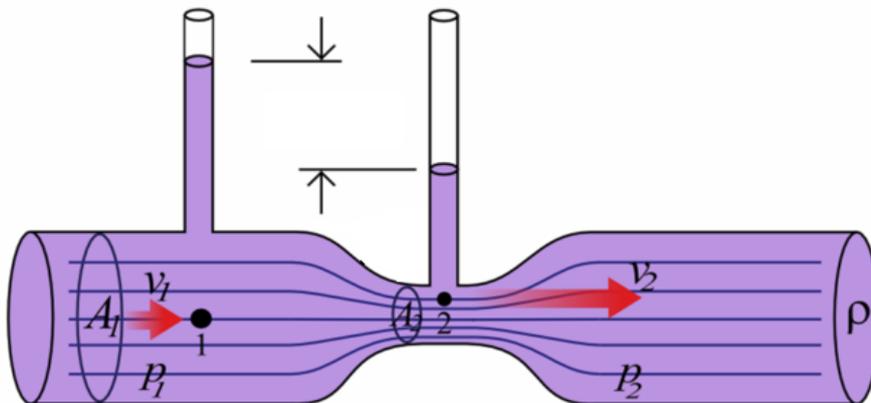
### QUESTÃO 16

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO - CEBRASPE - PETROBRAS 2023

**II)** O tubo de Venturi pode ser utilizado para se aferir a velocidade de escoamento de um fluido.

### RESOLUÇÃO

O **tubo de Venturi** foi concebido justamente para **aferir a velocidade de escoamento de fluidos**, e tem o seguinte formato:



Perceba que o dispositivo da questão anterior é praticamente um tubo de Venturi, cujo equacionamento é quase idêntico. Estes dutos verticais mostrados na figura servem para aferir o diferencial de pressão, para assim chegarmos à velocidade do escoamento.

AFIRMAÇÃO CERTA

## QUESTÃO 23

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2017.1

Em uma determinada pesquisa, é necessário levar à superfície uma caixa de 200 kg e  $8,00 \times 10^{-2} \text{ m}^3$  que se encontra no fundo do mar. Para facilitar a subida, amarra-se à caixa um balão inextensível totalmente cheio de ar. Dessa forma, o conjunto sobe com velocidade constante.

Desprezando-se o peso do balão e do ar no seu interior, bem como a viscosidade do mar, o valor aproximado do volume do balão, em  $\text{m}^3$ , é

- (A)  $8,00 \times 10^{-2}$   
 (B)  $12,0 \times 10^{-2}$   
 (C)  $20,0 \times 10^{-2}$   
 (D)  $28,0 \times 10^{-2}$   
 (E)  $40,0 \times 10^{-2}$

Dados

aceleração da gravidade =  $10,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ densidade da água do mar =  $1,00 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 

## RESOLUÇÃO

Sobre o conjunto “caixa + balão” atuam duas forças: o empuxo ( $E$ ), para cima; e o peso ( $P$ ), para baixo.

Como o enunciado pede para desprezar o peso do balão e do ar em seu interior, o peso do sistema é simplesmente o peso da caixa, ou seja:

$$P = m_c g$$

Sendo  $m_c$  a massa da caixa. O empuxo  $E$  é igual ao peso do volume de água deslocado (Princípio de Arquimedes). Como todo o conjunto está submerso, o volume de água deslocado é igual ao volume da caixa ( $V_c$ ) mais o volume do balão ( $V_b$ ):

$$E = (V_c + V_b) d_{\text{agua}} g$$

Como o conjunto sobe a uma velocidade constante, não há aceleração no sistema, logo a resultante das forças é nula. Ou seja, o módulo da força empuxo é igual ao módulo da força peso. Portanto podemos igualar as expressões de  $P$  e  $E$  para encontrar o volume do balão ( $V_b$ ):

$$P = E$$

$$m_c g = (V_c + V_b) d_{\text{agua}} g$$

$$V_b = \frac{m_c}{d_{\text{agua}}} - V_c$$

$$V_b = \frac{200}{1 \times 10^3} - 8 \times 10^{-2}$$

$$V_b = 20 \times 10^{-2} - 8 \times 10^{-2}$$

$$V_b = 12,0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$$

Perceba que a aceleração da gravidade se anula no cálculo acima, então nem precisaríamos ter o seu valor.

ALTERNATIVA (B)