

**USP**



**Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de Lorena**

**PROCESSOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS I**  
**LOQ4022 – Turma 20211D1 – Engenharia Química**

**Apresentação 09**

**ÁCIDO  
CLORÍDRICO**

**PROF. ANTONIO CARLOS DA SILVA**



# ÁCIDO CLORÍDRICO

**Embora não seja produzido em quantidades tão grandes como o ácido sulfúrico, o ácido clorídrico é um produto de igual importância para a indústria química pesada.**

**O cloreto de hidrogênio é um gás incolor a levemente amarelado, na temperatura e pressão ordinárias. É corrosivo, não inflamável, de odor irritante.**

**As soluções aquosas são conhecidas como ácido clorídrico. Quando a solução é de grau industrial, é conhecida como ácido muriático.**

**A solução aquosa é fortemente ácida e extremamente corrosiva.**

# HISTÓRICO

Foi descoberto por volta de 800 a.C. por Jabir Hayyan, alquimista persa, misturando ácido sulfúrico com cloreto de sódio.

Jabir criou uma mistura de ácido clorídrico com ácido nítrico, denominada "água régia", com capacidade para dissolver ouro.

Na Idade Média, era conhecido pelos alquimistas europeus como "espírito do sal" ou "ácido do sal", por derivar do cloreto de sódio.

Observação: nos estudos da alquimia não havia conhecimento da constituição da matéria e os gases eram tratados como espíritos que se desprendiam da matéria (sólidos ou líquidos).

# HISTÓRICO

**No estado gasoso era conhecido como “ar ácido marinho”.**

**Conhecido como ácido muriático que significa pertencente ao sal ou salmoura.**

**O inglês Priestley preparou cloreto de hidrogênio puro em 1772. Em 1818, Humphry Davy, inglês, demonstrou que o cloreto de hidrogênio é composto por cloro e hidrogênio**

# HISTÓRICO

Com o desenvolvimento do processo Leblanc para produção de barrilha (apresentação anterior sobre álcalis), passou-se a produzir solução de ácido clorídrico como produto secundário.

## BARRILHA CARBONATO DE SÓDIO

- O processo antigo de produção de barrilha, denominado LeBlanc, foi desenvolvido em 1773.
- Baseava-se na calcinação do sulfato de sódio com carvão e calcário num forno rotatório, seguido pela lixiviação do produto pela água. Ocorria a hidrólise dos sulfetos, que eram convertidos a carbonato pelo tratamento com dióxido de carbono dos fornos de calcinação.
- No processo LeBlanc ocorrem as seguintes reações químicas:
- Reação do sal comum com o ácido sulfúrico:



- Reação de calcinação do  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  com calcário e carvão:



# HISTÓRICO

**Até 1863, quando foi promulgado no Reino Unido o Alkali Act, o gás HCl era lançado diretamente na atmosfera. Com a proibição imposta pelo Alkali Act, os fabricantes de carbonato de sódio passaram a dissolver o HCl em água, produzindo o ácido clorídrico.**

**No início do século XX o processo Solvay substituiu o processo Leblanc. No processo Solvay não é gerado o HCl como subproduto. Como o ácido clorídrico já era empregado em diversos processos, estabeleceu-se a necessidade de desenvolver um processo para produção de ácido clorídrico.**

# APLICAÇÕES

**Ácido muriático → comercializado para aplicação na remoção de manchas resultantes da umidade em pisos e paredes de pedra, azulejos e tijolos; concentração entre 10 e 12% em massa.**

**Ácido clorídrico grau P.A. → solução com 37 a 38% em massa.**

**Ácido clorídrico grau técnico → concentração entre 30 e 34% em massa.**

**É empregado na limpeza, tratamento e galvanização de metais e para curtir couros.**

# APLICAÇÕES

**O principal emprego do ácido clorídrico é a decapagem de aço.**

**Substituiu o ácido sulfúrico na década de 60, por reagir mais rapidamente com a crosta superficial e atacar menos o aço.**

**É comercializado em concentrações até 38%. Acima de 40%, apresenta uma evaporação muito elevada.**

# PRODUÇÃO

O ácido clorídrico é produzido através de quatro processos:

1. subproduto da produção hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos
2. reação de cloreto de sódio e ácido sulfúrico
3. combustão do hidrogênio com cloro (o hidrogênio comporta-se aqui como combustível e o cloro como comburente) – Processo Sintético
4. Processo Hargraves, baseado na reação:



Esta reação foi usada amplamente na Europa desde 1870 para produzir o sal de Glauber, ou sulfato de sódio.

