

APOSTILA  
TREINAMENTO DE OPERADORES DE  
UTILITÁRIOS DE PROCESSOS



**Eng. Mecânico: Paulo Lima**  
**Celular: (15)997007155**

## CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL

“O pré-requisito mínimo para participação, como aluno, no Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo é o atestado de conclusão do ensino médio.”  
Currículo Mínimo para Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo

1. Noções de física aplicada.
  - 1.1 Pressão
    - 1.1.1 Pressão atmosférica
    - 1.1.2 Pressão manométrica e pressão absoluta
    - 1.1.3 Pressão interna, pressão externa e vácuo
    - 1.1.4 Unidades de pressão
  - 1.2 Transferência de calor.
    - 1.2.1 Noções gerais: o que é calor, o que é temperatura
    - 1.2.2 Modos de transferência de calor
    - 1.2.3 Calor específico e calor sensível
    - 1.2.4 Transferência de calor a temperatura constante
  - 1.3 Termodinâmica.
    - 1.3.1 Conceitos
    - 1.3.2 Vapor saturado e vapor superaquecido
  - 1.4 Mecânica dos Fluidos.
    - 1.4.1 Conceitos Fundamentais
    - 1.4.2 Pressão em escoamento
    - 1.4.3 Tipos de escoamento: Laminar e Turbulento
    - 1.4.4 Escoamento de Líquidos: Transferência por Gravidade, Diferença de pressão, Sifão
    - 1.4.5 Perda de Carga: Conceito, rugosidade, acidentes.
    - 1.4.6 Princípio de Bombeamento de Fluidos
2. Noções de química aplicada.
  - 2.1 Densidade
  - 2.2 Solubilidade
  - 2.3 Difusão de gases e vapores
  - 2.4 Caracterização de Ácido e Base (Álcalis) Definição de pH
  - 2.5 Fundamentos básicos sobre corrosão
3. Tópicos de inspeção e manutenção de equipamentos e registros.
4. Equipamentos de processo. Carga horária estabelecida de acordo com a complexidade da unidade, onde aplicável
  - 4.1 Acessórios de tubulações
  - 4.2 Acessórios elétricos e outros itens
  - 4.3 Aquecedores de água
  - 4.4 Bombas
  - 4.5 Caldeiras (conhecimento básico)
  - 4.6 Compressores
  - 4.7 Condensador
  - 4.8 Desmineralizador
  - 4.9 Esferas
  - 4.10 Evaporadores
  - 4.11 Filtros
  - 4.12 Lavador de gases
  - 4.13 Reatores
  - 4.14 Resfriador
  - 4.15 Secadores
  - 4.16 Silos
  - 4.17 Tanques de armazenamento
  - 4.18 Torres
  - 4.19 Trocadores calor
  - 4.20 Tubulações industriais
  - 4.21 Turbinas a vapor
  - 4.22 Injetores e ejetores
  - 4.23 Dispositivos de segurança
  - 4.24 Outros
5. Instrumentação.
6. Operação da unidade.
  - 6.1 Descrição do processo
  - 6.2 Partida e parada
  - 6.3 Procedimentos de emergência
  - 6.4 Descarte de produtos químicos e preservação do meio ambiente
  - 6.5 Avaliação e controle de riscos inerentes ao processo
  - 6.6 Prevenção contra deterioração, explosão e outros riscos
7. Legislação e normalização.

## SUMARIO

<b>1.Noções de grandezas Físicas .....</b>	<b>5</b>
GRANDEZAS FÍSICA .....	5
PRESSÃO .....	5
Temperatura .....	7
Calor (lei zero) .....	7
Transferência de Calor .....	7
.....	7
Vapor Saturado.....	9
Vapor Superaquecido .....	9
<b>1.1 Mecânica dos Fluidos.....</b>	<b>10</b>
ESCOAMENTO .....	10
Escoamento de Líquidos .....	10
Velocidade de Escoamento .....	10
Vazão.....	10
Princípio de Bombeamento de Fluidos .....	11
Perda de Carga .....	11
<b>1.2 Noções de Química Aplicada.....</b>	<b>12</b>
Densidade.....	12
Alcalinidade .....	12
Solubilidade .....	12
Difusão dos gases .....	12
Sólidos Totais Dissolvidos (STD).....	12
Dureza .....	13
Condutividade.....	13
MANUTENÇÃO: .....	13
EQUIPAMENTOS DE PROCESSO.....	14
<b>2. Controle da Pressão .....</b>	<b>16</b>
VÁLVULAS .....	16
PURGADORES .....	17
TUBULAÇÕES .....	18
<b>3. Vasos de Pressão .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Compressores.....</b>	<b>20</b>
COMPRESSORES VOLUMETRICOS.....	20
Compressores Alternativos.....	20
Compressores Rotativos.....	20



<b>3.2 Instalação de Vasos de Pressão.....</b>	<b>21</b>
TANQUES CILÍNDRICOS HORIZONTAIS .....	21
TANQUES CILÍNDRICOS VERTICAIS.....	21
<b>4.Refrigeração por Compressão .....</b>	<b>21</b>
CICLO BÁSICO DE REFRIGERAÇÃO POR COMPRESSÃO DE VAPORES. ....	21
TROCADORES DE CALOR .....	23
Trocadores de calor .....	23
Trocador casco e tubo .....	23
Trocadores duplo tubo .....	24
<b>4.1 Tipos de Torres de Resfriamento.....</b>	<b>24</b>
Água principais problemas.....	25
Tratamento de Água Pontos Relevantes .....	25
Sistema de dosagem de produtos .....	25
Chiller Amônia .....	26
AMONIA.....	27
VÁCUO .....	28
Sistema de recolhimento de amônia em instalação frigorífica. ....	28
<b>5. Operação Unitária de Processo.....</b>	<b>29</b>
Repostas a emergência.....	30
Causas de sobrepressão.....	30
<b>6. Prevenção de Acidentes .....</b>	<b>31</b>
ACIDENTES DE TRABALHO .....	31
Primeiros Socorros .....	32

# 1. Noções de grandezas Físicas

## GRANDEZAS FÍSICA

Grandezas físicas são aquelas grandezas que podem ser medidas, sendo necessário que essas propriedades possam ser expressas quantitativamente.

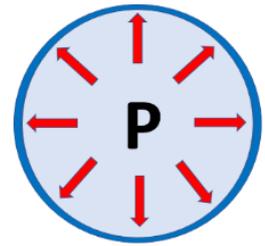
### Lei de Pascal

Segundo a Lei de Pascal “Em um Sistema fechado, a pressão exercida por um fluido é a mesma em todos os pontos”. O fluido (líquido ou vapor), dentro de um vaso ou tubo, exerce uma pressão sobre suas paredes, em direção perpendicular à superfície.

### PRESSÃO

Pressão é a força exercida sobre uma unidade de área.

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$



### Pressão Atmosférica

Pressão atmosférica ou pressão barométrica é a força exercida, por unidade de área, pela coluna de ar atmosférico acima de nós. O valor da pressão atmosférica ao nível do mar é definido como 1 atm (1 atmosfera).



### Pressão Relativa ou Manométrica

É pressão exercida por determinado fluido em qualquer superfície, essa pressão pode ser produzida de forma mecânica.

### Pressão Manométrica

A caldeira é um equipamento destinado a produzir e acumular vapor a uma pressão maior do que a pressão atmosférica.

A essa característica damos o nome de pressão relativa, pois ela descarta a pressão do ambiente (atmosfera).

### Pressão Absoluta

A **pressão absoluta** é obtida somando-se o valor da **pressão manométrica** ao valor da **pressão atmosférica**.

### Pressão interna, externa e vácuo

Vasos de pressão estão sempre submetidos à pressão interna ou externa e vácuo. Mesmo vasos que operam com vácuo estão submetidos a essas pressões, pois não existe vácuo absoluto.

O que usualmente denomina-se vácuo é qualquer pressão inferior à pressão atmosférica. Os vasos de pressão são dimensionados considerando a pressão diferencial resultante que atua sobre as paredes, que poderá ser maior interna ou externamente.

Os vasos pressão podem ser constituídos de materiais e formatos geométricos variados em função de tipo de utilização a que se destinam. Dessa forma existem vasos de pressão esféricos, cilíndricos, cônicos, etc. Podem ser aplicados para armazenamento final ou intermediário, amortecimento de pulsação, troca de calor, contenção de reações, filtração, separação de fluidos, etc.

### Correspondência entre unidades de medidas

O quadro a seguir, apresenta a correspondência de unidades entre várias unidades de pressão utilizadas pelo **Sistema Internacional (SI)**.

