

AGOSTO

D	S	T	Q	Q	S	S	
		13. Dia dos Pais	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12	
13	14	15	16	17	18	19	
20	21	22	23	24	25	26	
27	28	29	30	31			
01 CHEIA	08 MING	16 NOVA	24 CRESC	30 CHEIA			

SETEMBRO

D	S	T	Q	Q	S	S
					1	2
		07. Independência do Brasil				
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
06 MING	14 NOVA	22 CRESC	29 CHEIA			

-  Sem aula
-  Com aula
-  Seminários
-  Prova

OUTUBRO

D	S	T	Q	Q	S	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	12. N. Sra. Aparecida / Dia das Crianças	15. Dia dos Professores		
06 MING	14 NOVA	22 CRESC	28 CHEIA			

NOVEMBRO

D	S	T	Q	Q	S	S	
				1	2	3	4
		02. Finados					
		15. Proclamação da República					
5	6	7	8	9	10	11	
12	13	14	15	16	17	18	
19	20	21	22	23	24	25	
26	27	28	29	30	20. Consciência Negra		
05 MING	13 NOVA	20 CRESC	27 CHEIA				

DEZEMBRO

D	S	T	Q	Q	S	S	
					1	2	
					25. Natal		
3	4	5	6	7	8	9	
10	11	12	13	14	15	16	
17	18	19	20	21	22	23	
24	31	25	26	27	28	29	30
05 MING	12 NOVA	19 CRESC	26 CHEIA				

**S
E
M
I
N
Á
R
I
O
S**

Duração: 25 a 30 min

Pontos		Valor
RESUMO (nome do seminário, nome dos integrantes, resumo entre 300 - 400 palavras)		2,0
Indústria – caso de estudo	Apresentação da indústria química – localização, principais produtos etc	2,0
	Apresentação de fluxogramas de processo e apontar os processos e operações unitárias envolvidas	2,5
	Apresentar possíveis Balanços de massa e energia executados para controle dos processos da indústria química	1,0
	Apresentação dos principais subprodutos e resíduos gerados pela indústria avaliada / discutir sobre medidas para lidar com esses resíduos	2,5
	VALOR TOTAL	10.0

***Os demais alunos deverão entregar uma pergunta em folha para cada seminário!**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO CARLOS



Introdução aos Processos Químicos - 7500089

Definição de processos em batelada, contínuo e semi-contínuo

Profa. Dra. Bianca Chierigato Maniglia

biancamaniglia@usp.br

biancamaniglia@iqsc.usp.br

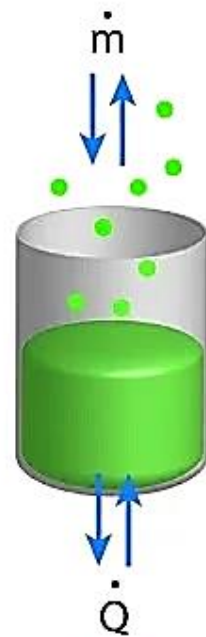
Definições importantes:

IMPORTANTE

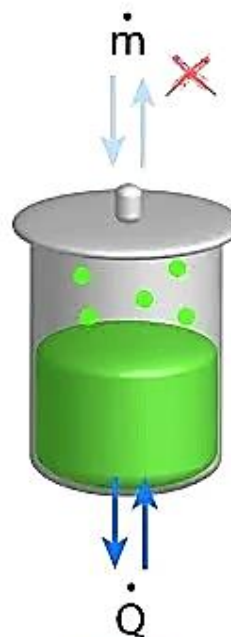
Sistema termodinâmico: qualquer porção do universo selecionada para análise

Unidade de processo ou um conjunto de etapas.

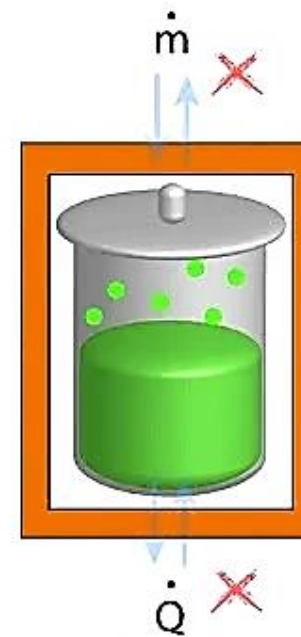
O sistema é delimitado por suas fronteiras, que é uma linha imaginária que o separa de sua vizinhança



