

## 4 EQUACIONAMENTO

### 4.1.1 Adimensionalização das equações

Seja a definição de cada variável como um adimensional:

$$N = N_A * N_S \quad (5)$$

Onde N é a representação de cada variável,  $N_A$  é a variável adimensional e  $N_S$  é a constante de adimensionalização. Seguindo esse padrão, podemos fazer a substituição de cada uma das variáveis de interesse nas respectivas equações (X, P, S, V e t).

#### 4.1.1.1 Reações

- Células

$$r_X = \frac{dX}{dt} = \frac{\mu_{max} S}{K_S + S} X \left( 1 - \frac{X}{X_M} \right)^f \left( 1 - \frac{P}{P_M} \right)^h \quad (6)$$

$$\frac{X_S}{t_S} r_{X_A} = \frac{X_S}{t_S} \frac{dX_A}{dt_A} = \frac{\mu_{max} S_A S_S}{K_S + S_A S_S} X \left( 1 - \frac{X_A X_S}{X_M} \right)^f \left( 1 - \frac{P_A P_S}{P_M} \right)^h \quad (7)$$

- Produto

$$r_P = \frac{dP}{dt} = \alpha \frac{dX}{dt} + \beta X \quad (8)$$

$$\frac{P_S}{t_S} r_{P_A} = \frac{P_S}{t_S} \frac{dP_A}{dt_A} = \alpha \frac{X_S}{t_S} \frac{dX_A}{dt_A} + \beta X_A X_S \quad (9)$$

- Substrato

$$r_s = \frac{dS}{dt} = \frac{-1}{Y_{PS}} \frac{dP}{dt} - m_s X \quad (10)$$

$$\frac{S_s}{t_s} r_{s_A} = \frac{S_s}{t_s} \frac{dS_A}{dt_A} = \frac{-1}{Y_{PS}} \frac{P_s}{t_s} \frac{dP_A}{dt_A} - m_s X_A X_s \quad (11)$$

#### 4.1.1.2 Balanço de massa e de volume

Para a concentração de cada substância ou célula N, podemos realizar o balanço de entrada e de saída:

$$\frac{dN_A}{dt_A} = r_{N_A} + f_{in} N_{in} - f_{out} N_A N_s \quad (12)$$

Onde  $f_{in}$  é a vazão volumétrica de entrada,  $N_{in}$  é a concentração de N na corrente de entrada do reator,  $f_{out}$  é a vazão volumétrica na saída do reator e  $N_A$  e  $N_s$  são respectivamente a concentração adimensional no interior do reator e a constante de adimensionalidade.

O balanço de volume é dado por:

$$\frac{dV}{dt} = f_{in} - f_{out} \quad (13)$$

E pode ser adimensionalizado seguindo o mesmo padrão anterior:

$$\frac{V_s}{t_s} \frac{dV_A}{dt_A} = f_{in} - f_{out} \quad (14)$$

#### 4.1.2 Definição das constantes

As constantes foram definidas conforme a tabela:

Tabela 1 - Valores de referência para constantes de adimensionalidade

<b>Constante</b>	<b>Valor Referência</b>
$X_A$	$X_m$
$P_A$	$P_m$
$S_A$	$S_o$
$V_A$	$V_{reator}$
$t_A$	Tempo do experimento

Fonte: Autor (2023)

a