Tabela de conversão de unidades de pressão				
Bar	Kgf/cm <sup>2</sup>	psi (ibf/pol <sup>2</sup> )	Atm	KPa
1	1,019716	14,503	0,9869	100
0,980665	1	14,2233	0,967841	98,0665
0,068947	0,70307	1	0,068046	6,8947
1,01325	1,03323	14,6959	1	101,325
0,0100	0,01019	0,14503	0,009869	1

### Exercícios:

**Ex 01:** Pressão pode ser definida por:

---

**Ex 02:** O que é pressão absoluta?

---

**Ex 03:** Pressão manométrica pode ser considerada como:

- Pressão ao nível do mar;
- Pressão do meio ambiente;
- Pressão no interior de um vaso, medida pelo manômetro, também chamada de pressão relativa;

**Ex: 04** Calcule a pressão resultante, supondo que uma força de 90kgf é aplicada sobre uma área de 6 cm<sup>2</sup>?

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

**Ex: 05** Converter 15,0 psi para bar

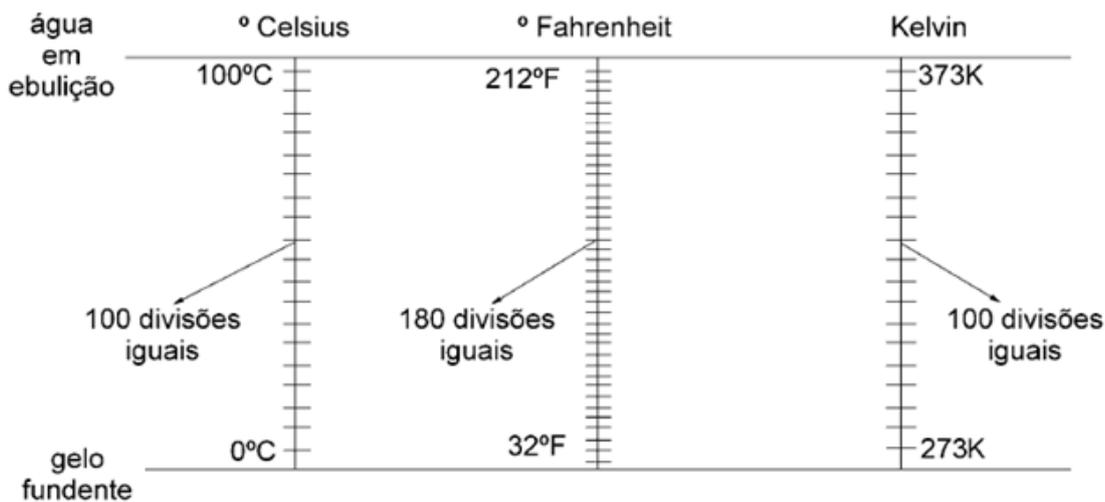
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{P_3}{P_x}$$

**Ex: 06** Converter 5,0 kgf/cm<sup>2</sup> para bar:

## Temperatura

Temperatura é uma grandeza física que mede a quantidade de energia calórica em trânsito. A temperatura indica a intensidade de calor.

No estudo dos gases, a temperatura é expressa em Kelvin, também conhecida como escala de temperatura absoluta. As escalas de temperatura mais utilizadas são: Celsius (C), Fahrenheit (F) e Kelvin (K). Na figura abaixo a demonstração da escala de temperatura:



## Calor (lei zero)

Se colocarmos dois corpos de diferentes temperaturas em contato, o corpo mais quente diminui a sua temperatura e o corpo mais frio a aumenta, havendo uma temperatura de equilíbrio térmico (lei zero termodinâmica).

## Temperatura X Calor

A temperatura é a grandeza física que mede o quanto um corpo está quente ou frio.

O calor é o nome dado à energia térmica quando ela é transferida de um corpo para o outro. É energia térmica em trânsito.

O calor provoca aumento de temperatura da água e mudança estado exemplo é vaporização da água.

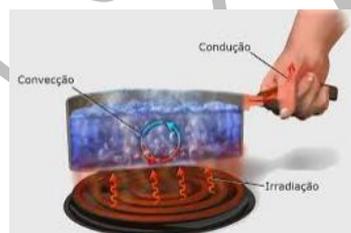
## Transferência de Calor

A **transferência de calor** por ocorrer basicamente de três formas, a saber:

**Condução**

**Convecção**

**Irradiação**



Na [condução térmica](#), a transferência de calor é dada pela agitação das moléculas, por exemplo, ao segurarmos uma barra de ferro e aquecer a outra extremidade, em pouco tempo, a barra inteira se aquecerá.



Na [convecção térmica](#), a transferência de calor ocorre entre líquidos e gases; é o que acontece com o aquecimento de água numa panela, donde criam-se "correntes de convecção" e a água que está próxima do fogo sobe, enquanto a que está fria desce.



Por fim, na [irradiação térmica](#), o calor é propagado por meio de ondas eletromagnéticas, sem que seja necessário o contato entre os corpos, por exemplo, se aquecer perto de uma lareira.



### Calor Sensível e Calor Latente

**Calor Sensível:** é a quantidade de calor acrescentada ou retirada de um corpo, variando a temperatura, sem mudar seu estado físico.

**Calor Latente:** é a quantidade de calor acrescentada ou retirada de um corpo, sem variar a temperatura e mudando seu estado físico.

### Dilatação

Quando um material é aquecido, suas moléculas se agitam mais intensamente.

Por causa disso, elas se movimentam e o material se expande, isto é, aumenta de tamanho. Esse fenômeno se chama dilatação térmica.



Dependendo do material e das condições do aquecimento, a dilatação pode ser:

- linear - quando o aumento é maior no sentido de uma das dimensões do corpo;
- superficial - quando a expansão acontece apenas na superfície do material;
- volumétrica - quando a variação de tamanho se dá no volume do corpo.

### Calor Específico

O calor específico indica a quantidade de calor que cada unidade de massa de determinada substância precisa para que sua temperatura possa variar em 1°C. É uma característica da natureza de cada substância. Portanto cada uma tem seu próprio calor específico. Para os gases, o calor específico varia com a pressão e o volume.

Calor específico é a energia que flui devido a diferença de temperatura.

### Vapor Saturado

É o vapor produzido nas caldeiras comuns, onde coexistem na câmara de pressão água e vapor. O vapor que sai sempre com um pouco de água. Tem temperatura da ordem 150°C.

### Vapor Superaquecido

É o vapor saturado que foi superaquecido em caldeiras especiais. O vapor superaquecido é usado em equipamentos muito especializados, como turbinas etc. Sua temperatura excede a 250°C.

TABELA DE VAPOR SATURADO

Tabela 1 - Dados termodinâmicos para a água						
Pressão relativa	Pressão absoluta	Temp.	Calor sensível	Calor latente	Calor total	Volume específico
kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	°C	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	m <sup>3</sup> /kg
0	1	99,1	99,1	539,4	638,5	1,725
1	2	119,6	119,9	525,9	645,8	0,902
2	3	132,9	133,4	516,9	650,3	0,616
3	4	142,9	143,6	509,8	653,4	0,470
4	5	151,1	152,1	503,7	655,8	0,381
5	6	158,1	159,3	498,5	657,8	0,321
6	7	164,2	165,6	493,8	659,4	0,277
7	8	169,6	171,3	489,5	660,8	0,244
8	9	174,5	176,4	485,6	662,0	0,218
9	10	179,0	181,2	481,8	663,0	0,198
10	11	183,2	185,6	478,3	663,9	0,180
11	12	187,1	189,7	475,0	664,7	0,166
12	13	190,7	193,5	471,9	665,4	0,154
13	14	194,1	197,1	468,9	666,0	0,143
14	15	197,4	200,6	466	666,6	0,134

### Exercícios:

**Ex1:** O que indica o calor específico?

---



---

**Ex2:** Qual é a diferença entre calor e temperatura?

---



---

**Ex3:** O que ocorre com uma substância que recebe calor sensível?

---



---

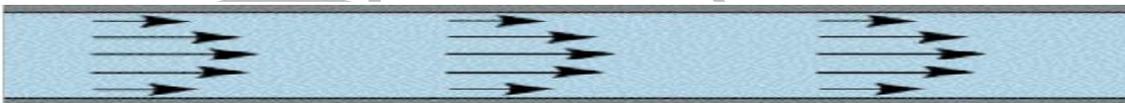
## 1.1 Mecânica dos Fluidos.

A mecânica dos fluidos é o ramo da mecânica que estuda o comportamento físico dos fluidos e suas propriedades. Sendo suas principais aplicações destinadas ao estudo de escoamentos de líquidos e gases.

### ESCOAMENTO

Escoamento é o caminho que o fluido percorre no equipamento. Dependendo da maneira como o fluido escoar, o escoamento pode ser de dois tipos: escoamento laminar ou turbulento.

No **escoamento laminar**, as partículas do fluido deslocam-se paralelamente umas às outras, praticamente sem se misturarem, como se formassem camadas de deslocamento com sentido preferencial. Veja representação esquemática a seguir.