Aberto
Transfere calor
Transfere massa



Fechado
Transfere calor
Não transfere massa



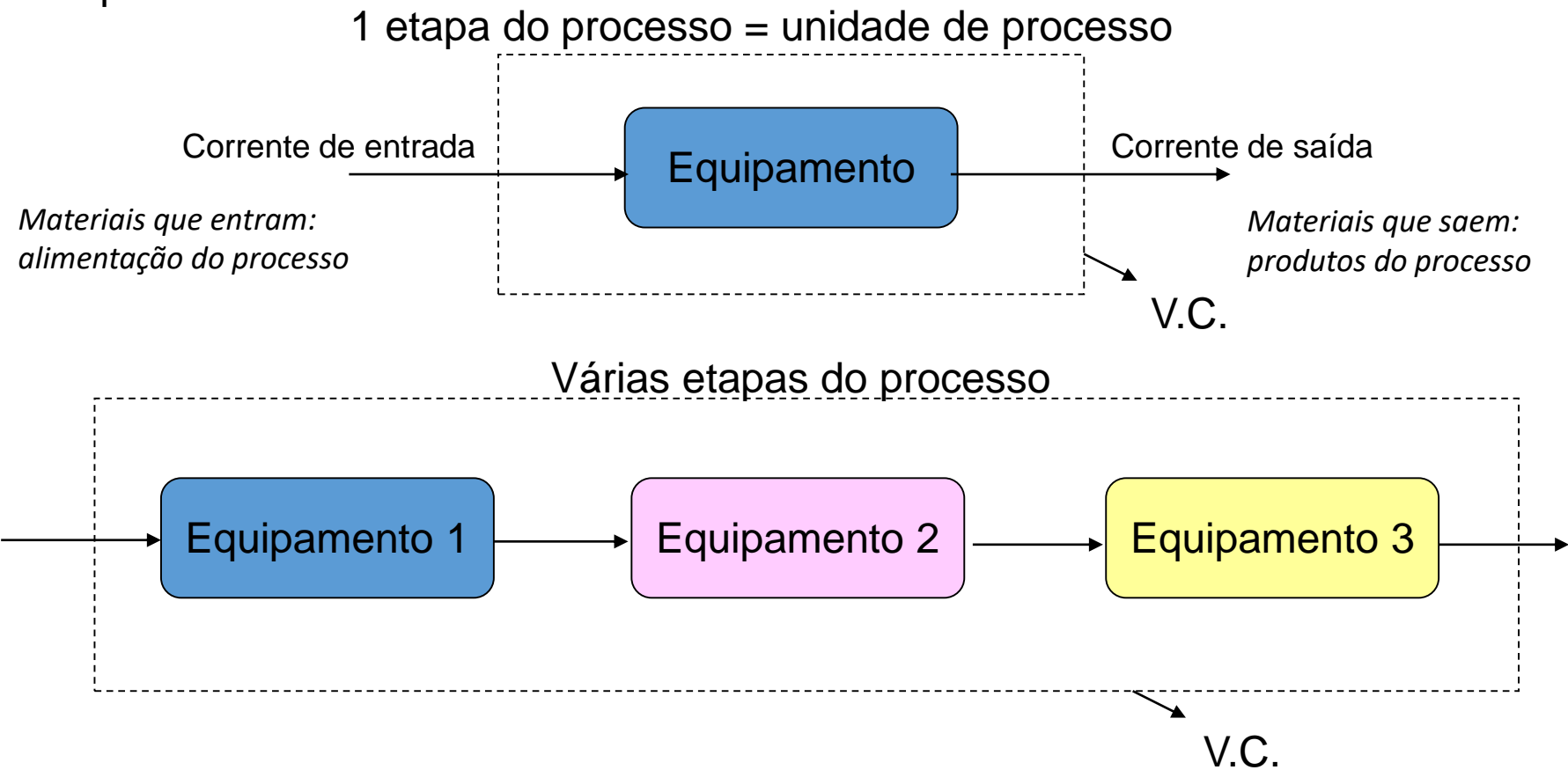
Isolado
Não transfere calor
Não transfere massa

Definições importantes:



Volume de controle: sistema delimitado (escolhido) para se aplicar o balanço de massa.

Exemplos:



Classificação de processos

Regime de operação

Contínuos
"continuous"

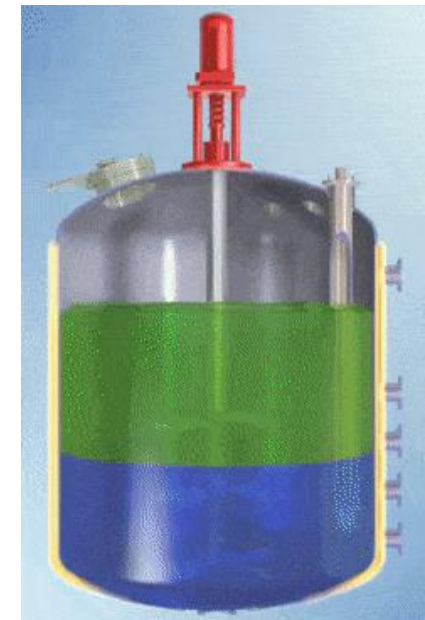
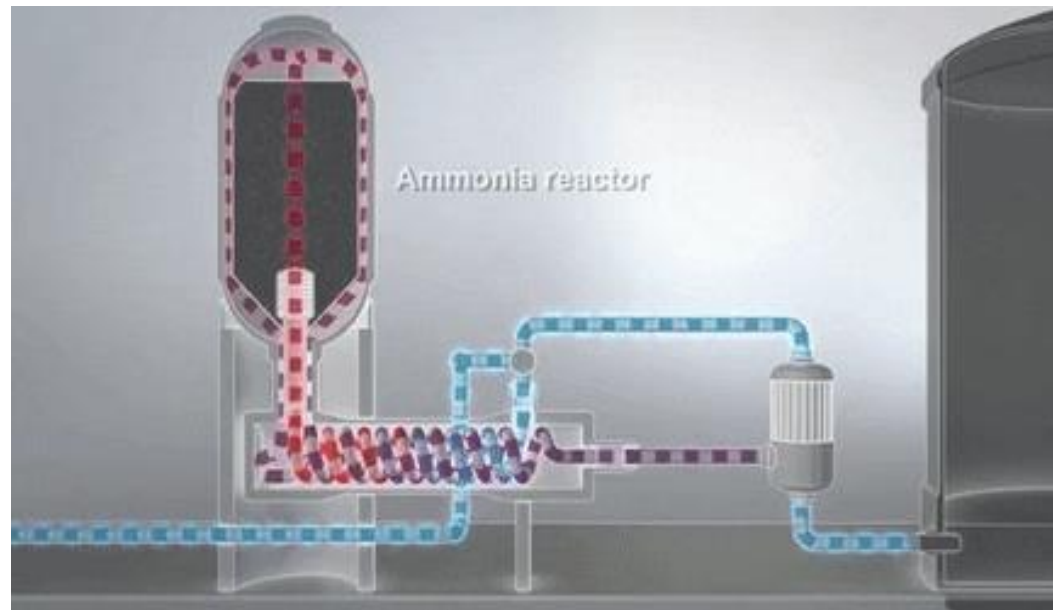
Há alimentação e retirada de produtos continuamente
(contínua passagem de matéria através das fronteiras do sistema)

