Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Engenharia Ambiental – 1º semestre - 2019

PQI 3221:
CINÉTICA QUÍMICA E PROCESSOS AMBIENTAIS

Aula 02

CONCEITOS INTRODUTÓRIOS

CONCEITOS PRELIMINARES: CONCENTRAÇÃO

O termo CONCENTRAÇÃO define a quantidade de certa substância (denominada soluto) em certa quantidade de material a qual será expressa em base volumétrica. O volume total da solução compreende o conjunto das espécies envolvidas (solutos + solvente)

A quantidade de soluto pode ser expressa em massa, volume ou quantidade de matéria. Consequentemente, é possível falar em três tipos de concentração:

Concentração em Massa: $\gamma_i = \frac{m_i}{V_{mistura}}$

Concentração em Volume: $\sigma_i = \frac{V_i}{V_{mistura}}$

A Concentração em Volume é chamada nesse caso de FRAÇÃO VOLUMÉTRICA

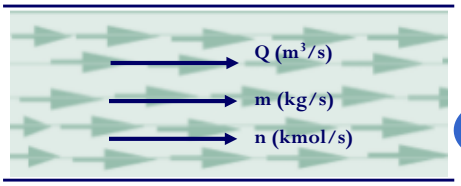
Concentração em Quantidade de Matéria: $c_i = \frac{N_i}{V_{mistura}}$

CONCEITOS PRELIMINARES: VAZÃO vs. FLUXO

Chama-se de VAZÃO à quantidade de uma substância transportada ou escoada por unidade de tempo, via tubulação ou outra via/forma de distribuição.

As vazões podem, em geral, ser de três procedências a partir das propriedades da matéria: MÁSSICA, VOLUMÉTRICA, de QUANTIDADE DE MATÉRIA (= MOLAR)

Unidade no SI: kg/s



Essas vazões não são independentes. Ao contrário, estão sempre relacionadas entre si por propriedade a matéria tais como:
- Massa específica: ρ (kg/m³)
- massa molar: M (kg/kmol)
- volume molar: V_m (m³/kmol)

CONCEITOS PRELIMINARES: VAZÃO vs. FLUXO

Por outro lado, dá-se o nome de FLUXO à quantidade de uma substância que é transportada, ou escoada, por unidade de área, na direção perpendicular (ou seja, área transversal) a este mesmo escoamento.

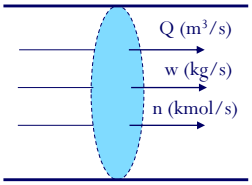
Os fluxos podem ser MÁSSICA, VOLUMÉTRICA, de QUANTIDADE DE MATÉRIA (ou MOLAR).

Assim:

$$\text{Fluxo Volumétrico} = \frac{\text{vazão volumétrica}}{\text{área transversal}} = \frac{Q\ (m^3/s)}{A\ (m^2)} = U\ m/s$$

$$\text{Fluxo Mássico} = \frac{\text{vazão mássica}}{\text{área transversal}} = \frac{w\ (kg/s)}{A\ (m^2)} = G\ kg/(m^2.s)$$

$$\text{Fluxo Molar} = \frac{\text{vazão molar}}{\text{área transversal}} = \frac{N\ (kmol/s)}{A\ (m^2)} = G_m\ kmol/(m^2.s)$$



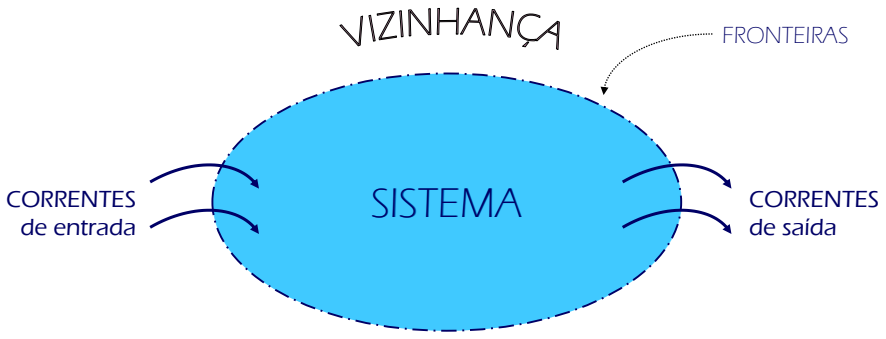
SISTEMA, VIZINHANÇA, FRONTEIRAS E CORRENTES

O termo SISTEMA pode ser entendido como a porção do espaço na qual se dá o fenômeno em estudo. Portanto, denomina-se VIZINHANÇA a quaisquer outras partes do universo que não correspondam ao sistema. O sistema é separado da vizinhança por limites físicos ou **virtuais,** conhecidos como FRONTEIRAS.