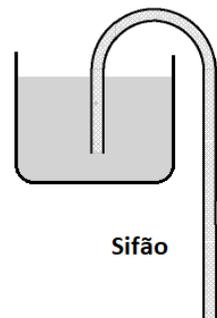
No **escoamento turbulento**, as partículas fluem em todas as direções e provoca turbilhonamento e redemoinhos. Isso acontece na associação de velocidades elevadas associadas a viscosidades baixas. O escoamento de água e de gases é sempre do tipo turbulento.



### Escoamento de Líquidos

Transporte de líquido utilizando um sifão e a pressão atmosférica.

Sifão é uma ferramenta para transportar um fluido somente utilizando a gravidade e uma diferença de pressão, há várias formas de iniciar um sifão, sendo por uma pressão aplicada artificialmente ou ocupando todo conduto com o fluido.



Sifão

### Velocidade de Escoamento

Velocidade de escoamento é a vazão que passa por uma tubulação ou por um equipamento por unidade de área.

### Vazão

Vazão pode ser definida como sendo a quantidade volumétrica **ou** mássica de um fluido que escoar através de uma seção de uma **tubulação** **ou** canal por **unidade** de tempo.

A vazão volumétrica é dada pela fórmula  $Q_v = V / t$ .

As unidades de medidas mais comuns de vazão volumétrica são  $m^3/h$  e  $l/min$ .

**Exemplo:**

Transferir dois metros cúbicos de água em um tempo de duas horas:

$$\text{Vazão} = \frac{\text{Volume}}{\text{tempo}} = \frac{2\text{m}^3}{2\text{h}} = 1\text{m}^3/\text{h}$$

A vazão mássica é dada pela formula  $Q_m = m / t$ .

**Exemplo:**

As unidades de medidas mais comuns de vazão mássica são kg/h e ton/h.

Transferir oito mil quilogramas de vapor de água em 1 hora:

$$\text{Vazão} = \frac{\text{massa}}{\text{tempo}} = \frac{8.000\text{kg}}{1\text{h}} = 8.000\text{kg/h ou } 8 \text{ ton./h}$$

Ha uma relação direta entre a vazão e a pressão em um sistema de vapor. Na partida da caldeira é necessário de um determinado tempo para a pressurização do sistema.

Na abertura das válvulas na saída da caldeira a pressão reduz e se necessita de mais vazão. Por outro lado, caso se reduza o consumo a pressão tenderá a se aumentar.

**Princípio de Bombeamento de Fluidos**

As Bombas de deslocamento positivo liberam um determinado volume de fluido de acordo com a velocidade do sistema. Quando a saída de fecha a pressão aumenta e o fluxo da bomba deve ser dirigido para outro lugar, de maneira que se evite a sobre pressurização.

**Perda de Carga**

Perda de é a queda de pressão que um fluido sofre quando escoar por uma tubulação, devido a atritos e colisões provocados por curvas, válvulas, derivações, rugosidade e outros acessórios. Abaixo segue uma tabela que demonstra a perda de carga:

**Tabela de comprimento equivalente:**

DIÂMETRO D		CURVA 90° RAIO LONGO	CURVA 90° RAIO MÉDIO	CURVA 90° RAIO CURTO	CURVA 45°	CURVA 90° R/D-1/2	CURVA 90° R/D-1	CURVA 45°	PASSAGEM DIRETA	SAÍDA DE LADO	TÉ SAÍDA BILATERAL	REGISTRO DE GAVETA ABERTO	REGISTRO DE GLOBO ABERTO	REGISTRO DE ANGULO ABERTO
mm.	pol.													
13	1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	1,0	1,0	0,1	4,9	2,6
19	3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	1,4	1,4	0,1	6,7	3,6
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,5	1,7	1,7	0,2	8,2	4,6
32	1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,7	2,3	2,3	0,2	11,3	5,6
38	1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,9	2,8	2,8	0,3	13,4	6,7
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	1,1	3,5	3,5	0,4	17,4	8,5
63	2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	1,3	4,3	4,3	0,4	21,0	10,0
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,6	5,2	5,2	0,5	26,0	13,0



## 1.2 Noções de Química Aplicada

### Densidade

A densidade é uma propriedade específica de cada material que serve para identificar uma substância. A densidade é a relação entre a massa de um material e o volume ( $d=m/V$ ) em uma dada temperatura e pressão.

### Potencial Hidrogeniônico (pH).

O pH é definido como potencial hidrogeniônico, que é uma escala logarítmica que indica com valores de 0 a 14 se a solução é ácida, neutra ou básica. Assim, o pH serve para nos indicar se uma solução é ácida, neutra ou básica.

A determinação do pH indica a concentração de íons  $H^+$  e  $OH^-$  presentes na solução. É a grandeza que indica o caráter ácido ( $H^+$ ), alcalino ( $OH^-$ ) ou neutro de uma água.

### Alcalinidade

A alcalinidade é a capacidade de neutralizar um ácido. A água permite a neutralização ou redução de suas características ácidas. Esta propriedade é devida à presença de hidróxidos ( $OH^-$ ), carbonatos ( $CO_3^{2-}$ ) e bicarbonatos ( $HCO_3^-$ ) na água de alimentação.

A alcalinidade inadequada pode provocar incrustação e liberação de  $CO_2$  além da formação de espuma.

### Solubilidade

Solubilidade é a capacidade de uma substância de se dissolver em outra.

Às impurezas presentes na água podem ter seu grau de solubilidade modificado de fatores tais como:

**pH:** o aumento do pH reduz a solubilidade do  $CaCO_3$  e de outros componentes que contribuem para problemas no tratamento de água. A redução do pH. Por sua vez, aumenta a solubilidade da maioria dos solutos na água. A única exceção é a sílica em caldeiras.

### Difusão dos gases

A difusão de um gás é um movimento espontâneo de um gás através do outro, isto é, seu espalhamento em outro meio gasoso. Por exemplo, os gases que saem das chaminés das caldeiras.

### Sólidos Totais Dissolvidos (STD).

Os sólidos totais dissolvidos constituem soma de todo o material dissolvido na água, oriundos de fontes minerais. A faixa normal em águas naturais é 25 a 5.000 ppm, podendo atingir valores maiores. O teor de sólidos totais é utilizado no estudo da viabilidade da produção de vapor a partir de uma dada água e na viabilidade da produção de água desmineralizada. Tanto a produção e vapor, quanto a produção da água desmineralizada serão antieconômicos se houver excessivo teor de sólidos dissolvidos.

**Dureza**

A **dureza** é uma característica das águas que contém grandes quantidades de carbonato de cálcio e magnésio.

**Dureza Total**

Dureza total é a soma de concentração de cálcio (Ca) e magnésio (Mg). É devido a bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), cloretos ( $\text{Cl}^-$ ), nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ).

Esses sais têm a tendência de formar incrustações na superfície de troca de calor, provocando o entupimento progressivo das tubulações e bocais de entradas/ saídas.

**Condutividade**

A condutividade é a capacidade que a água tem de conduzir a corrente elétrica. A água pura é um bom condutor de eletricidade, porém se sais ou outros materiais são dissolvidos nela, e dissociados ou ionizados, a capacidade da água para conduzir a corrente elétrica aumenta. Quanto mais próxima do zero o valor de condutividade, menor a quantidade de impurezas presentes na solução.

**MANUTENÇÃO:**

Todo vaso de pressão deve ser instalado de modo que todos os drenos, respiros, bocas de visita e indicadores de nível, pressão e temperatura, quando existentes, sejam facilmente acessíveis. Os acessórios descritos nesse subitem, que possam exigir a presença do trabalhador para operação, manutenção ou inspeção, devem permitir acesso fácil e seguro através de escadas, plataformas e outros em conformidades com as NR.

O registro de Segurança deve ser constituído por livro de páginas numeradas, pastas ou sistema informatizado ou não, com confiabilidade equivalente, onde serão registradas:

- a) todas as ocorrências importantes capazes de influir nas condições de segurança dos vasos.
- b) as ocorrências de inspeção de segurança inicial, periódica e extraordinárias, devem constar a condição operacional do vaso, nome legível e assinatura de um profissional habilitado (PH) no caso de registro em livro físico ou cópias impressas.

É importante que sejam registradas neste livro somente as ocorrências que possam afetar a integridade física do ser humano. São exemplos típicos destas ocorrências explosões, incêndio, vazamentos, rupturas de componentes operação fora dos valores previstos, funcionamento irregular das válvulas de segurança, serviços de manutenção efetuados etc.

Obs: Nas unidades industriais, o preenchimento do livro de turno de passagem de serviço ou similar poderá ser aceito como Registro de Segurança desde que atenda o disposto no item 13.5.1.8 da Norma Regulamentadora 13.



