



PROCESSOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS I

APRESENTAÇÃO DA DISCIPLINA

1

UNIDADES DIDÁTICAS

- 1. Introdução ao estudo dos Processos Químicos Industriais. Relacionamento com a Indústria Química.**
- 2. Derivados inorgânicos do nitrogênio.**
- 3. Fósforo e ácido fosfórico.**
- 4. Ácido sulfúrico.**
- 5. Indústrias de cloro álcalis.**
- 6. Carga e pigmentos inorgânicos.**
- 7. Indústrias de vidros e materiais cerâmicos.**
- 8. Ácido clorídrico.**
- 9. Fertilizantes.**

2

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1. SHREVE, R.N. & BRINK, J.A. – Indústrias de Processos Químicos**
- 2. LIMA, I.R. – Elementos Básicos de Engenharia Química**
- 3. SHERWOOD, T.K. – Projeto de Processos da Indústria Química**
- 4. BÜCHNER, W. – Industrial Inorganic Chemistry**
- 5. CONSIDINE, D.M. – Chemical and Process Technology Encyclopedia**
- 6. KUZNETSOV, D. – Chemical Engineering**

3



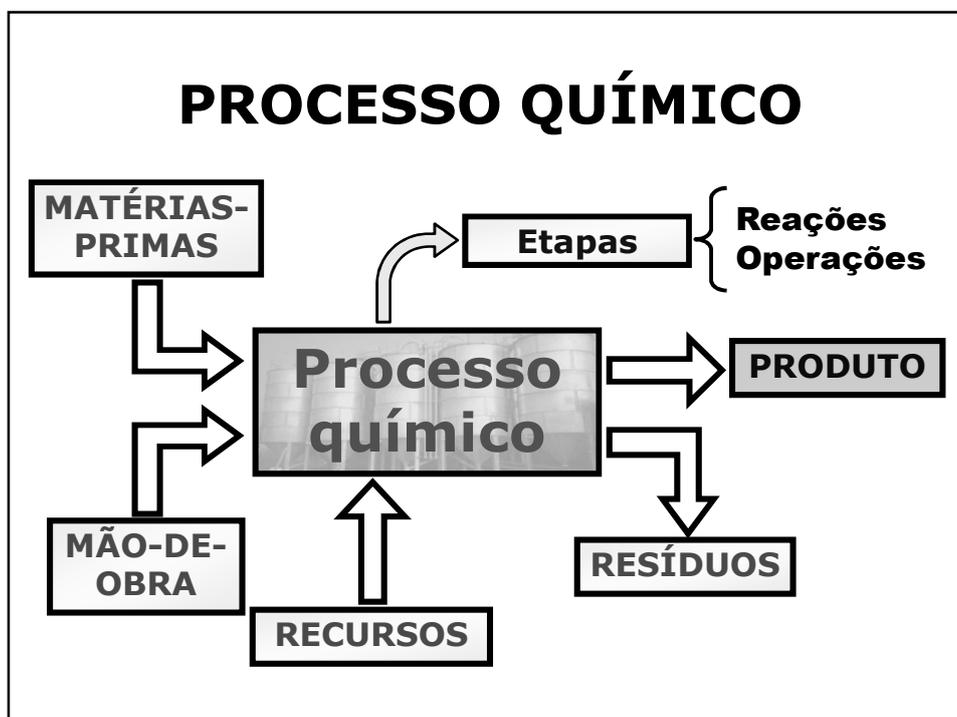
4

PROCESSO QUÍMICO

A indústria química recebe a(s) matéria(s) prima(s) e gera produtos; a matéria prima pode ser separada em frações (sem sofrer transformação química) ou em outros produtos (sofrendo transformação química).

5

PROCESSO QUÍMICO



6

PROCESSO QUÍMICO

MATÉRIAS-PRIMAS:

- **SÓLIDOS**
 - **LÍQUIDOS**
 - **SOLUÇÕES**
 - **SUSPENSÕES**
 - **GASES**
- } **PREPARAÇÃO**

7

PROCESSO QUÍMICO

RECURSOS:

- **UTILIDADES:**
 - **VAPOR**
 - **ENERGIA ELÉTRICA**
 - **ÁGUA TRATADA**
 - **GASES**
 - **AR COMPRIMIDO**
- **OUTROS RECURSOS:**
 - **MANUTENÇÃO**
 - **INSTRUMENTAÇÃO, ETC.**

8

PROCESSO QUÍMICO

RESÍDUOS:

- **SUB-PRODUTOS**
- **RESÍDUOS POLUENTES:**
 - **RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS**
 - **RESÍDUOS SÓLIDOS TRATÁVEIS**
 - **RESÍDUOS SÓLIDOS INCINERÁVEIS**
 - **RESÍDUOS SÓLIDOS PARA ATERROS**
 - **EFLUENTES (LÍQUIDOS)**
 - **EMISSÕES GASOSAS**

9

PROCESSO QUÍMICO

O PROCESSO QUÍMICO COMPREENDE VÁRIAS ETAPAS:

- **PREPARAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS**
- **REAÇÕES QUÍMICAS**
- **PURIFICAÇÃO DO PRODUTO**
- **EMBALAGEM**

10

PROCESSO QUÍMICO

ETAPAS:

- **CONVERSÕES** ➤ **REAÇÕES QUÍMICAS**
- **OPERAÇÕES FÍSICAS** ➤ **TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS**

11

PROCESSO QUÍMICO

Quando a matéria prima não sofre transformação química, para a obtenção de produtos, dizemos que ela foi submetida a uma OPERAÇÃO UNITÁRIA.

O conjunto de operações unitárias coordenadas e etapas com reações químicas, que levam à transformação de matérias-primas nos produtos desejados, chamamos de PROCESSO QUÍMICO.

12

PROCESSO QUÍMICO

OPERAÇÕES:

- **Bombeamento de fluidos**
- **Troca de calor**
- **Transporte de sólidos**
- **Redução de tamanho**
- **Peneiração**
- **Filtração**
- **Misturação**
- **Destilação**
- **Evaporação**
- **Absorção de gás**
- **Extração**
- **Processos de separação**
- **Secagem**

13

PROCESSO QUÍMICO

O PROCESSO QUÍMICO INDUSTRIAL é a aplicação dos princípios da química, da física e da físico-química (quando necessário, apoiadas por outras ciências) para a transformação da(s) matéria(s)-prima(s) em produtos.

14

PROCESSO QUÍMICO

PROCESSOS INDUSTRIAIS:

- **ORGÂNICOS**
- **INORGÂNICOS**

15

PROCESSO QUÍMICO

PROCESSOS ORGÂNICOS:

- **NITRAÇÃO**
- **SULFONAÇÃO**
- **ALQUILAÇÃO**
- **ESTERIFICAÇÃO**
- **POLIMERIZAÇÃO**
- **FERMENTAÇÃO**
- **AMINAÇÃO**
- **CARBOXILAÇÃO**
- **HIDROGENAÇÃO**
- **OXIDAÇÃO, ETC.**

16

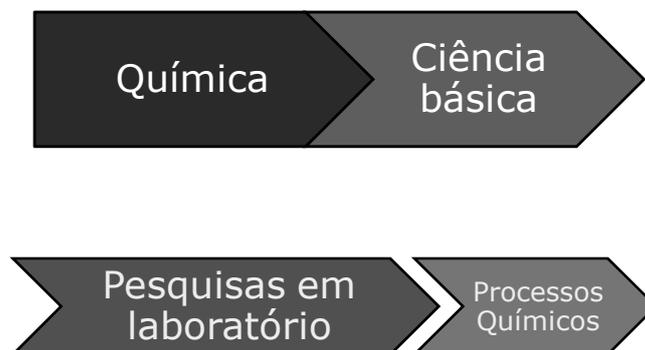
PROCESSO QUÍMICO

PROCESSOS INORGÂNICOS:

- Tratamento de água
- Carboquímicos
- Petroquímica
- Gases combustíveis
- Gases industriais
- Cerâmica
- Cimento
- Vidro
- Ácidos
- Álcalis
- Sais
- Tintas
- Explosivos
- Corantes
- Detergentes e sabões
- Perfumes, aromatizantes
- Alimentos
- Agroquímicos
- Óleos, gorduras
- Açúcar e amido
- Fermentação
- Papel e celulose
- Indústria de fósforo
- Indústria de potássio
- Indústria de nitrogênio
- Plásticos
- Fibras sintéticas
- Borracha

17

QUÍMICA



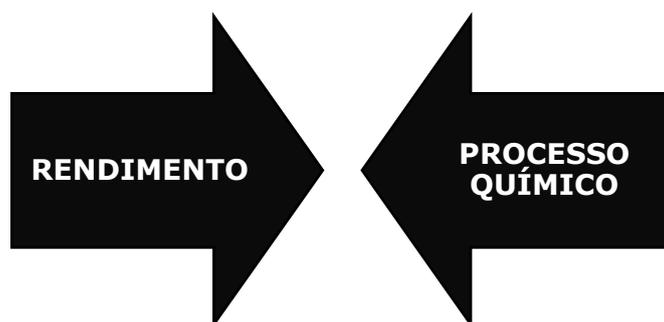
18

ASPECTOS ECONÔMICOS DOS PROCESSOS

- **Constantes de equilíbrio químico**
- **Tempos de residência**
- **Velocidade de reação**