## 1) Processo cloração de hidrocarbonetos

**As etapas básicas da produção do ácido como subproduto da cloração de hidrocarbonetos e derivados incluem a remoção do hidrocarboneto ou derivado não clorado, seguida da absorção do HCl em água.**

**Uma cloração típica é a do benzeno, na produção do clorobenzeno:**

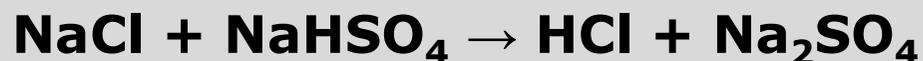


**Esta reação é realizada na presença de um ácido de Lewis, como catalisador, como o cloreto de ferro (III).**

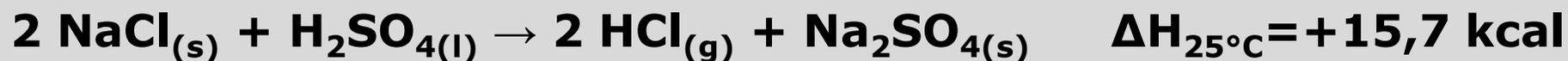
**A cloração de hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos provoca a liberação de grandes quantidades de calor e é necessário equipamento especial para controlar a temperatura de reação.**

## 2) Processo sal comum e ácido sulfúrico

As reações do processo do sal comum e ácido sulfúrico são endotérmicas:



Em conjunto:



A primeira reação completa-se em temperaturas relativamente baixas, enquanto a segunda só se avizinha do seu termo em temperaturas elevadas.

## **2) Processo sal comum e ácido sulfúrico**

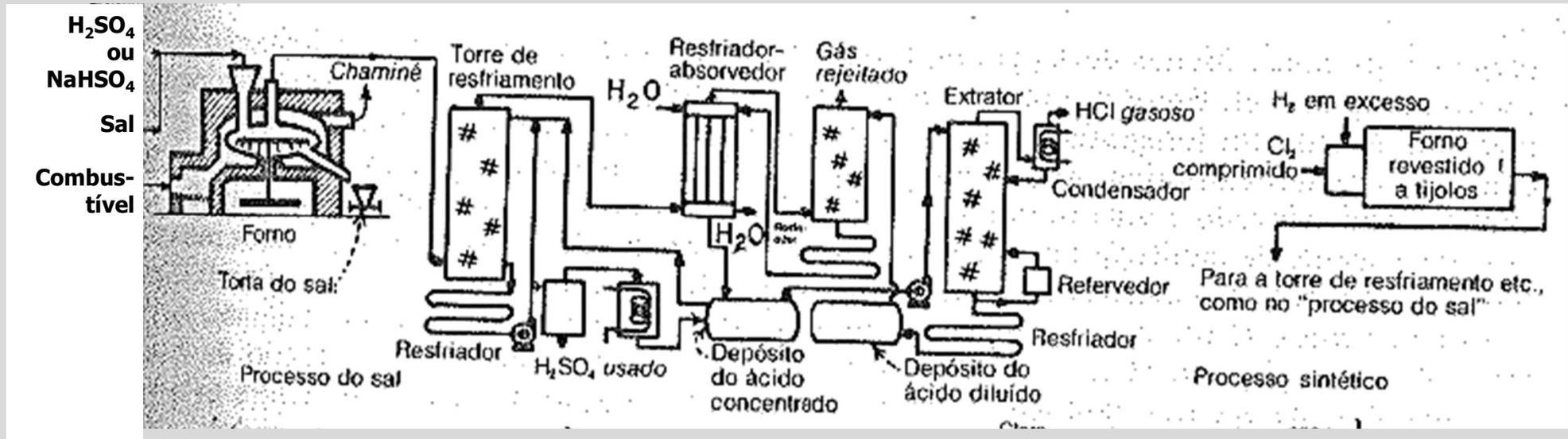
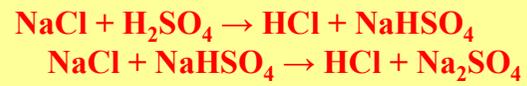
**As reações são forçadas para a direita pelo escape de cloreto de hidrogênio da massa reacional.**