Descontínuos
Batelada
"batch"

Alimentação introduzida de uma única vez (início) e depois todos os produtos são retirados (final)
(sem passagem de matéria através das fronteiras do sistema)

Semi-contínuos
Semi-batelada
"semi batch"

Entrada instantânea e a saída é contínua (vice-versa)
(contínua passagem de matéria através de uma fronteira do sistema)



Classifique esse processo em relação ao regime de operação

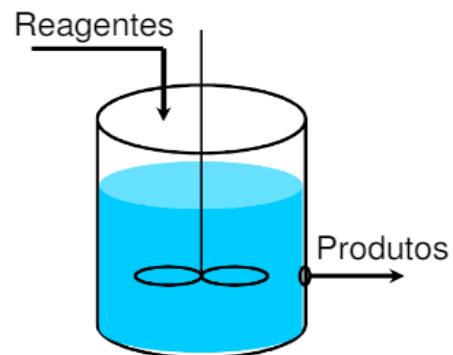
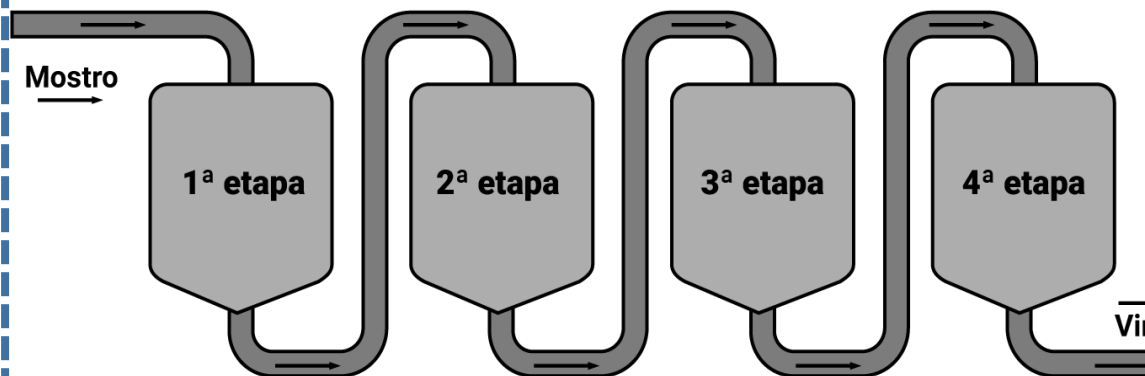


Cozinhar



Água fervendo

Processo contínuo



- Reator homogêneo de escoamento em fase líquida
- Utilizado quando se necessita de agitação intensa

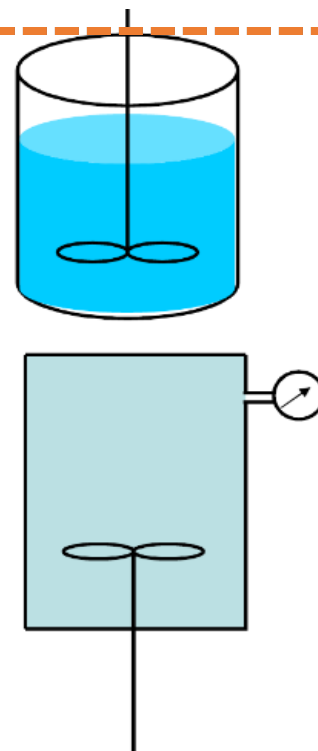
Vantagens

- Pode ser usado isoladamente ou em série
- Controle fácil de temperatura

Desvantagem

- Baixa conversão do reagente por unidade de volume

Processo por batelada



- Operações em pequena escala
- Alimentado na abertura no topo

Vantagem

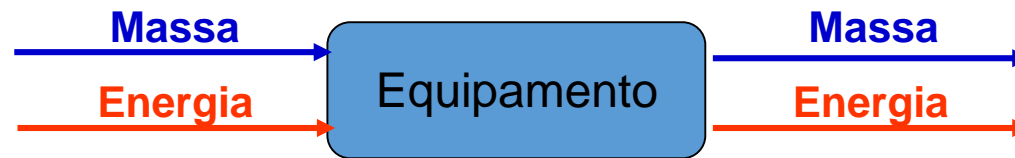
- Altas conversões

Desvantagens

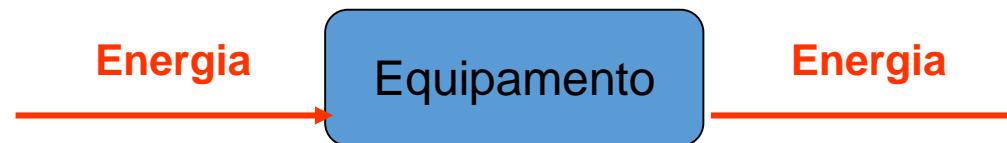
- Alto custo de mão de obra por batelada
- Dificuldade de produção em larga escala

Classificação de processos

Sistema aberto: permite o **fluxo de matéria através da fronteira** do sistema.
Característica de regime permanente (processos contínuos).