## **EQUIPAMENTOS DE PROCESSO**

**Tubulações industriais:** são conjuntos de tubos de válvulas e de conexões voltados para o processo industrial, especialmente na distribuição de gases, óleo, vapor, lubrificantes e líquidos industriais em geral.

**Acessórios de tubulações:** componentes que auxiliam um bom desempenho e funcionamento do sistema de tubulações.

**Acessórios elétricos e outros itens:** são dispositivos que auxiliam intertravamentos e controles de variações de processos.

**Aquecedores:** fornecem calor sensível a um gás mediante condensação de vapor de água ou líquido térmico.

**Bombas:** dispositivo de compressão para transferência de fluidos

**Caldeiras (conhecimento básico):** gerador de vapor, mas o meio de aquecimento é um gás ou líquido quente produzido numa reação química.

**Compressores:** são máquinas que servem para comprimir um gás à pressão desejada. Podem ser requeridos para as mais variadas condições de operação.

**Condensadores:** condensa um vapor ou mistura de vapores seja isoladamente seja na presença de um gás não condensável.

**Desmineralizador:** É um equipamento projetado para fornecer água pura, a qual é medida através da condutividade elétrica provocada pela presença de íons inorgânicos.

**Dispositivos de segurança:** Instrumentos cuja função seja indicar, aliviar, conservar e controlar as variações de pressão e/ou temperatura para manter o equipamento em uma operação adequada.

**Tanques de armazenamento:** são recipientes destinados ao armazenamento de fluidos à pressão atmosférica e a pressões superiores à atmosférica estes tanques apresentam dimensões bastante variadas, desde pequenos tanques com 2 m de diâmetro a grandes tanques que podem ter mais de 50 m de diâmetro.

**Esferas:** são recipientes (tanques) destinados ao armazenamento de fluidos à pressão atmosférica e a pressão superior à atmosfera.

**Evaporador:** são trocadores de calor nos quais os espaçamentos entre as aletas ocorrem por seu anel espaçador.

**Filtros:** equipamentos com intuito de filtrar impurezas.

**Injetores:** equipamentos empregados para recalcar um fluido para um local sujeito a uma pressão superior à pressão atmosférica.

**Ejetores:** equipamento que aspiram um fluido de um local sob pressão qualquer e recalca-lo para outro local sujeito à uma pressão atmosférica ou ligeiramente superior.

**Lavador de gases:** São equipamentos para o controle da poluição atmosférica que podem ser utilizados na remoção de partículas ou gases de exaustão.

**Reatores:** são equipamentos projetados para realizar diversas reações químicas, sendo que o seu principal objetivo é resultar na maximização de cada reação que é realizada.

**Resfriador:** resfriador líquidos ou gases mediante água.

**Secadores:** são usados para processos eficientemente grandes quantidades de materiais a granel que precisam de níveis reduzidos de umidade

**Silos:** são reservatórios de estocagem ou abastecimento, comumente utilizados na indústria alimentícia, agrícola ou química. É empregado no estoque de granel no geral.

**Torres:** equipamentos utilizados para separar misturas utilizando calor como um agente de separação.

**Trocadores de calor:** a transferência de calor pode ser efetuada de quatro maneiras diferentes:

- Pela armazenagem intermediária, através de uma parede que separa os fluidos quentes e frios.

**Turbinas:** são máquinas térmica que utilizam a energia do vapor sob forma de energia cinética, onde transforma-se em energia mecânica a energia contida no vapor sob forma de energia térmica e pressão.

**Outros:** vasos de pressão são todos os recipientes estanques de qualquer tipo, formatos dimensões finalidades, sujeitos ou não a chamas, fundamentais nos processos industriais que contenham fluidos e sejam para resistir com segurança pressões internas diferentes da pressão atmosférica ou submetidos à pressão externa.



## 2. Controle da Pressão

### Manômetro

O manômetro é um instrumento que indique a pressão de vapor acumulado.

### Manômetro com mola

O **manômetro com mola**, também chamado de manômetro de Bourdon, consiste de um tubo curvado, o qual quando submetido a pressão atmosférica, tende a se endireitar, descrevendo um movimento que atua sobre as engrenagens fazendo girar a agulha indicadora.



### Pressostato

O pressostato é um instrumento de medição de pressão utilizado como componente do sistema de proteção de equipamento ou processos industriais.

Os pressostatos são controles e limitadores eletromecânicos, que controlam a pressão de ar e líquidos dentro de uma determinada faixa de pressão. Para alguns equipamentos de combustível líquidos e gasoso, o pressostato atua diretamente no fechamento da válvula solenoide que interrompe a entrada de combustível no queimador.



Em certos tipos de pressostato, a atuação pode ser parcial numa válvula controlada, este pressostato é denominado modular.

### VÁLVULAS

Uma válvula é um dispositivo que dirige ou regula o fluxo de abrir, fechar ou obstruir parcialmente passagens. As válvulas são usadas em tubulações, entradas e saídas de vasos e de tanques em diferentes aplicações tais como:

- ✓ Serviços de regular a vazão de fluidos;
- ✓ Prevenção de vazão reversa;
- ✓ Controle e alívio de pressão em reservatórios.

### Válvulas de Segurança

As válvulas de segurança devem ter alavanca para acionamento.

São acionadas periodicamente para verificação de seu funcionamento.



1- a válvula deve abrir no máx. na PMTA.

2- a válvula deve permanecer aberta até que a pressão caia a valores de segurança.

3- a válvula deve fechar instantaneamente.

As Válvulas de Segurança são dispositivos automáticos de alívio de pressão, caracterizados por uma abertura instantânea, quando é atingida a PMTA.

**Válvulas globo** - válvulas globo são utilizadas para regular o fluxo em um gasoduto, em vez de ter a função de “tudo ou nada” de uma válvula de gaveta.

**Válvulas de agulha** - A válvula de agulha é essencialmente uma variação da válvula de globo utilizado para controle muito fino de fluxo.

**Válvulas de borboleta** - A válvula de borboleta também é projetada para regular o fluxo, mas com capacidade de controle limitado.

**Válvulas de retenção** – Válvulas de retenção, também conhecido como VNR, permitir que o fluido flua em uma única direção. Sua finalidade é evitar o refluxo.



**Válvula de bloqueio tipo esfera** é utilizada para bloqueio de fluxo caracteriza-se pela sua rapidez na operação é necessário apenas um quarto de volta para se operar este tipo de válvula.



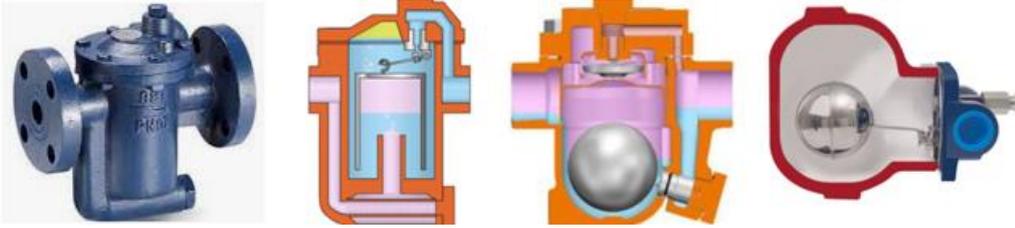
## PURGADORES

Um purgador de vapor é um tipo de válvula automática que descarrega o condensado gerado durante processos e nas linhas de transporte de vapor, evitando a descarga de qualquer vapor.

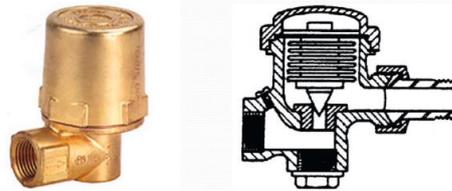
Os purgadores de vapor são basicamente classificados em 3 tipos:

- Purgador Mecânico.
- Purgador Termostático
- Purgador Termodinâmico.

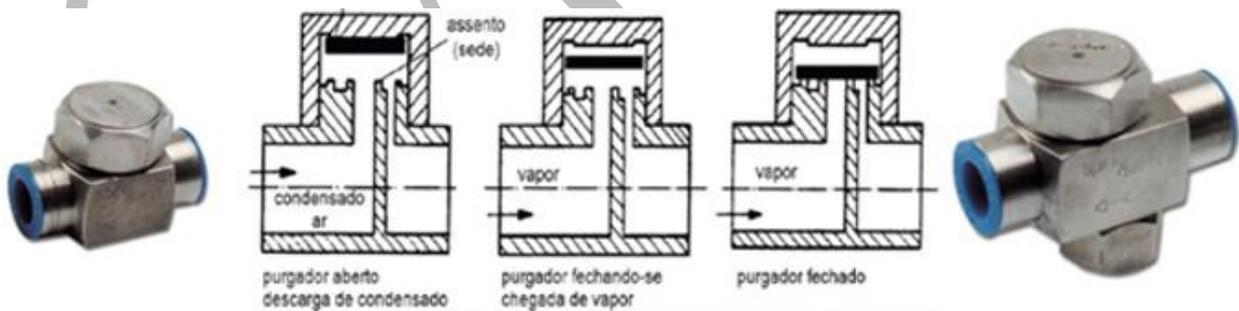
**Purgadores mecânicos** para vapor (purgadores de densidade) incluem purgadores de balde invertido, de boia. Podem ser de livre e boia com alavanca.