19

RENDIMENTO E CONVERSÃO

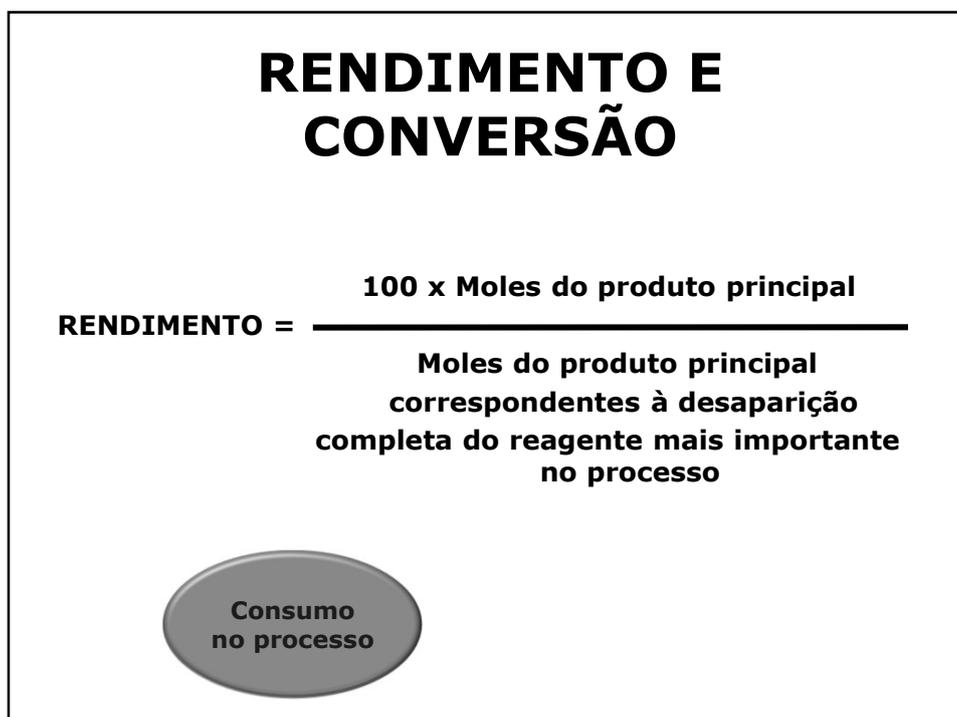


**ESTÁ RELACIONADO COM A CAPACIDADE DO
PROCESSO DE REAPROVEITAMENTO DE
SUBSTÂNCIAS QUE NÃO REAGIRAM, MAXIMIZANDO
O APROVEITAMENTO DAS MATÉRIAS PRIMAS.**

20



21



22

RENDIMENTO E CONVERSÃO

$$\text{CONVERSÃO} = \frac{100 \times \text{Moles do produto principal}}{\text{Moles do produto principal correspondentes à carga do reagente mais importante no equilíbrio químico da reação}}$$

Consumo
no reator

23

RENDIMENTO E CONVERSÃO

Exemplo:

Síntese da amônia, a 150 atm e 500°C:

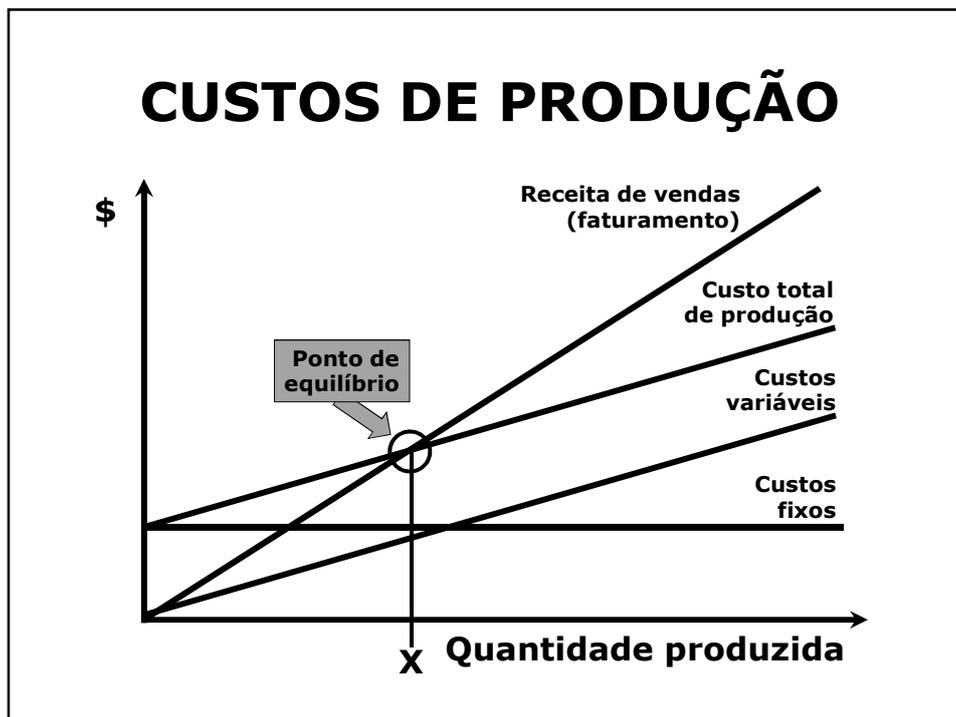
Rendimento é maior que 98%

Conversão \approx 14%



Recirculação – economia do processo – equipamentos necessários

24



25

PROCESSO CONTÍNUO E PROCESSO DESCONTÍNUO

Processo Contínuo:

Fluxo constante de matérias-primas e de produtos em todos os equipamentos.

Processo Descontínuo (por batelada):

Um equipamento é carregado com as matérias-primas, a operação ou a conversão ocorrem após um tempo determinado, quando então o produto é descarregado.

26

PROCESSO CONTÍNUO E PROCESSO DESCONTÍNUO

O processo contínuo exige uma instrumentação de processo mais complexa, que não somente registre, mas também controle as variáveis do processo (temperatura, vazão, pressão...).

É necessário controlar os desvios e corrigi-los rapidamente.

Controle informatizado do processo.

Custos são altos para pequenas produções mas se diluem para grandes produções.

27

PROCESSO CONTÍNUO E PROCESSO DESCONTÍNUO

O processo descontínuo é utilizado quando o volume de produção é pequeno, quando o custo de produção é mais favorável que o do processo contínuo ou quando condições de segurança são fundamentais.

28

FLUXOGRAMAS (FLOW-SHEET)

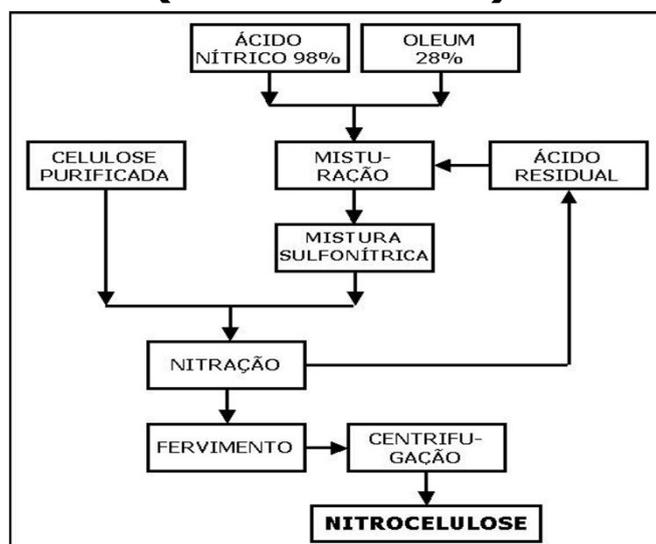
Seqüência coordenada das conversões químicas e das operações unitárias, expondo os aspectos básicos do processo químico.

Indica pontos de entrada de matérias-primas e de utilidades e os pontos de retirada dos produtos e subprodutos.

Podem ser simples, na forma de diagramas de blocos ou detalhados.