Sistema fechado: não há transferência de massa através da fronteira do sistema **no intervalo de tempo de interesse** (a massa é fixa dentro do sistema).
Característica de regime transiente ou batelada (processos descontínuos).



$$\frac{dm}{dt} = 0 \quad \text{Ou massa do sistema} = \text{constante}$$

Classificação de processos

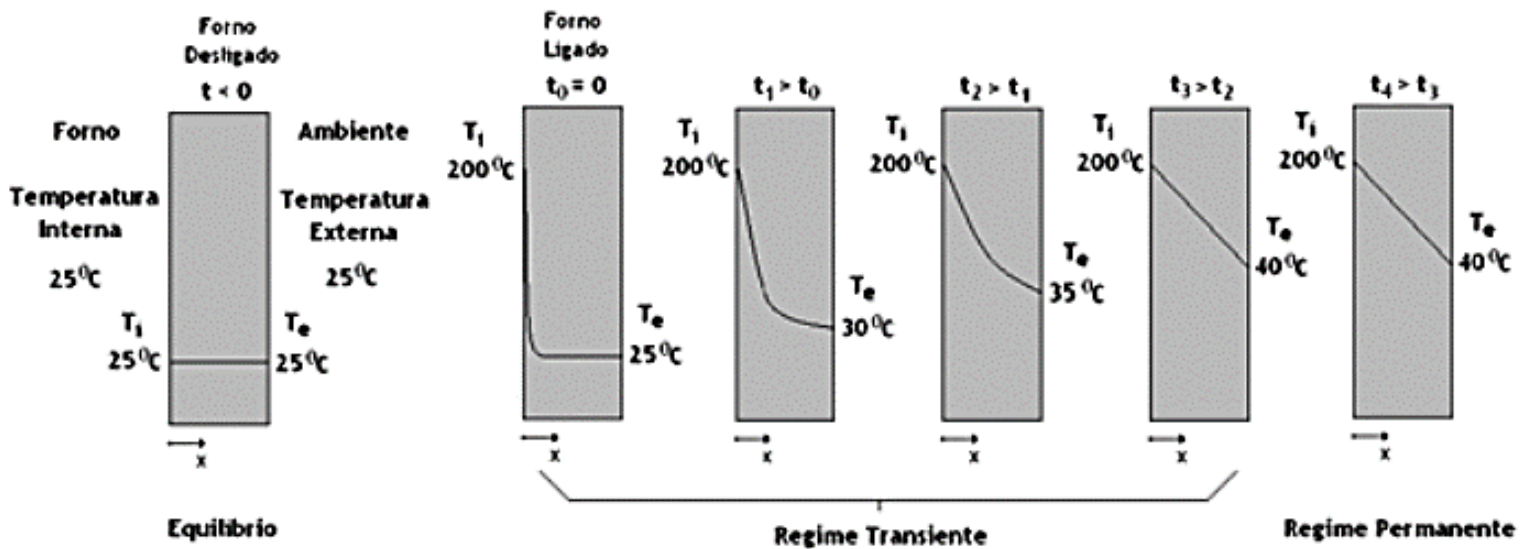
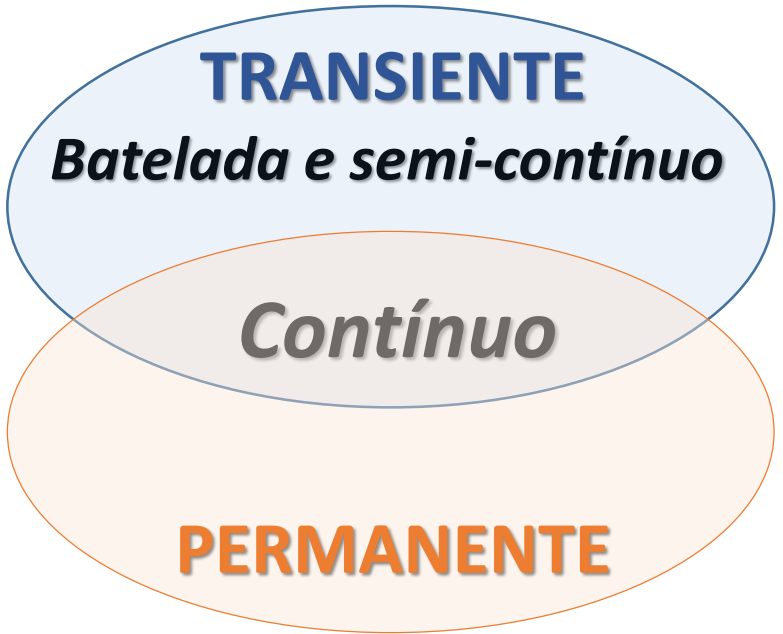
Influência do tempo e posição

- Transiente
Não permanente
Não estacionário
- Permanente
Estacionário
"steady-state"