**A reação entre o hidrogênio e o cloro é muito exotérmica e completa-se logo que é iniciada.**

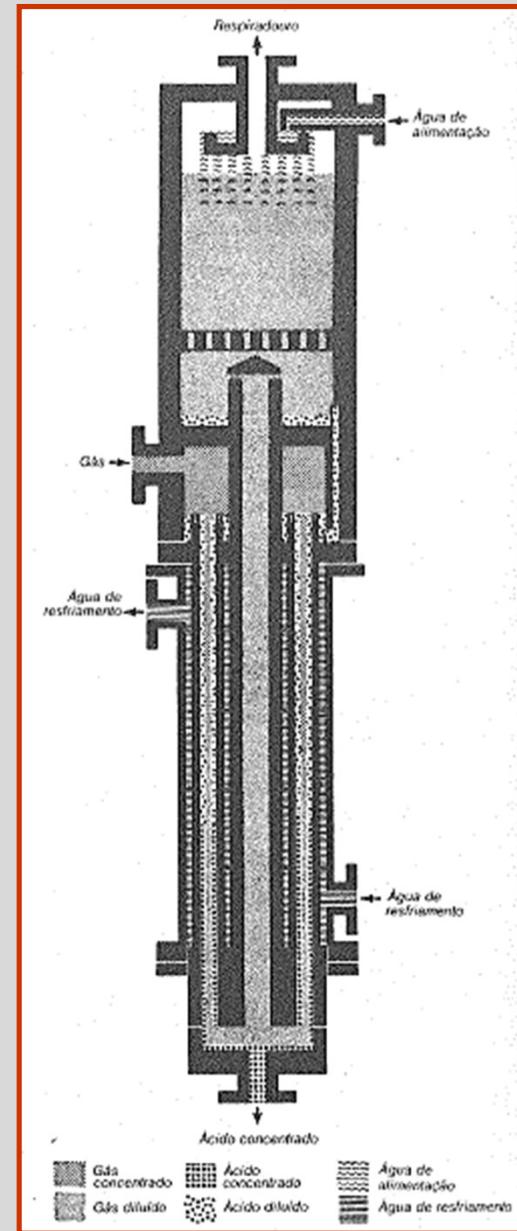
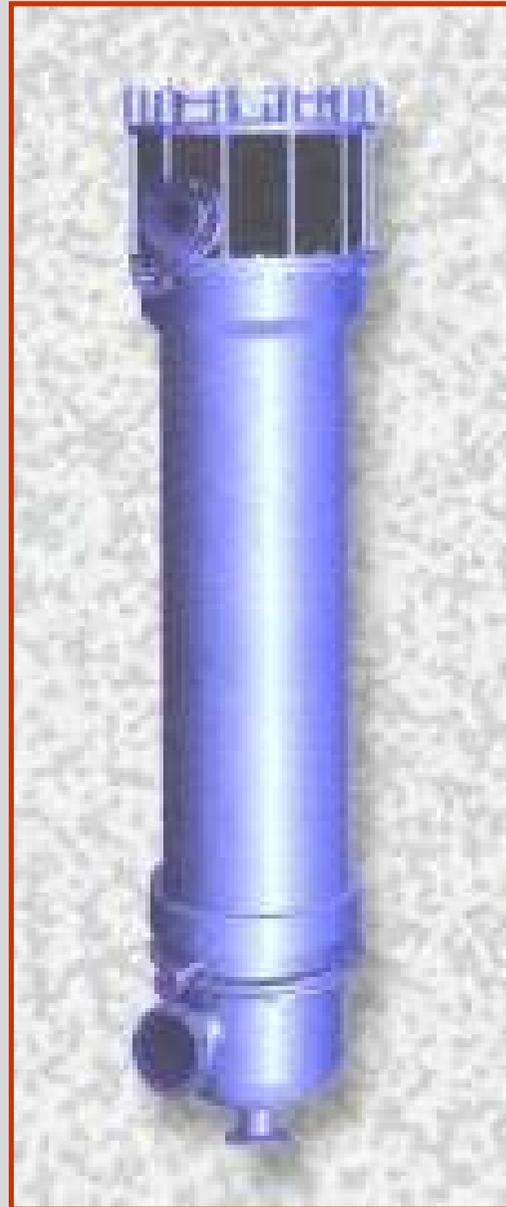
**A absorção do cloreto de hidrogênio obtido em quaisquer dos processos libera cerca de 700 Btu/lb de gás absorvido (390 kcal/kg). Este calor deve ser retirado do absorvedor, sem o que a eficiência será reduzida.**