**Purgadores termostáticos** operam pela diferença de temperatura entre o condensado que está próximo da temperatura do vapor e o condensado sub-resfriado (ou ar de baixa temperatura).

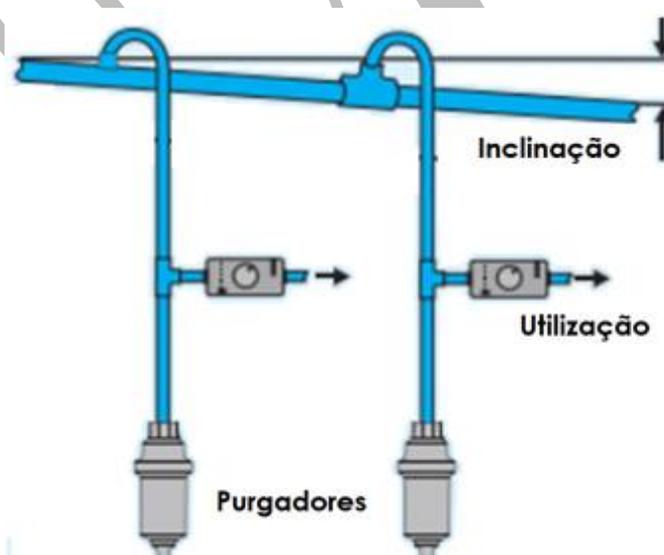


**Purgadores termodinâmicos** operam utilizando a diferença de energia cinética entre o vapor de alta velocidade (um gás) e o condensado de movimento mais lento (um líquido).



## TUBULAÇÕES

Tubulações são conjuntos de tubos e acessórios utilizados para transporte de qualquer material capaz de escoar, normalmente esse transporte é necessário devido a distância de geração e utilização desses fluidos. São de grande importância na indústria, essenciais ao funcionamento, pois são os elementos físicos de ligação entre os equipamentos.



### 3. Vasos de Pressão

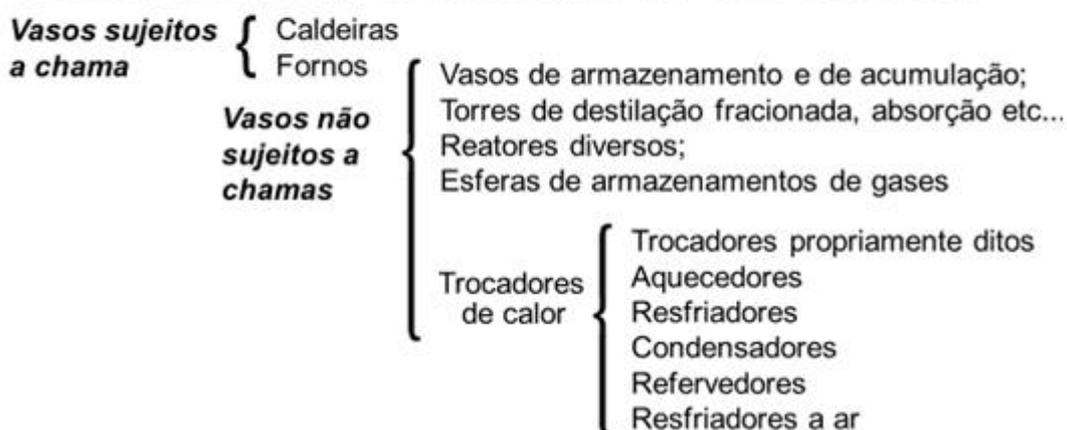
Vasos de pressão são equipamentos que contêm fluidos sob pressão interna ou externa, diferente da atmosférica.

São classificados em categorias segundo a classe de fluido e o potencial de risco.



#### Classes e finalidades do Vasos de Pressão

Podemos fazer a seguinte classificação dos vasos de pressão:

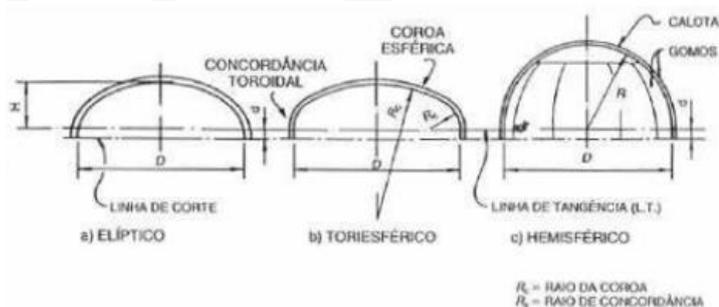


Os vasos de pressão não sujeitos a chama, três casos gerais de uso:

- ✓ Acumuladores de gases sob pressão;
- ✓ Processamento de gases e líquidos
- ✓ Acumulação intermediária de gases de gases e líquidos em processos industriais.

A parede de pressão de um vaso compõe-se basicamente do casco (ou cascos) do vaso (shell) de dos tampos de fechamento (Heads). Para maioria dos vasos o casco é cilíndrico, os tampos podem ser:

- ✓ Elíptico
- ✓ Toriesférico
- ✓ Hemisférico
- ✓ Cômicos
- ✓ Calota esférica



## 3.1 Compressores

O **compressor** é um equipamento industrial concebido para aumentar a pressão de um fluido em estado gasoso (ar, vapor de água, amônia, hidrogênio etc... Normalmente, a compressão de um gás também provoca o aumento de sua temperatura.

### COMPRESSORES VOLUMETRICOS

Estes são subdivididos ainda em **Alternativos** ou **Rotativos**.

#### Compressores Alternativos.

Nos **compressores alternativos** a compressão do gás é feita em uma câmara de volume variável por um pistão, ligado a um mecanismo biela-manivela similar ao de um motor alternativo. Quando o pistão no movimento ascendente comprime o gás a um valor determinado, uma válvula se abre deixando o gás escapar, praticamente com pressão constante. Ao final do movimento de ascensão, a válvula de exaustão se fecha, e a de admissão se abre, preenchendo a câmara a medida que o pistão se move.



#### Compressores Rotativos

Nos **compressores rotativos**, um rotor é montado dentro de uma carcaça com uma excentricidade (desnívelamento entre o centro do eixo do rotor e da carcaça

#### Compressores Parafusos

Esse tipo de compressor possui dois rotores em forma de parafusos que giram em sentido contrário, mantendo entre si uma condição de engrenamento.



## 3.2 Instalação de Vasos de Pressão.

Todo vaso de pressão deve ser instalado de modo que todos os drenos, respiros, bocas de visita e indicadores de nível, pressão e temperatura, quando existentes, sejam facilmente acessíveis.

### TANQUES CILÍNDRICOS HORIZONTAIS

São mais utilizados na indústria em geral, independentemente do setor de atuação, é o cilíndrico.

- ✓ Costuma ter uma fabricação mais fácil;
- ✓ Seu transporte é simples em comparação com as outras variações;
- ✓ É um vaso de pressão usado para uma ampla gama de serviços.



### TANQUES CILÍNDRICOS VERTICAIS

São usados para facilitar a ação da gravidade para o deslocamento dos fluidos ou gases, principalmente quando essa força se torna indispensável.

Tem a vantagem de ocupar uma área menor na empresa por causa de sua disposição, mas costumam ser mais caros do que o horizontal.



## 4. Refrigeração por Compressão

O sistema de refrigeração a vapor baseia-se na expansão de um fluido durante a mudança de fase líquida para a fase vapor.

- Um líquido comprimido a alta pressão, ao ter sua pressão reduzida, durante sua passagem por uma válvula de expansão, expande-se isoentalpicamente até atingir a próxima fase como líquido a baixa pressão.
- A partir desse ponto o fluido vaporiza-se, em um trocador de calor denominado evaporador, passando a vapor em baixa pressão.
- Na evaporação ocorre um aumento da entalpia do fluido às custas da adição de energia retirada na forma de calor do meio a resfriar.

### CICLO BÁSICO DE REFRIGERAÇÃO POR COMPRESSÃO DE VAPORES.

#### Condensadores

Na refrigeração são utilizados **condensadores** arrefecendo um vapor e condensando-o em um líquido. Os três modelos de condensadores mais utilizados em sistemas de refrigeração são os seguintes:

- Resfriado a ar;
- Resfriado a água;
- Evaporativo.