Propriedades
Volume, Pressão, Temperatura, vazão etc

propriedades **variam com o tempo** em uma posição

propriedades **não variam com o tempo** em qualquer posição



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO CARLOS



Introdução aos Processos Químicos - 7500089

Balanço de MASSA

Profa. Dra. Bianca Chierigato Maniglia

biancamaniglia@usp.br

biancamaniglia@iqsc.usp.br

Lei da conservação das massas



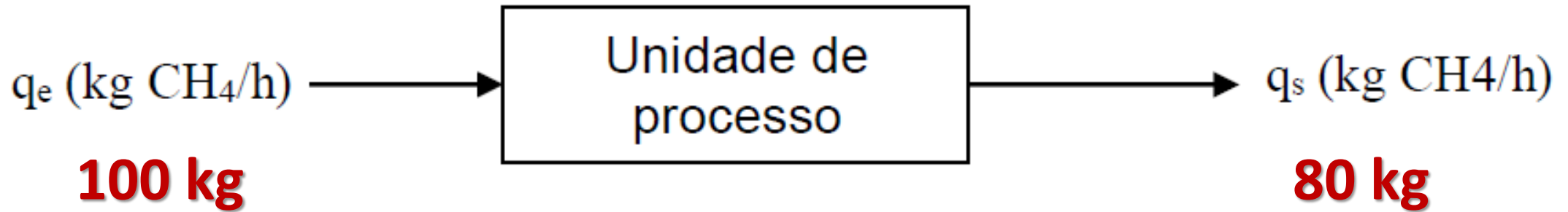
“A massa não pode ser criada nem destruída, porém, pode ser transformada”

Restrição imposta pela natureza

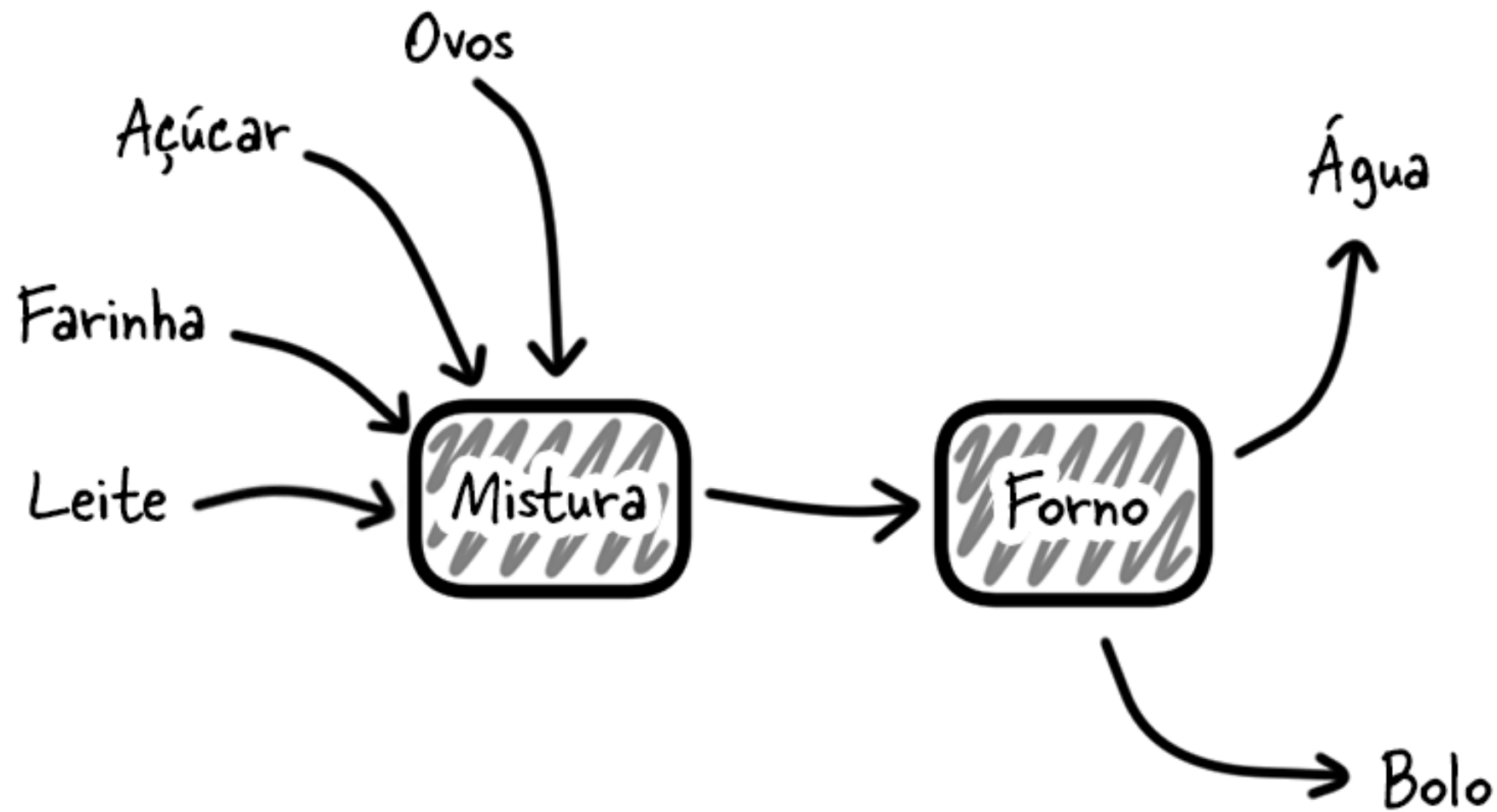
Balances de massa ou de material

- ❑ **Avaliação econômica** e no **controle e melhoria** de processos; ←
- ❑ Permite calcular **rendimentos** obtidos em cada etapa operacional; ←
- ❑ Auxilia o projetista a selecionar **melhores opções**; ←
- ❑ Influencia na tomada de decisão; ←
- ❑ Dimensionamento de equipamentos, mudança de escala; ←
- ❑ Definir cálculos quantitativos em processos de transformação físicos e químicos da matéria aplicando-se a lei da conservação da massa. ←

