

USP - Escola de Engenharia de Lorena

OPERAÇÕES UNITÁRIAS III

ABSORÇÃO

Prof. Antonio Carlos da Silva

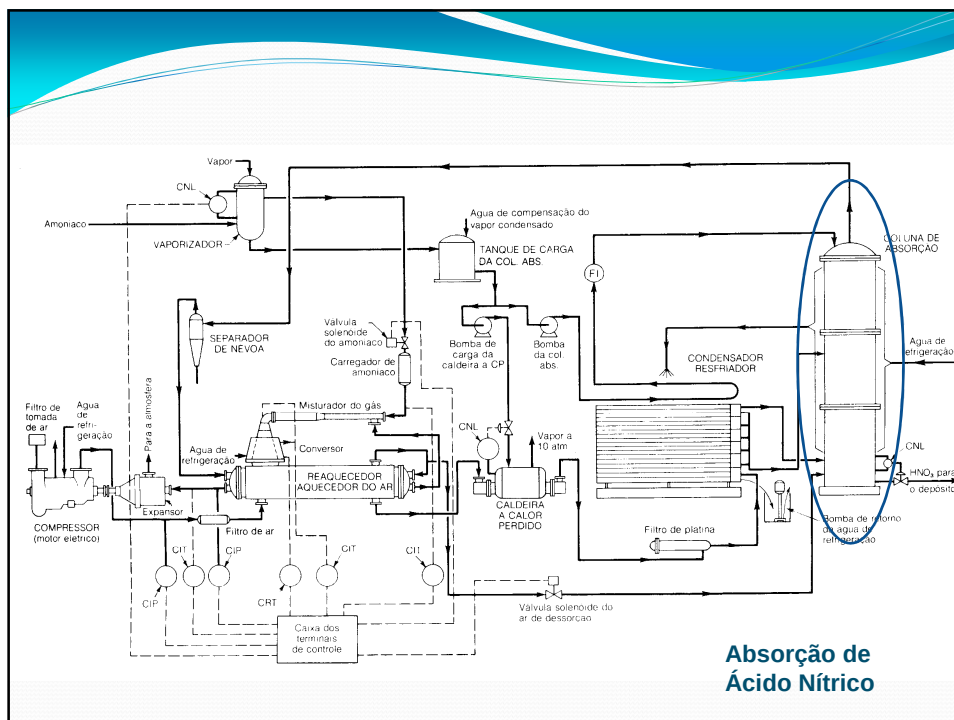
ABSORÇÃO

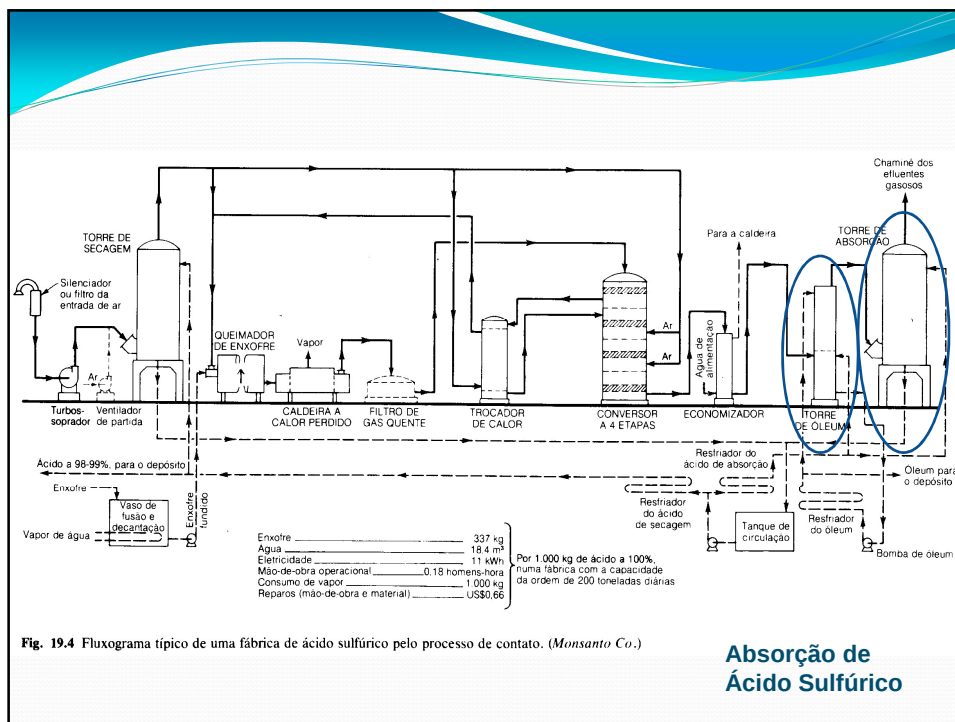
- FINALIDADE:

- A absorção de gases (designada em língua inglesa por “*Gas Absorption*” ou ainda por “*Scrubbing*”) é uma operação destinada a remover preferencialmente um ou mais componentes de uma mistura gasosa por contacto com uma corrente líquida onde esses componentes se dissolvem.
- A operação inversa chama-se Dessorção (“*Desorption*” ou “*Stripping*”), na qual um componente dissolvido num líquido passa para a fase gasosa.
- Embora a transferência de massa ocorra em direções opostas os princípios físicos associados tanto à Absorção como à Dessorção são os mesmos.
- O componente transferido de uma fase para outra é designado por Solute. A corrente gasosa é composta pelo gás soluto e o Gás de Transporte (ou inerte), e a corrente líquida é constituída pelo Solvente e o soluto.

ABSORÇÃO

- As operações de Absorção e Dessorção são muito empregadas na produção, separação e purificação de misturas gasosas e na concentração de gases, na produção de ácidos (sulfúrico, clorídrico, nítrico e fosfórico), de amônia, de formaldeído, de carbonato de sódio, no tratamento de gases de combustão do carvão e de refinarias do petróleo, na remoção de compostos tóxicos ou de odor desagradável (como o gás H_2S), na purificação de gases industriais e na separação de hidrocarbonetos gasosos.
- Para regenerar o solvente, ou para obter a corrente gasosa na sua forma pura, pode elevar-se a temperatura ou pode usar-se vapor de água numa coluna de dessorção, também designada coluna regeneradora.





ABSORÇÃO

- **SELEÇÃO DO SOLVENTE**

- A operação de Absorção/Dessorção é um processo de transferência de massa que explora diferenças na solubilidade gás/líquido dos diferentes componentes de uma mistura que se pretende tratar.
- Um dos pontos críticos para se obter uma eficiente separação é a escolha do solvente (no caso da absorção) ou do gás de transporte (no caso da dessorção).
- Se o objetivo principal for a produção de um composto específico, a seleção do solvente é restringida pela natureza do produto. No caso da remoção de impurezas de um gás, há maior liberdade de escolha.
- Um dos fatores a considerar na escolha de um solvente é a solubilidade do soluto, devendo esta ser elevada para se obter uma maior velocidade de absorção e para necessitar de menor quantidade de líquido.

ABSORÇÃO

- **SELEÇÃO DO SOLVENTE**

- Um outro fator é a natureza química do soluto e do solvente que devem ser semelhantes para aumentar a solubilidade. O solvente pode ser um líquido não reativo e a solubilização do soluto é apenas um processo físico (forças de interação de Van der Waals), ou pode ser um líquido que produz uma reação rápida com o soluto o que aumenta a velocidade de absorção e a quantidade a ser absorvida.
- Este último tipo de solvente químico é usado, em geral, quando o soluto se encontra em baixas concentrações pois é um processo mais seletivo (maior solubilidade do soluto), mas a reação deve ser reversível para que o soluto seja removido numa segunda coluna e não sejam produzidas grandes quantidades de resíduos.
- Um solvente reativo é também usado quando se pretende converter um composto perigoso num composto mais inócuo.