Em um BALANÇO MATERIAL são denominadas CORRENTES, às quantidades (que em geral, são descritas em termos de **vazões**) de MATÉRIA que circulam entre o sistema e a vizinhança.

A classificação do sentido das correntes (entrada ou saída) é feita tendo em conta o sistema como referência.

SISTEMA, VIZINHANÇA, FRONTEIRAS E CORRENTES



CATEGORIAS DE PROCESSOS

Quanto ao **regime de operação**, os processos podem ser subdivididos, sempre de forma ampla e genérica, em três categorias:

1) Processo em Batelada;

2) Processo Contínuo;

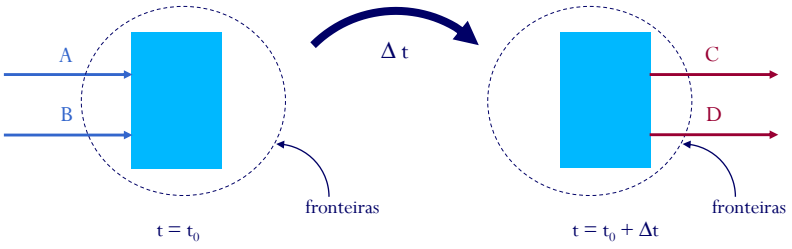
3) Processo Semi batelada.

CATEGORIAS DE PROCESSOS

Processo em Batelada:

No caso do PROCESSO BATELADA, (também chamado de PROCESSO BATCH, ou DESCONTÍNUO), a alimentação ao equipamento ou unidade em que se dá o fenômeno em estudo (misturador, destilador, absorvedor, adsorvedor, reator, etc., ou seja, o SISTEMA) ocorre no início do processo. Feita a carga a alimentação cessa e as transformações se iniciam sem que hajam intervenções externas.

O conteúdo do equipamento será removido de seu interior apenas após haver transcorrido um período de tempo definido. Desta forma, **não** há circulação de correntes de massa através das fronteiras do sistema entre a carga e a descarga deste equipamento (ou unidade).



CATEGORIAS DE PROCESSOS

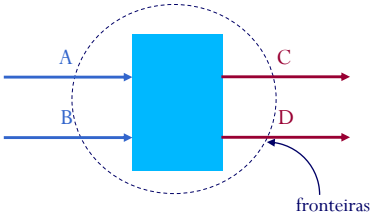
Processo em Batelada:

CATEGORIAS DE PROCESSOS

Processo Contínuo:

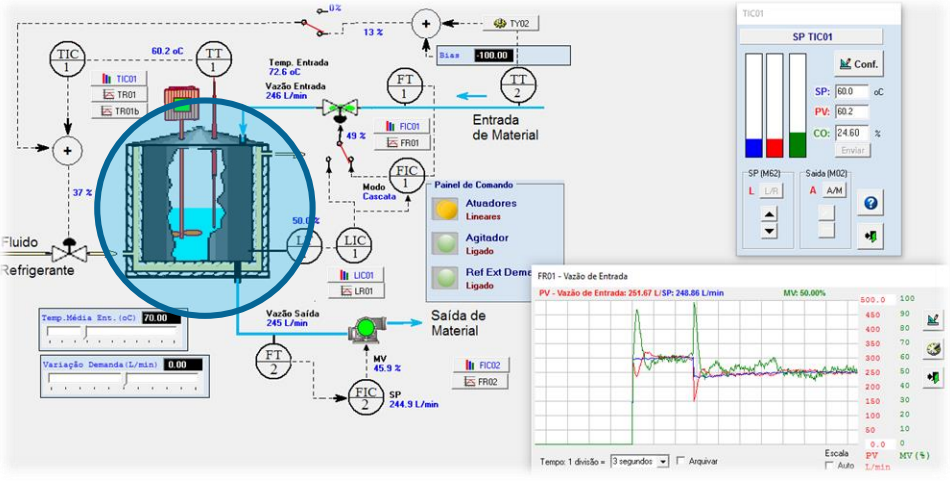
A principal característica dos PROCESSOS CONTÍNUOS consiste de haver circulação continuadamente de matéria através do reator enquanto o fenômeno em estudo se desenvolve.