“Quanto entra, quanto sai, quanto é gerado, acumulado ou consumido”



1. Está vazando metano através do equipamento.
2. O metano está sendo consumido como reagente ou gerado como produto.
3. O metano está acumulando na unidade, talvez adsorvido nas paredes.
4. As medidas estão erradas.

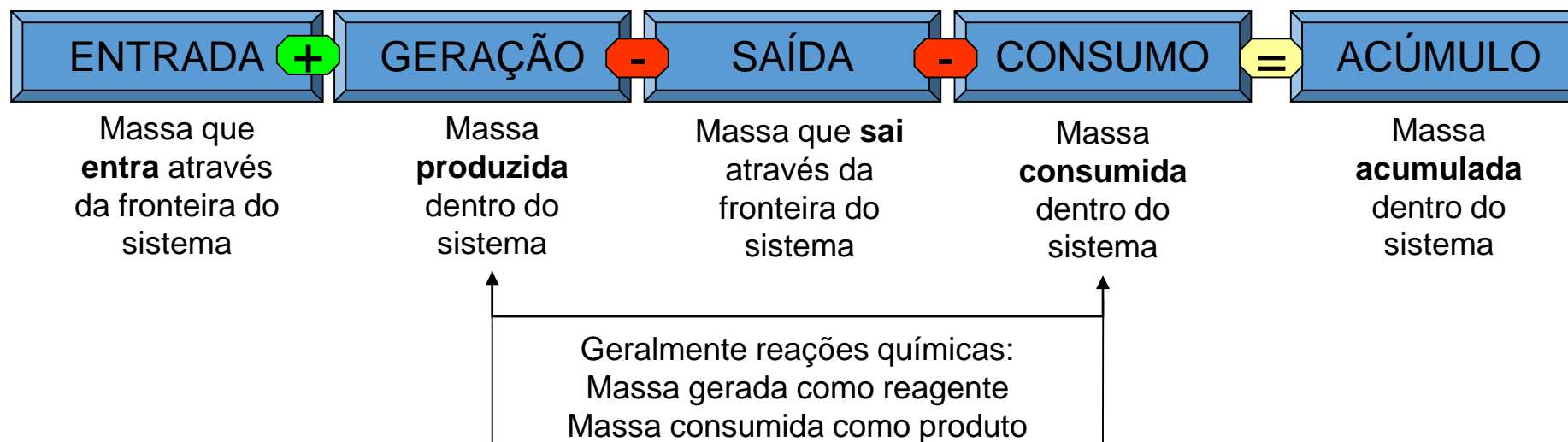


Leite + Farinha + Açúcar + Ovos = Bolo + Água

Equação geral do balanço de massa ou de material:

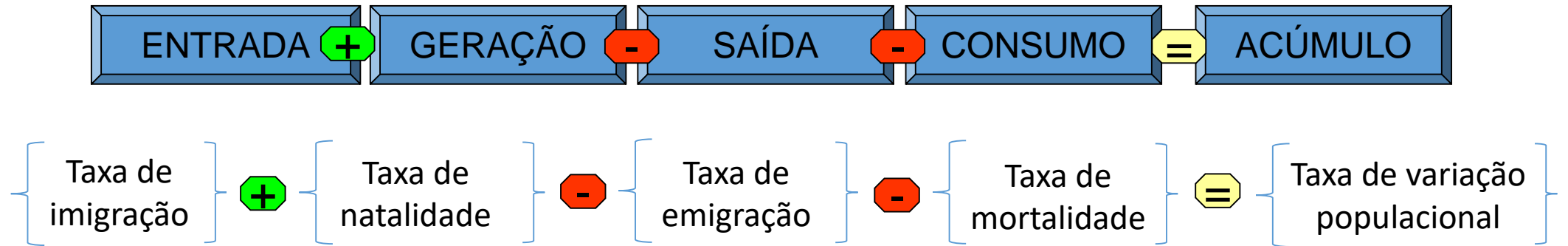


$$\{\text{Contribuições positivas}\} - \{\text{Contribuições negativas}\} = \{\text{Variação}\}$$



Exemplo da equação geral do balanço:

A cada ano, **50000** pessoas se mudam para uma cidade, **75000** pessoas abandonam a cidade, **22000** pessoas nascem e **19000** morrem. Escreva um balanço da população **P** desta cidade:



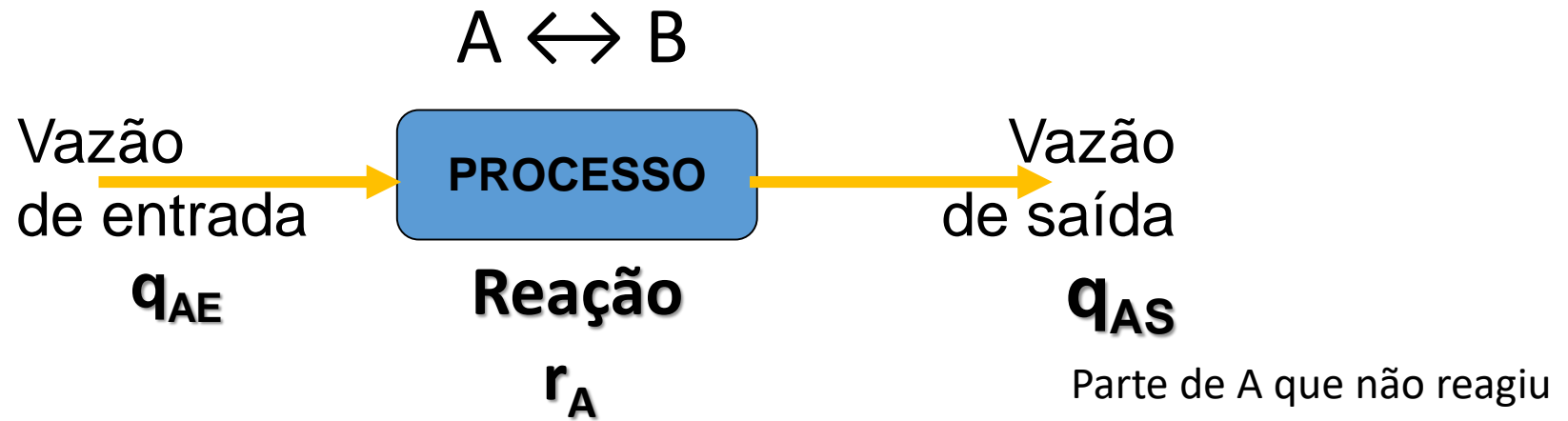
Termos da equação do balanço:

Entrada = **50000** P/ano
Geração = **22000** P/ano
Consumo = **19000** P/ano
Saída = **75000** P/ano
Acúmulo = **???** P/ano

Acúmulo = entrada + geração – saída – consumo

$$\text{Acúmulo} = 50000 + 22000 - 75000 - 19000$$

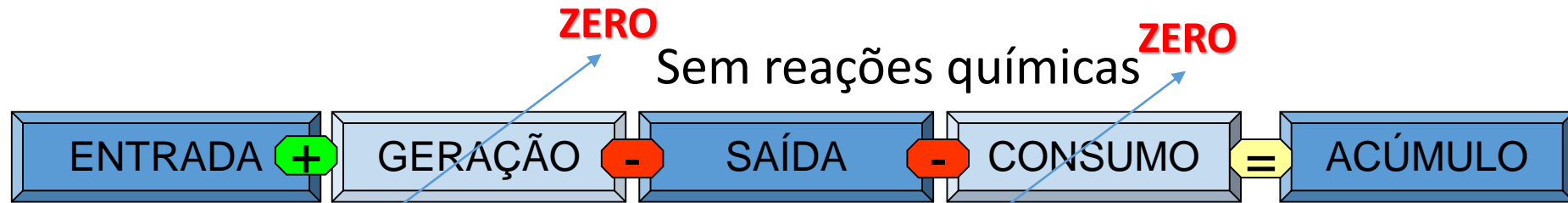
Acúmulo = - 22000 P/ ano, ou seja, a cada ano, a população da cidade diminui em 22000 habitantes (decréscimo)



$$q_{AE} - r_A - q_{AS} = \frac{dm_A}{dt}$$

↓ Consumo de A
 ↓ Acúmulo de A

PROCESSOS CONTÍNUOS



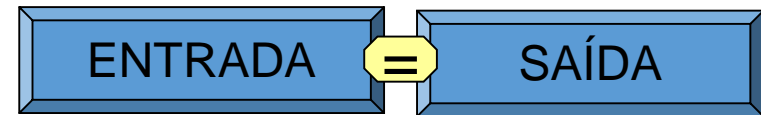
Estado não permanente
Estado estacionário



$$q_{AE} - q_{As} = \frac{d_{mA}}{d_t}$$

(kg/s)