ABSORÇÃO

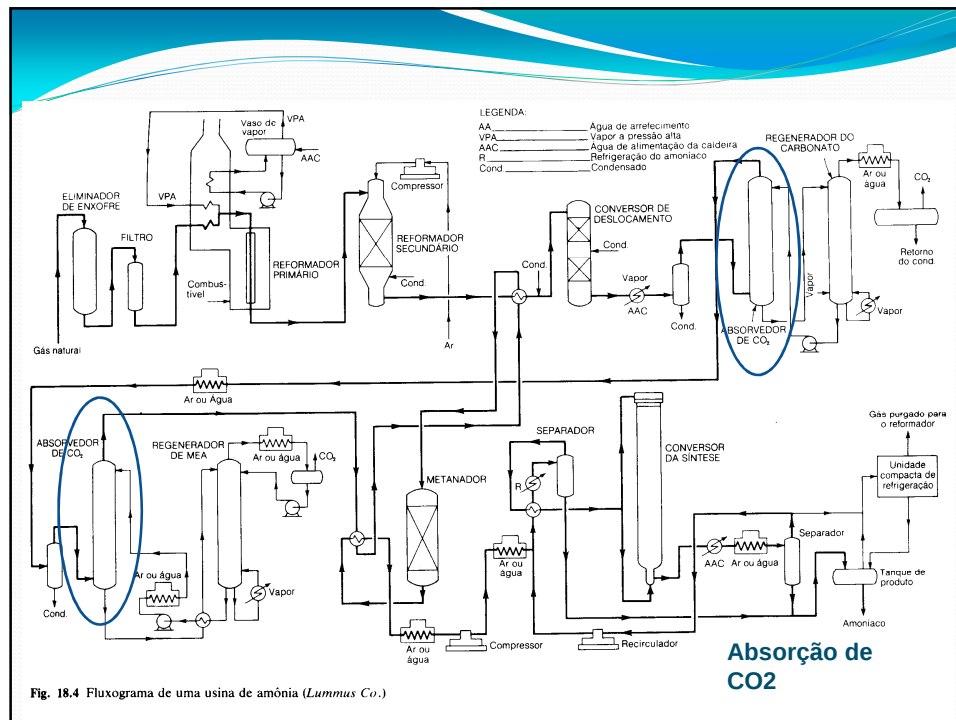
- SELEÇÃO DO SOLVENTE

- A capacidade que um solvente tem de absorver um soluto gasoso A é função da sua pressão parcial $CA=f(pA)$, sendo CA a concentração na fase líquida. Por isso, a absorção física é mais indicada para misturas mais concentradas ($>pA$).
- Esta relação funcional depende da temperatura e do tipo de solvente. Em geral, a solubilidade do gás diminui com a temperatura. Como exemplos, pode-se usar solventes físicos como o etilenoglicol ou o carbonato de propileno para remover tanto o gás H_2S como o CO_2 de correntes gasosas mais concentradas (~ 10 a $\sim 50\%$) e, para concentrações mais baixas destes (~ 1 a $\sim 10\%$, especialmente em gases de combustão), usa-se soluções aquosas de alcanolaminas (como a monoetanolamina, MEA, dietanolamina, DEA, ou a trietanolamina, TEA) que reagem reversivelmente com estes compostos.

ABSORÇÃO

- SELEÇÃO DO SOLVENTE

- A regeneração pode ser feita por diminuição de pressão, no primeiro caso, ou por aumento de temperatura (para que o soluto vaporize) no segundo caso, originando, no entanto, maiores gastos energéticos.
- Se apenas houver quantidades vestigiais de H_2S ou CO_2 , pode usar-se NaOH, que reage irreversivelmente.
- Na produção de amônia, por exemplo, uma corrente gasosa contendo ar e amoníaco é colocada em contato com água onde o amoníaco é preferencialmente absorvido, uma vez que o ar é muito pouco solúvel em água. No controle da poluição os vários óxidos de nitrogênio podem ser removidos por absorção com água, ácido sulfúrico ou soluções orgânicas

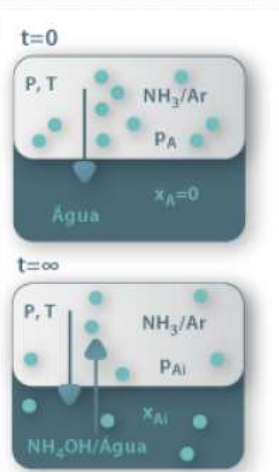


ABSORÇÃO

- EQUILÍBRIO DE FASES

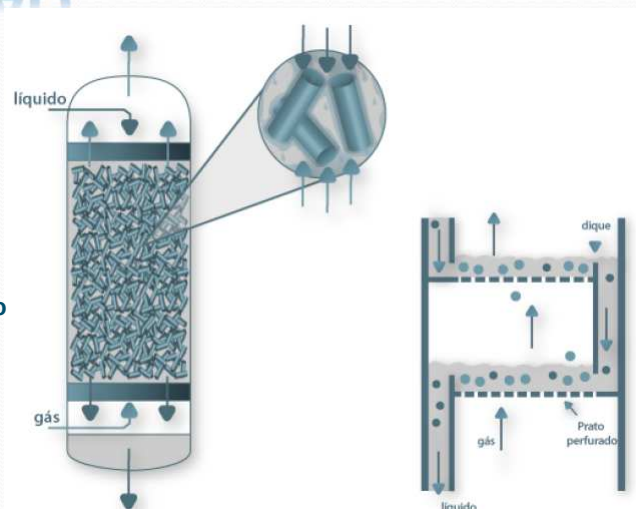
- Quando se coloca uma mistura gasosa em contato com um líquido no qual um dos componentes é solúvel, como no caso do NH_3 , a composição do soluto no líquido vai evoluir até atingir um valor de equilíbrio dinâmico (isto é, quando igual número de moléculas de soluto passarem da fase gasosa para a fase líquida e no sentido inverso). Diz-se que se atingiu o valor da Solubilidade do soluto no líquido, para as condições em que foi realizada a experiência.
- A solubilidade do gás no líquido é uma função da natureza de ambos os componentes, da temperatura, da pressão parcial do gás na fase gasosa e da composição do líquido. A solubilidade diminui com a temperatura e aumenta, em geral, com a pressão total.