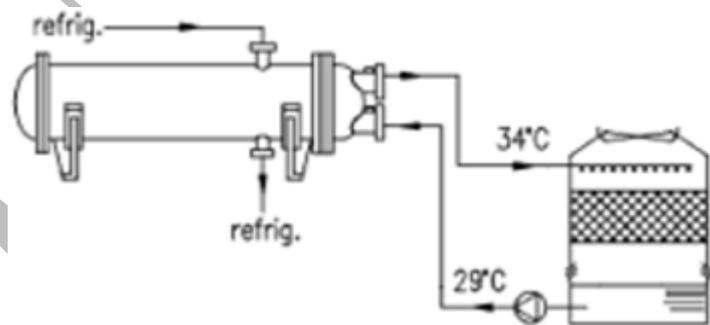
## Condensadores resfriados a água

Os condensadores a água condensam o refrigerante em um trocador de calor, geralmente casco e tubo ou de placas. Nos condensadores tipo casco e tubo o refrigerante condensa externamente aos tubos, por onde circula a água.

A água aquecida na sua passagem pelo condensador é resfriada em uma torre de arrefecimento.

Condensador resfriado a Água:

- Normalmente utilizam água proveniente de uma torre de resfriamento.
- Valor usual de projeto, temperatura saindo da torre a 29,5°C
- A temperatura de condensação será fixada um valor entre 5 e 8°C maior que a temperatura de saída da água da torre.



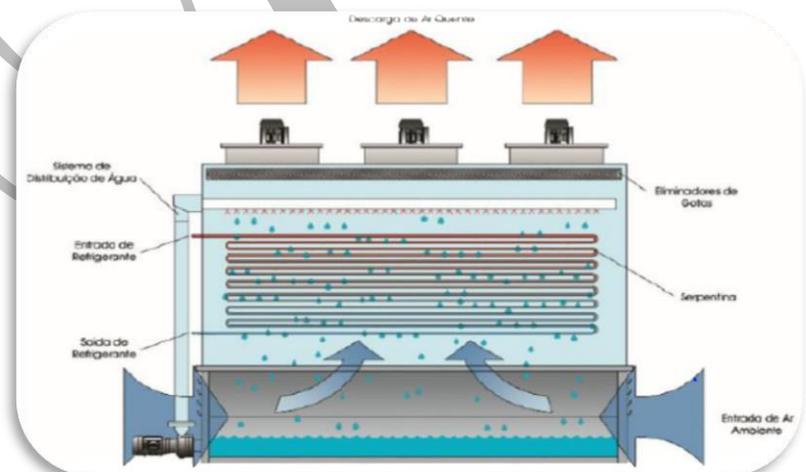
## Dispositivo de expansão

O dispositivo de expansão está instalado entre a saída do condensador e a entrada do evaporador. O refrigerante, com alta pressão e temperatura vindo do condensador, entra no dispositivo de expansão e sai dele com uma mistura de líquido e vapor de baixa pressão e baixa temperatura. Essa mistura que entra no evaporador é conhecida como "flash gas".



## Evaporador:

Consiste geralmente de uma série de tubos, as serpentinas, que se encontram no interior do ambiente a ser resfriado. A amônia sob forma líquida evapora-se nesses tubos, retirando calor do ambiente na passagem ao estado gasoso. Sob a forma gasosa, volta ao condensador pelo compressor, fechando assim o ciclo.



## TROCADORES DE CALOR

### Definição:

Os equipamentos usados para implementar a troca de calor entre dois fluidos ou mais sujeitos a diferentes temperaturas.

### Classificação de trocadores de calor:

Podemos classificar os trocadores de diversas maneiras:

- ✓ Quanto ao modo de troca de calor;
- ✓ Quanto ao número de fluidos;
- ✓ Tipo de construção;



### Trocadores de Calor Tipo Placa

Este tipo de trocador normalmente é construído com placas planas lisas ou com alguma forma de ondulações. Geralmente, este trocador não pode suportar pressões muito altas, comparado ao trocador tubular equivalente.



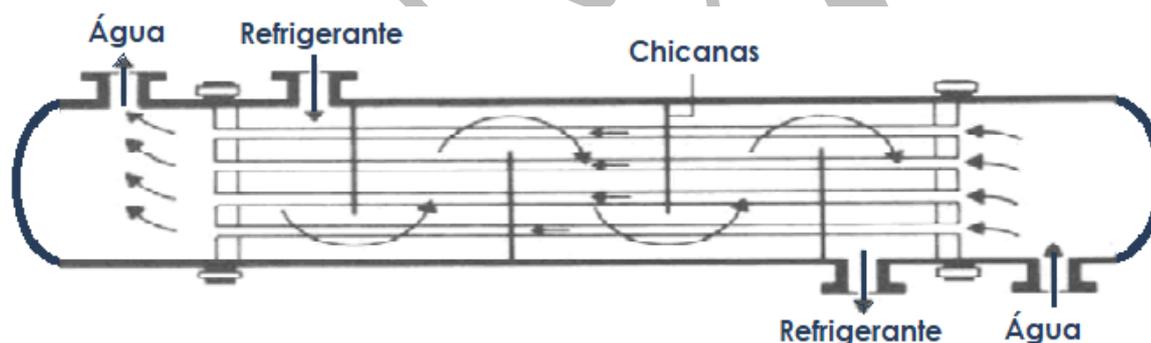
### Trocadores de calor

- Refrigerantes hidrocarbonetos halogenados – tubos são de cobre e espelhos em aço.
- Amônia – tubos e espelhos em aço.

### Trocador casco e tubo

Constituídos de uma carcaça cilíndrica na qual é instalada uma quantidade de tubos horizontais paralelos, conectados a duas placas dispostas em ambas as extremidades

- Água pelos tubos e gás refrigerante pela carcaça em volta dos tubos.



### Trocadores duplo tubo

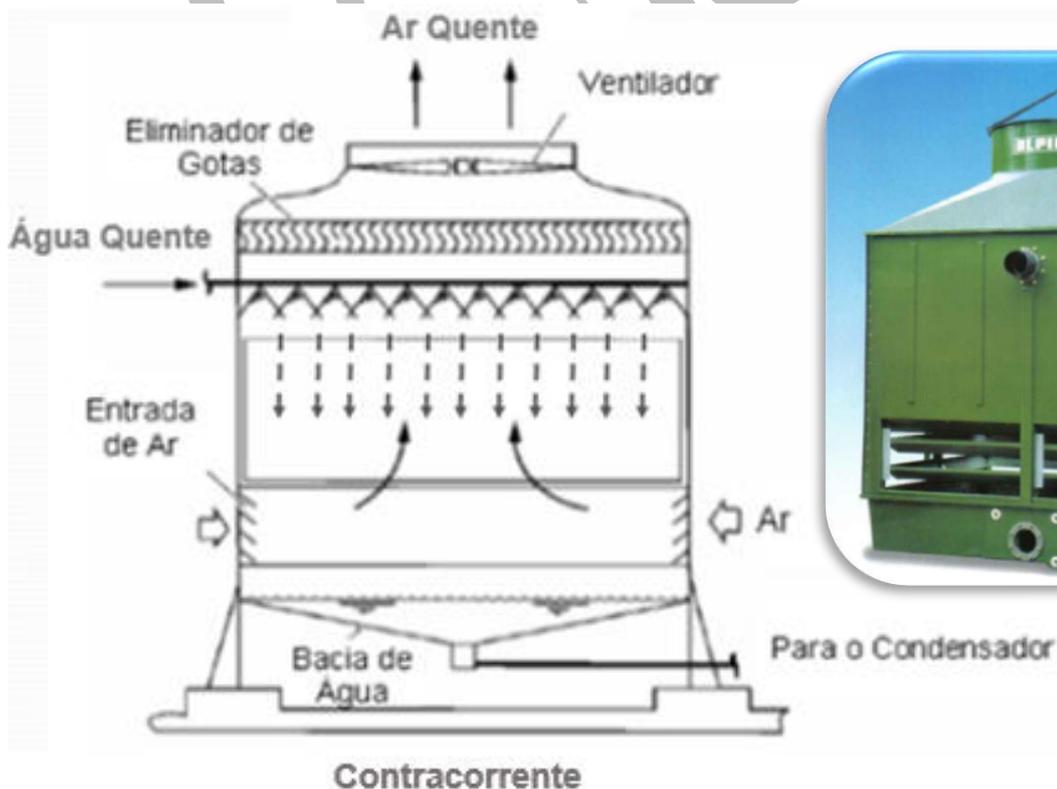
Esse tipo de trocador é composto com dois tubos concêntricos, formados por duas seções retas e uma curva, caracterizado como um tubo em U, com entradas e saídas de fluidos, sendo sempre os fluidos percorrendo por dentro dos tubos, sem contato, com fluxo em paralelo ou em contracorrente.