Estado permanente
Não acumula massa



$$q_{AE} - q_{As} = \frac{d_{mA}}{d_t}$$

$$q_{AE} = q_{As}$$

PROCESSOS EM BATELADA



$$q_{AE} - q_{As} = \frac{d_{mA}}{d_t}$$

$$q_{AE} = q_{As} = 0$$

Não há passagem de material pelas fronteiras

$$0 = \frac{d_{mA}}{d_t}$$

TRANSIENTE
propriedades variam com o tempo em
uma posição

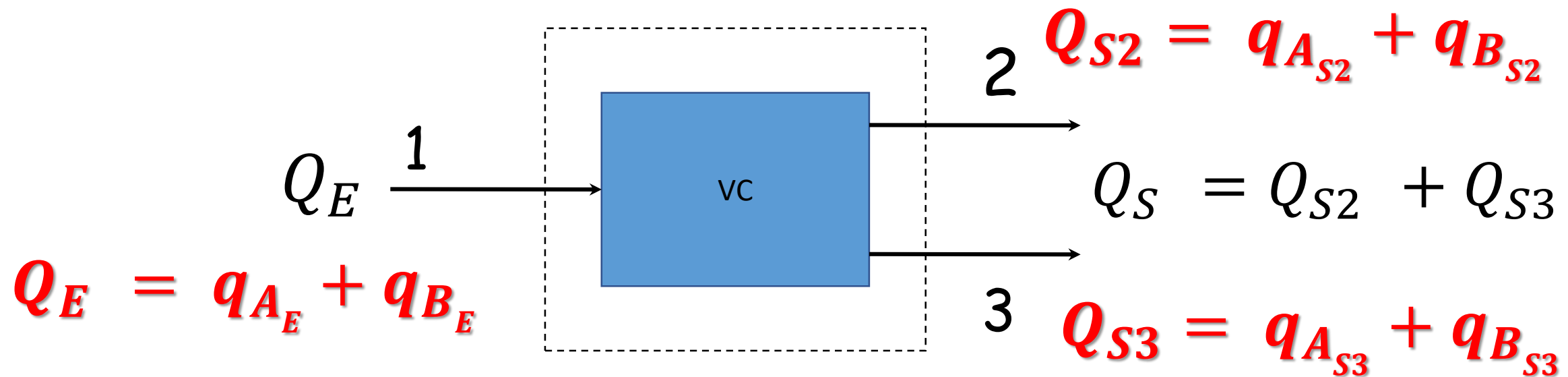
Balço de massa aplicado a componentes

Lei da conservaço da massa

Válida tanto para a corrente total (massa da mistura de componentes) como para as correntes dos diversos componentes.

MISTURA BINÁRIA : componentes (A) e (B)

(1) uma corrente de entrada, (2) e (3) correntes de saída



Balanoço de massa aplicado a componentes

PROCESSOS EM BATELADA

Sem reação QUÍMICA



$$q_{A_E} = q_{A_S} = 0$$

$$\frac{d_{mA}}{d_t} = 0$$

Reação QUÍMICA



$$q_{AE} \pm r_A - q_{As} = \frac{d_{mA}}{d_t}$$

$$q_{A_E} = q_{A_S} = 0$$

$$\pm r_A = \frac{d_{mA}}{d_t}$$

Balanco de massa aplicado a componentes PROCESSOS CONTÍNUOS (com reação química)



TRANSIENTE

Acúmulo de massa

$$q_{AE} + r_A - q_{As} = \frac{dm_A}{dt}$$

Variação com tempo

PERMANENTE

Sem acúmulo de massa

$$q_{AE} + r_A - q_{As} = 0$$

Sem variação com tempo

Reação $- r_A$ Consumo
 $+ r_A$ Produzido

Balço de massa aplicado a componentes

PROCESSOS CONTÍNUOS (sem reação química)



TRANSIENTE

$$q_{AE} - q_{As} = \frac{d_{mA}}{d_t}$$

PERMANENTE

$$q_{AE} = q_{As}$$

MÁSSICA
(kg/s)

$$q_{AE} - q_{As} = \frac{dm_A}{dt}$$

massa

OU

$$q_{mAE} - q_{mAs} = \frac{dm_A}{dt}$$

massa

VOLUMÉTRICA
(L/s)

$$q_{AE} - q_{As} = \frac{dV_A}{dt}$$

volume

OU

$$\rho \cdot q_{VAE} - \rho \cdot q_{VAS} = \rho \cdot \frac{dV_A}{dt}$$

volume

Se a ρ não se alterar
POSSO CORTAR

BATELADA

Sem reação
QUÍMICA

$$q_{A_E} = q_{A_S} = 0$$

$$\frac{d_{mA}}{d_t} = 0$$

Com reação
QUÍMICA

$$q_{AE} \pm r_A - q_{AS} = \frac{d_{mA}}{d_t}$$

$$q_{A_E} = q_{A_S} = 0$$

$$\pm r_A = \frac{d_{mA}}{d_t}$$

RESUMO DAS CONDIÇÕES

CONTÍNUO

Sem reação
QUÍMICA

Reação
QUÍMICA

TRANSIENTE

$$q_{AE} - q_{AS} = \frac{d_{mA}}{d_t}$$

$$q_{AE} + r_A - q_{AS} = \frac{d_{mA}}{d_t}$$

PERMANENTE

$$q_{AE} = q_{AS}$$

$$q_{AE} + r_A - q_{AS} = 0$$

PASSO A PASSO

1. **Colete todos os dados conhecidos de massa e composição de todas as correntes de entrada e saída do problema;**
2. **Desenhe um diagrama de blocos, indicando o processo com entradas e saídas identificadas. Desenhe as fronteiras;**
3. **Escreva todos os dados disponíveis no diagrama de blocos;**
4. **Selecione uma base de cálculo conveniente (100 kg; 100 kg/h; 100 mol/h; etc.);**
5. **Escreva o balanço material de acordo com a base de cálculo. Para cada variável é necessário um balanço;**
6. **Resolva as equações para determinar as variáveis desconhecidas.**

Exercício II.5) 1000 kg/h de uma mistura de benzeno e tolueno que contém 50% de benzeno em massa são separados por destilação em duas frações. A vazão mássica do benzeno na corrente de saída do topo é 450 kgB/h e para o tolueno na corrente de saída do fundo é 475 kgT/h. A operação se desenvolve em regime permanente. Escreva os balanços para o benzeno e o tolueno para calcular as vazões não conhecidas nas correntes de saída.

Exercício II.10) O fluxograma de um processo de destilação contínuo em estado estacionário é mostrado abaixo. Cada corrente contém dois componentes – chamados de A e B, em diferentes proporções. Calcule as vazões e composições das correntes 1, 2 e 3.