Assim sendo, enquanto o processo ocorre, ENTRADAS e SAÍDAS de matéria, na forma de correntes materiais e energéticas circulam do, e para as vizinhas do sistema.



CATEGORIAS DE PROCESSOS

Processo Contínuo:

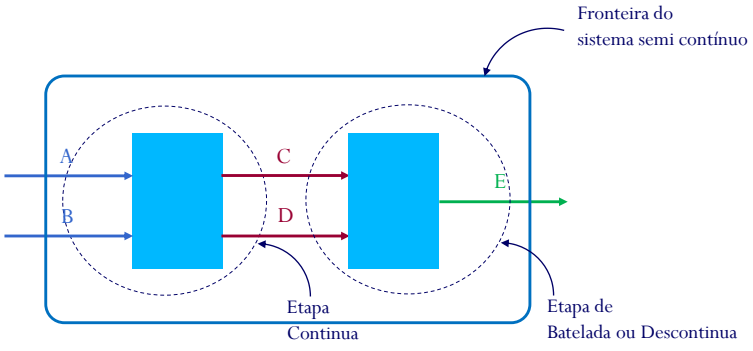


CATEGORIAS DE PROCESSOS

Processo Semi-Contínuo:

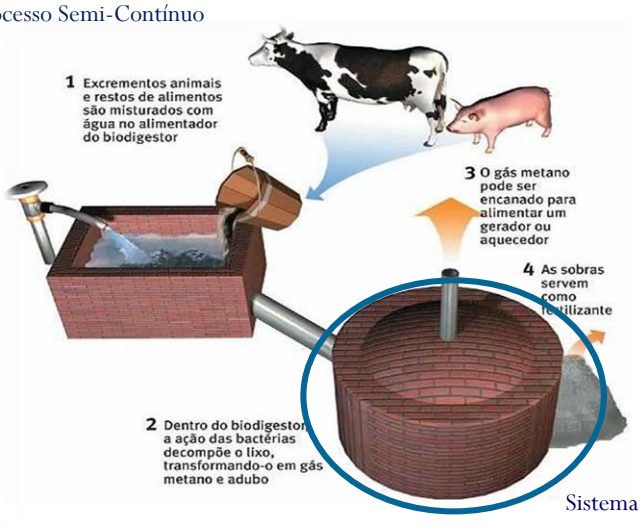
Os processos ditos SEMI CONTÍNUOS não se enquadram rigorosamente em qualquer umas das categorias anteriores, mas sim, compreendem uma associação em série de ambas as possibilidades.

Nos processos que operam em regime semi-contínuo a entrada de material é praticamente instantânea e a saída é contínua, ou **vice-versa**. Dessa forma ocorre passagem contínua de matéria através da fronteira do processo



CATEGORIAS DE PROCESSOS

Processo Semi-Contínuo



EQUAÇÃO GERAL DE BALANÇO

Um balanço constituído para qualquer QUANTIDADE CONSERVADA (tal como massa, quantidade de matéria, massa específica de certa espécie química, energia, momento, entre outros, em um dado sistema), o qual pode corresponder a um processo simples, uma coleção de unidades interligadas ou mesmo, uma planta inteira, será descrito como:

$$[A] = [E] - [S] + [G] - [C]$$

Onde:

[A]: ACÚMULO – variação quantidade conservada;
[E]: ENTRADA – quantidade de matéria que entra pela fronteira do sistema;
[S]: SAÍDA – quantidade de matéria que saem pela fronteira do sistema;
[G]: GERAÇÃO – matéria produzida no sistema por transformação de reagentes;
[C]: CONSUMO – matéria consumida no sistema para a geração de produtos;