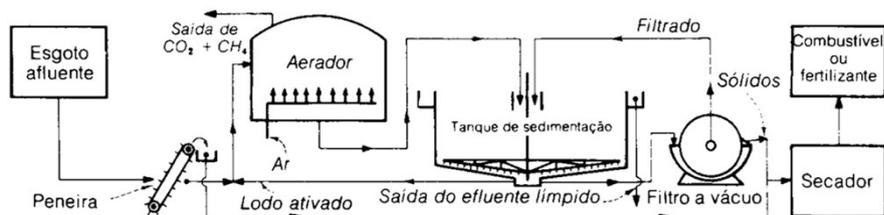
29

FLUXOGRAMAS (FLOW-SHEET)



30

FLUXOGRAMAS (FLOW-SHEET)

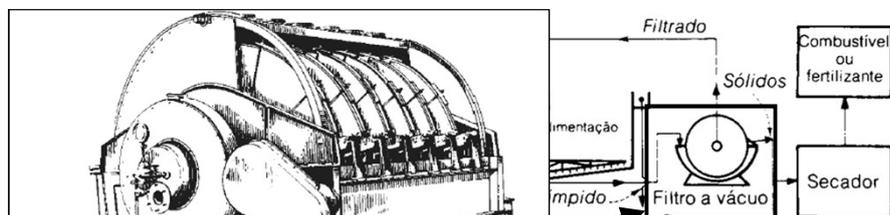


Dados técnicos médios: Ar necessário, de 2,6 a 14,5 m³ por m³ de esgoto; tempo de retenção no tanque de aerção, de 4 a 6 h; tempo de retenção no tanque de sedimentação, de 1,5 a 2 h; retorno de lodo para o aerador, de 10 a 50% do total

3.8 Tratamento de esgoto a lodo ativado.

31

FLUXOGRAMAS (FLOW-SHEET)



gato, tempo de retenção no tanque de aerção, de 4 a 6 h; tempo de retenção no tanque de sedimentação, de 1,5 a 2 h; retorno de lodo para o aerador, de 10 a 50% do total

3.8 T

FIG. 18-127 Rotary disk filter. (Dorr-Oliver, Inc.)

32

REAÇÕES QUÍMICAS REALIZADAS EM CONDIÇÕES INDUSTRIAIS

Industrialmente, os reatores químicos podem ser de vários formatos, dimensões e materiais, dependendo das condições em que a conversão química se realiza e os reagentes em excesso podem ou não retornar ao processo, formando o reciclo; pode haver catalisador ou não; o catalisador pode estar em leito fixo ou em leito fluido.

33

REAÇÕES QUÍMICAS REALIZADAS EM CONDIÇÕES INDUSTRIAIS

Por questão de rendimento, geralmente é desejável que, nas reações químicas realizadas em condições industriais, um ou mais reagentes estejam em excesso relativamente às quantidades teóricas previstas pelas equações químicas e os produtos encerrarão alguns dos reagentes não consumidos, ao lado dos compostos formados na reação.

34

REAÇÕES QUÍMICAS REALIZADAS EM CONDIÇÕES INDUSTRIAIS

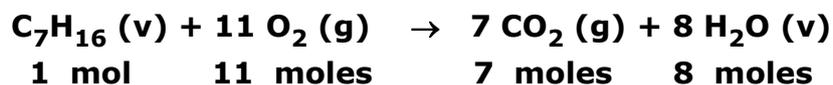
As quantidades máximas dos produtos formados serão determinadas pela quantidade do REAGENTE-LIMITE, que é aquele que não se encontra em excesso relativamente a qualquer outro do processo; este reagente serve como base para o cálculo do excesso dos demais.

35

REAÇÕES QUÍMICAS REALIZADAS EM CONDIÇÕES INDUSTRIAIS

EQUAÇÃO QUÍMICA E ESTEQUIOMETRIA

A equação química dá várias informações qualitativas e quantitativas essenciais para o cálculo das massas dos materiais envolvidos em um processo químico, como por exemplo:



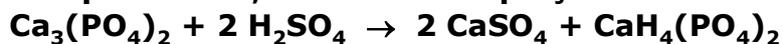
A equação química nos fornece, em termos de moles, as razões entre reagentes e produtos, chamadas razões estequiométricas.

A ESTEQUIOMETRIA lida com as massas dos elementos e compostos que se combinam.

36

REAÇÕES QUÍMICAS REALIZADAS EM CONDIÇÕES INDUSTRIAIS

EXEMPLO: Uma fábrica de fertilizantes produz superfosfato, tratando fosforita, rocha fosfática contendo fosfato de cálcio, com 83% de pureza, pelo ácido sulfúrico concentrado. Num ensaio realizado, foram misturados 500 kg de fosfato com 255,1 kg de solução de ácido sulfúrico, a 98 %, obtendo-se 280 kg de superfosfato, conforme a equação:



Pedem-se:

- a) o reagente-limite;
- b) o cálculo do excesso do outro reagente;
- c) o rendimento (superfosfato em relação ao fosfato de cálcio).