## 4.1 Tipos de Torres de Resfriamento

Os métodos para expor a água à corrente de ar são numerosos, tendo cada uma as suas vantagens específicas que devem ser consideradas de acordo com a aplicação e o rendimento requerido em cada caso.

Uma primeira classificação pode ser feita em função da forma com que a água é distribuída para se obter um bom contato com o ar ascendente. Existem dois métodos básicos: estender a água em finas camadas sobre superfícies ou produzir gotas através do choque da água em sua queda. Como mostra a figura abaixo:



## Água principais problemas

Corrosão	Incrustação	Microbiológico
-Vazamentos -Perda do Equipamento -Paradas inesperadas	-Perda de Rendimento/ Produção -Deficiência de troca térmica -Desarmes freq. do compressor	-Desenvolvimento/ crescimento de Matéria Orgânica - Formação de slime/ fouling -Formação de Limos e algas

**Corrosão:** transformação de ferro metálico em óxidos.

**Incrustação:** formação de crosta, espessa por depósito de cálcio ou outros sais.

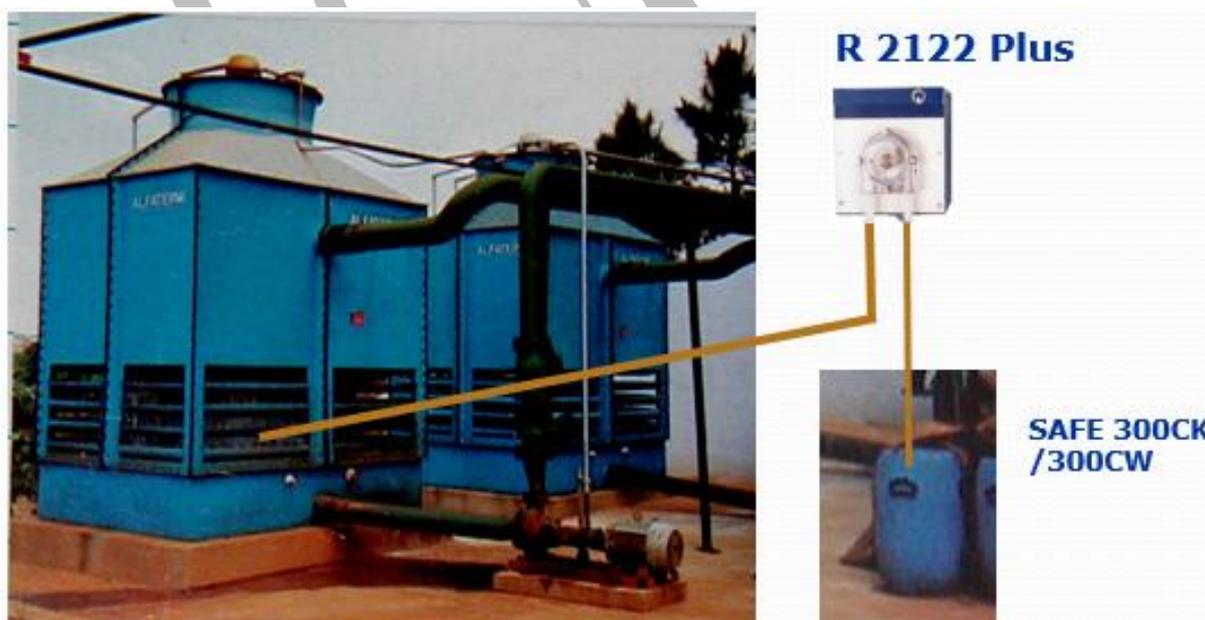
**Microbiológico:** Desenvolvimento/ crescimento de matéria orgânica, que podem gerar corrosões ou incrustações.

### Tratamento de Água Pontos Relevantes

- Evitar Corrosão e Incrustação nos sistemas
- Economizar Combustível/ Energia
- Aumentar a vida útil dos equipamentos
- Evitar paradas indesejadas
- Economia de Água

### Sistema de dosagem de produtos

SAFE 300 CK é um dos produtos utilizados para tratamento de água de sistemas de resfriamento. Ele possui ação anti-corrosiva, anti-incrustante e biocida.



## Chiller Amônia

O Chiller amônia trata-se de um equipamento para uso industrial com a função de reduzir a temperatura de um determinado fluido, caracterizado como resfriadores de líquidos de alto desempenho energético e possuem ampla gama de aplicações no setor industrial.

Os sistemas de refrigeração por amônia consistem de uma série de vasos e tubulações interconectados, que comprimem e bombeiam o refrigerante para um ou mais ambientes, com a finalidade de resfriá-los ou congelá-los a uma temperatura específica. Sua complexidade varia tanto em função do tamanho dos ambientes, quanto em função das temperaturas a serem atingidas.

Como se trata de sistemas fechados, a partir do carregamento inicial, o agente somente é adicionado ao sistema quando da ocorrência de vazamento ou drenagem. De uma forma simplificada, podem-se perceber três componentes distintos nos sistemas de refrigeração: o compressor, o condensador e o evaporador.



O compressor é geralmente constituído por uma bomba dotada de um tubo de aspiração e compressão, possuindo um dispositivo que impede fugas de gás e entrada de ar atmosférico. Situado entre o evaporador e o condensador, aspira a amônia evaporada e a encaminha ao condensador sob a forma de um vapor quente sob pressão elevada.

O condensador é formado geralmente por uma série de tubos de diâmetro diversos, unidos em curvas, podendo ser dotados exteriormente de hélices que garantem um mais perfeito aproveitamento das superfícies de contato. É resfriado por uma corrente de água em seu exterior.

Nas pequenas instalações, o resfriamento é normalmente feito pelo próprio ar atmosférico.

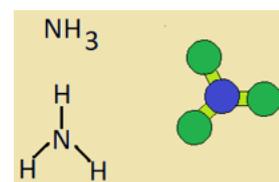
A amônia gasosa vinda do compressor liquefaz-se ao entrar em contato com a temperatura fria do condensador, sendo em seguida encaminhada para um depósito, de onde passará ao evaporador.

O evaporador consiste geralmente de uma série de tubos, as serpentinas, que se encontram no interior do ambiente a ser resfriado. A amônia sob forma líquida evapora-se nesses tubos, retirando calor do ambiente na passagem ao estado gasoso. Sob a forma gasosa, volta ao condensador pelo compressor, fechando assim o ciclo.

### AMONIA

Refrigerante R717 ou **amônia** (NH<sub>3</sub>) é uma molécula formada por um átomo de nitrogênio ligado à três de hidrogênio.

À temperatura ambiente e pressão atmosférica, a amônia é um **gás incolor**, tóxico e corrosivo na presença de umidade. O que o torna altamente perigoso em caso de inalação.



Como um gás, esta substância é mais leve do que o ar, de modo que não se acumulará em ambientes fechados como outros gases perigosos, como o propano.

Embora a amônia tenha um odor picante e distintivo, é claro e difícil de inflamar, a menos que esteja altamente concentrado. Isso torna mais seguro que outros produtos químicos para uso doméstico, porque a maioria das pessoas reconhecerá o cheiro e evitará tocar o produto químico ou inalar seus vapores.

Requer menores diâmetros de tubulação / bombas de refrigerante / dispositivos de controle

Trabalha com baixa perda de carga

Fácil separação com o óleo

Alto coeficiente de performance, especialmente em alta e média pressão

Características excelente na transferência de calor

Ebulição intensiva devido a grande mudança de volume

Insensível com a umidade no sistema

Cheiro forte (simples monitoramento de vazamento)

Alta toxicidade (25 ppm)

Explosiva dentro de concentrações de 15 a 28% em volume no ar

Limitada compatibilidade de materiais (incluindo cobre ou liga de cobre e limitações com plásticos)

Insolúvel com óleos minerais e sintéticos

Alta condutibilidade elétrica (requisitos especiais são necessários para componentes elétricos dentro do circuito de refrigeração).

## VÁCUO

O vácuo é utilizado na fabricação dos sistemas de refrigeração ou na manutenção. Isto é feito porque o líquido refrigerante utilizado no sistema precisa de alta pureza para funcionar corretamente, ou seja, não pode haver umidade na parte interna do sistema de refrigeração.

Para que a evacuação ou desidratação de um sistema seja satisfatória, é fundamental que se possua uma bomba de alto vácuo que poderá ser simples ou duplo estágio de bombeamento.

Nos sistemas de refrigeração, a evacuação é necessária para remover o ar e a água antes de serem carregados com refrigerantes. A relação entre vácuo e o ar é simples: quanto mais perfeito o vácuo, tanto menor a quantidade de água de ar no sistema.