**O absorvedor é construído em carbono, uma vez que o ácido clorídrico é corrosivo para metais.**

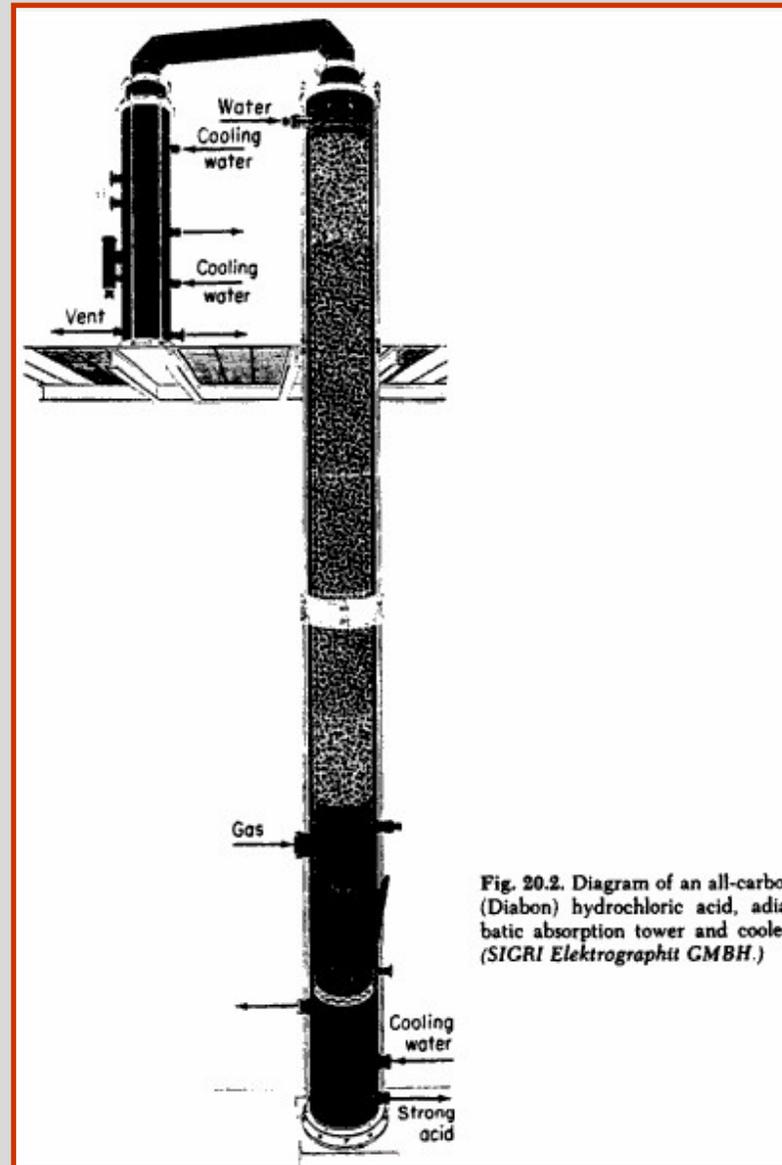
## 2) Processo sal comum e ácido sulfúrico