ABSORÇÃO

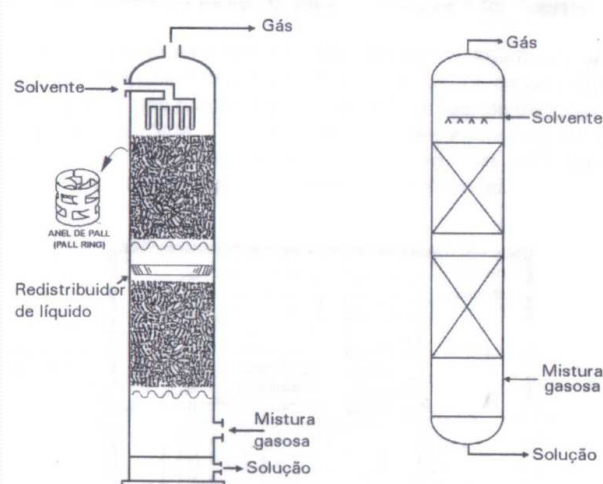


ABSORÇÃO

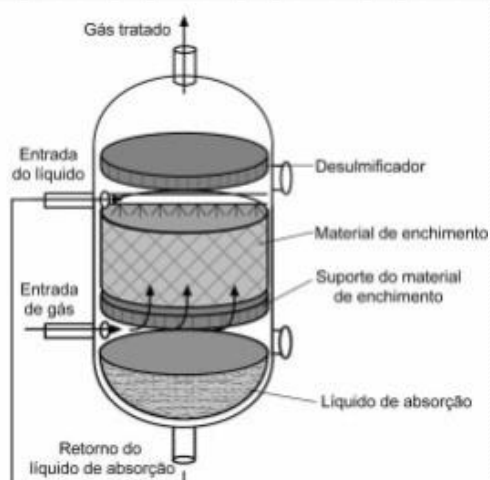
Equipamentos:
Torres de enchimento
e Torres de pratos



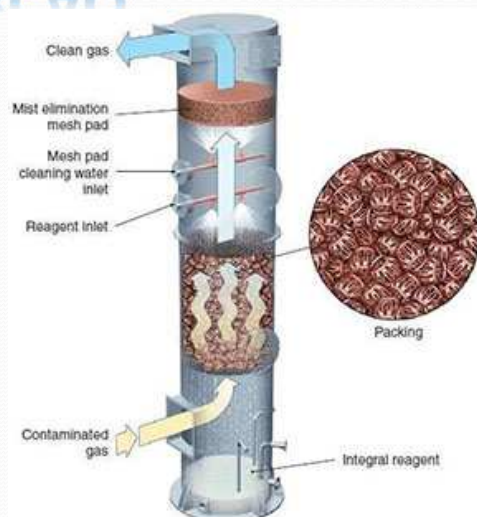
ABSORÇÃO



ABSORÇÃO

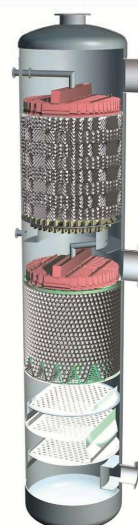
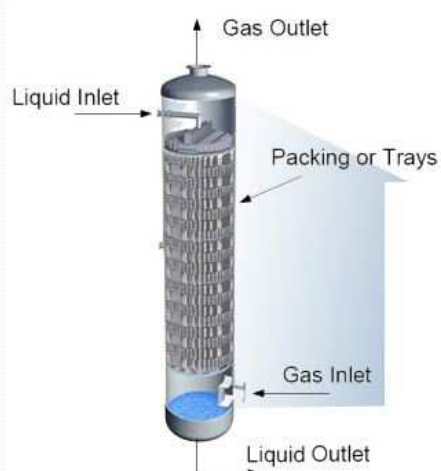


ABSORÇÃO



ABSORÇÃO

Conventional Absorber



ABSORÇÃO



ABSORÇÃO



ABSORÇÃO



ABSORÇÃO - RECHEIOS



Anéis de Raschig (vidro)



Anéis de Pall (metálicos)



Anéis de Lessing (cerâmicos)

ABSORÇÃO - RECHEIOS



ABSORÇÃO - RECHEIOS