### **Sistema de recolhimento de amônia em instalação frigorífica.**

Temos um compressor um condensador do tipo evaporador, temos um depósito de líquido, recipiente de líquido onde se coleta a amônia a ser extraída da instalação. Temos uma fonte fria, que serve o evaporador e o sistema que é chamado de vaso de sucção ou separador de líquido. Então o compressor descarrega na linha da amônia para o condensador.

O líquido condensador vai para o recipiente de líquido. Do recipiente vai para válvula de expansão que pode ser do tipo termostática ou do tipo válvula de boia. Essas válvulas produzem o efeito de frio, como já se sabe, no evaporador.

A partir do evaporador então para o vaso de sucção a amônia evaporada é canalizada. A partir daí é novamente succionada pelo compressor reiniciando o ciclo de refrigeração. Novamente o condensador e assim por diante.

Especificamente instalada em frigorífico cuja a finalidade é para fazer pequenas manutenções no sistema.



## 5. Operação Unitária de Processo

As operações unitárias são fundamentalmente operações físicas, embora possam envolver excepcionalmente noções de químicas.

Operação Unitária é toda unidade do processo onde os materiais sofrem alterações no seu estado físico ou químico com base em princípios físico/químico comuns.

Nas indústrias de processos existem três condições específicas que tornam necessário um alto grau de confiabilidade para os equipamentos em comparação com as demais indústrias em geral:

1. As indústrias de processos trabalham em regime contínuo submetendo os equipamentos a um regime severo de operação.
2. Os diversos equipamentos formam uma cadeia contínua, através da qual circulam os fluidos de processo, na qual a falha ou paralisação de toda a instalação com as consequentes perdas de produção.
3. É usual os vasos de pressão armazenarem fluidos inflamáveis, tóxicos ou em elevadas pressões ou temperaturas, condições para as quais qualquer falha pode resultar em um acidente grave ou mesmo em um desastre de grandes proporções.

### Partida e Parada

#### 1. Pontos de Verificação:

- Antes de iniciar o processo nos vasos de pressão verificar a limpeza dos equipamentos (reator, trocador de calor, vaso de pressão).
- Verificar se a torre de refrigeração está em pleno funcionamento;
- Verificar se o exaustor está em pleno funcionamento;
- Verificar o funcionamento da bomba, se existente.

#### 2. Desligar Vácuo:

- Fechar válvula de vácuo da PT;
- Desligar bomba de vácuo;
- Aplicar nitrogênio superficial, até que a pressão negativa no manovacometro esteja em pressão ambiente e fechar o nitrogênio e abrir respiro do PT.

#### 3. Processo de reação química:

- Verificar na sequência operacional a faixa de temperatura desejada;
- Acionar o seletor de purga da água da serpentina;
- Abrir água de refrigeração da serpentina;
- Acionar as matérias primas sobre agitação de forma que a temperatura não ultrapasse a faixa desejada interrompa as cargas quando necessário próximo a temperatura desejada, só volte a recarregar quando a temperatura estiver na - faixa mínima desejada;



- Em caso de alteração de pressão, parar o processo, verificar o sistema e comunicar de imediato sua supervisão.

### **Repostas a emergência**

Vácuo não funcionar ou parar de funcionar durante o processo:

- Parar o processo de imediato;
- Comunicar os profissionais

Caso de reação incontrolável no processo:

- Acionar de imediato a botoeira de emergência;
- Evacuar o local da emergência;
- Direcionar-se ao ponto de encontro.

Caso de incêndio:

- Acionar a brigada de incêndio;
- Evacuar o local.

### **Causas de sobrepressão.**

Os vasos de pressão podem ser submetidos a níveis de pressão em que seus dispositivos de avio devem ser acionados para evitar a ruptura do vaso.

Os cenários possíveis onde uma sobre pressão possa ser criada são:

- Fogo
- Falha operacional
- Falha do equipamento.

#### 1. Fogo:

O principal resultado de uma exposição ao fogo de um vaso de pressão, é o ingresso de calor causando expansão térmica, vaporização ou decomposição induzida pelo calor, resultando em aumento de pressão. Como resultado adicional da exposição ao fogo está o superaquecimento da parede do vaso em altas temperaturas no espaço do vapor onde a parede não é resfriada pelo líquido. Neste caso, a parede do vaso poderá falhar em pressões inferiores ao ponto de abertura do sistema de alívio.

#### 2. Falha operacional

Os seguintes cenários de falhas operacionais poderão resultar em condições de sobre pressão:

a. bloqueio a jusante:

Erros operacionais ou de manutenção ( especialmente após uma parada longa de manutenção), podem bloquear a saída de um fluxo de líquido ou gasoso de um equipamento resultando em uma condição de sobre pressão.

b. perda de uma relação reacional adequada:

Em reatores onde ocorre redução de volume, a perda de uma adequada entre os reagentes durante a operação provocará uma condição de sobre pressão.

c. flasheamento de um líquido em vaso à jusante:

Em caso de falha de válvulas de controle instaladas em vasos de alta pressão contendo líquidos, a geração de enormes quantidades de vapor poderá pressurizar os vasos situados a jusante.

d. perda de refluxo ou de recirculação

A perda de refluxo ou recirculação em torres de destilação podem ser causadas por falha de energia elétrica, falha de bombas ou falha de controle de vazão, poderão causar sobre pressurização das colunas.

### 3. Falha de equipamento

a. ruptura de tubos em trocadores de calor

O código ASME estabelece que os trocadores de calor e outros vasos devem ser protegidos com um dispositivo de alívio de capacidade suficiente para evitar sobre pressão no casco em caso de falha interna.

b. válvulas de controle

As premissas de projetos devem incluir a possibilidades de sobre pressão devido a falha de válvula de controle. Dois cenários podem ser avaliados:

Falha de válvula de controle na posição totalmente aberta causando um elevado fluxo de líquido entrando em um vaso de menor pressão. Neste caso é possível correr um flasheamento do fluido parcial do fluido através da válvula causando fluxo bifásico.

Falha de válvula de controle na posição fechada submetendo um vaso a pressão total de um compressor ou bomba.

## *6. Prevenção de Acidentes*

Todo **acidente** tem uma causa definida, por mais imprevisível que possa parecer e pode trazer consequências indesejáveis. Os acidentes, em geral, são o resultado de uma combinação de fatores, entre eles, falhas humanas e falhas materiais. Vale lembrar que os acidentes não escolhem hora nem lugar.

### **ACIDENTES DE TRABALHO**

**Conceito:** "É o acidente que ocorre no exercício do trabalho, a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho, provocando lesão corporal ou transtorno que cause a morte, perda ou ainda a redução permanente ou temporária da capacidade para o trabalho permanente ou temporário."



## **Primeiros Socorros**

O principal objetivo dos primeiros socorros é realizar o atendimento inicial de emergência que pode preparar o mesmo para um atendimento especializado.

Seu principal objetivo é realizar um atendimento inicial de emergência que pode preparar o mesmo para um atendimento especializado, evitando um mal súbito durante o caminho até um hospital ou clínica especializada.

Os primeiros socorros são aplicados principalmente a vítimas de acidentes, mal súbito ou em perigo de vida.

Os procedimentos são feitos em casos de emergência, que relacionam acidentes de diferentes naturezas.

Os principais casos que exigem a aplicação de primeiros socorros são: Choques elétricos, envenenamentos, infartos e paradas cardiorrespiratórias, picadas de animais peçonhentos (incluindo cobras, aranhas, entre outros), asfixias por corpos estranhos, queimaduras, sangramentos, fraturas, luxações, contusões, entorses, entre outros.

A importância da prestação de primeiros socorros nestes casos é essencial, reduzindo a dor e os sintomas dos pacientes até que os mesmos tenham acesso a um atendimento específico em áreas de saúde preparadas.

**O socorrista** é o principal responsável pela aplicação de primeiros socorros, mas em casos de emergência, qualquer indivíduo com noção de primeiros socorros pode colaborar com o alívio de sintomas de um paciente acidentado. Sem nervosismo, o indivíduo pode conter o pânico e colaborar com a saúde do paciente, no aguardo por um profissional da área da saúde que possa dar o tratamento adequado à vítima.

Com calma, firmeza e precisão, os primeiros socorros podem facilitar a ação de médicos e ajudar vítimas em estado inicial de choque.

A aplicação dos primeiros socorros vem de instruções simples, que consistem principalmente em isolar a vítima e protegê-la de agravar seus sintomas. Os procedimentos variam conforme o agravo, e são essenciais para garantia do bem-estar das vítimas.

Os primeiros socorros são a medida essencial para salvar pessoas em caso de acidentes, portanto, suas aplicações são essenciais no dia a dia para a saúde e segurança humana.

## *8. Norma Regulamentadora 13 – NR13.*