# Absorvedor de HCl



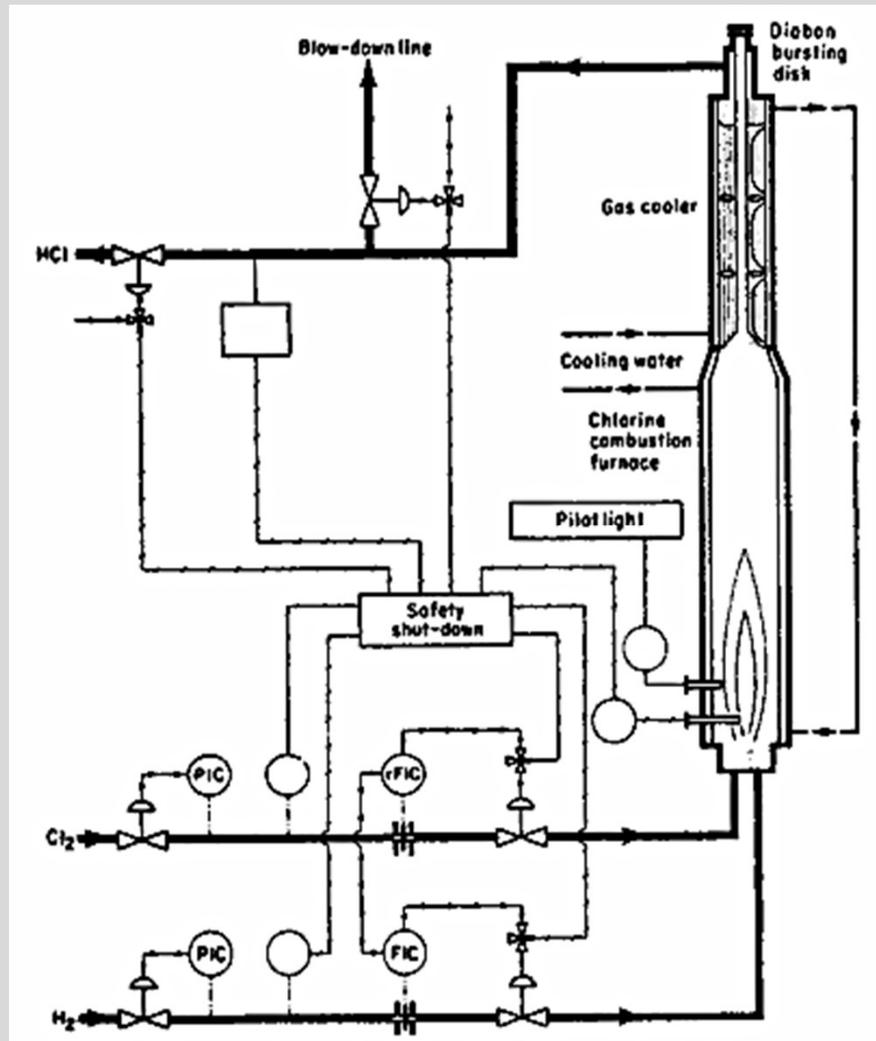
# Absorvedor de HCl



### **3) Processo sintético**

- **O cloreto de hidrogênio é gerado pela queima de cloro em hidrogênio em excesso.**
- **A pureza do ácido depende da pureza do hidrogênio e do cloro.**
- **Como cloro e hidrogênio são obtidos no processo eletrolítico, cloro-soda; a reação desses dois produtos gera o ácido clorídrico mais puro possível.**

### 3) Processo sintético



# ÁCIDO CLORÍDRICO

