

## ANEXO IV

### EQUAÇÕES REFERENTES AOS DADOS DE SAÍDA DAS BOMBAS DE INFUSÃO (ABNT, 1999).

O Anexo IV apresenta as equações segundo a norma NBR IEC 60601-2-24 para que se possam calcular os dados exigidos nos procedimentos de ensaio quantitativos das bombas de infusão.

**a) As equações de (1) a (6) são referentes aos ensaios de bombas volumétricas e de seringa.**

**Equação 1: Calcular a vazão real  $Q_i$ .**

$$Q_i = \frac{60(W_i - W_{j-1})}{Sd} (ml / h) \quad (1)$$

$i = 1, 2, \dots, T_0 / S$

Onde:

$W_i$  é a  $i$ -ésima amostra de massa do período de análise  $T_0(g)$  (corrigida em função das perdas por evaporação);

$T_0$  = período de análise (min), (duas primeiras horas do período de ensaio);

$S$  = O intervalo de amostragem (min);

$d$  = densidade da água (0,998 g/ml a 20°C).

**Equação 2, para se calcular o máximo de  $m$  janelas, dentro de um período**

$$m = \frac{(T_x - P)}{S} + 1 \quad (2)$$

$T_x$ .

Onde:

$m$  = o número máximo de janela de observação

P= é a duração da janela de observação

S= é o intervalo da amostragem (min)

T<sub>x</sub>= o período de análise (min)

Os valores de p para cada tipo de bomba de infusão são:

Bombas de infusão volumétrica : P = 2, 5, 11, 19 e 31 min.

Bombas de seringa: P = 2, 5, 11, 19 e 31 min.

Bombas de infusão ambulatorial do tipo I : P: 15, 60, 150, 330, 570 e 930 min.

Bombas de infusão ambulatorial do tipo II : P: S, 2S,5S, 11S, 19S e 31S.

**Equações 3 e 4: São usadas para obter a variação percentual dentro da janela de observação de período P (min).**

$$E_p(máx) = M \sum_{j=1}^m \bar{A} X \left[ \frac{S}{P} \times \sum_{i=j}^{j+\frac{P}{S}-1} 100 \times \left( \frac{Q_i - r}{r} \right) \right] (\%) \quad (3)$$

$$E_p(mín) = M \sum_{j=1}^m \bar{I} N \left[ \frac{S}{P} \times \sum_{i=j}^{j+\frac{P}{S}-1} 100 \times \left( \frac{Q_i - r}{r} \right) \right] (\%) \quad (4)$$

Onde:

$$Q_i = \frac{60(W_i - W_{i-1})}{Sd} (ml/h);$$

W<sub>i</sub> é a i-ésima amostra de massa no período de análise T<sub>x</sub> (g) (corrigida em função das perdas por evaporação);

r= a vazão (ml/h);

S= o período de amostragem (min);

P= período da janela de observação (min);

d= a densidade da água (0,998 g/ml a 20°);

**Equação 5: Usada para obter A., erro percentual médio geral da vazão, sobre o período de análise  $T_1$ .**

$$A = \frac{100(Q - r)}{r} (\%) \quad (5)$$

Onde:

$$Q = \frac{60(W_j - W_k)}{T_1 d} (ml/h)$$

$r$  é a vazão (ml/h);

$W_j$  é a amostra de massa no fim do período de análise  $T_1(g)$  ( $j=240$ );

$W_k$  é a amostra de massa no início do período de análise  $T_1(g)$  ( $k=120$ );

$T_1$  é o período de análise (min)

$d$  é densidade da água (0,998 g/ml a 20°C)

**Equação 6: Usada para obter B, erro percentual médio geral da vazão, sobre o período de análise  $T_2$ .**

$$B = \frac{100(Q - r)}{r} (\%) \quad (6)$$

Onde:

$$Q = \frac{60(W_j - W_k)}{T_2 d} (ml/h)$$

$r$  é a vazão (ml/h);

$W_j$  é a amostra de massa no fim do período de análise  $T_2(g)$ ; (corrigida em função das perdas por evaporação);

$W_k$  é a amostra de massa no início do período de análise  $T_2(g)$ ; (corrigida em função das perdas por evaporação)

$T_2$  é o período de análise (min)

$d$  é a densidade da água (0,998 g/ml a 20°C)

**b) As equações de (7) a (10) são referente à bomba ambulatorial do Tipo 1**

Equação 7: Calcular a vazão real  $Q_i$ .

$$Q_i = \frac{60(W_{2i} - W_{2(j-1)})}{2Sd} (ml/h) \quad (7)$$

$i = 1, 2, \dots, T_0/2S$ ;

Onde:

$W_i$  é a  $i$ -ésima amostra de massa do período de estabilização  $T_1$  (mg), corrigida em função das perdas por evaporação;

$T_1$  é período de estabilização (min) ( $\approx 24$  h)

$S$  é o intervalo de amostragem em min (15 min);

$d$  é densidade do líquido de ensaio a 20°C.

**Equações 8 e 9: São usadas para obter a variação percentual dentro da janela de observação de período  $P$  (min).**

$$E_p(máx) = M \sum_{j=1}^m \dot{A} X \left[ \frac{S}{P} \times \sum_{i=j}^{j+\frac{P}{S}-1} 100 \times \left( \frac{Q_i - r}{r} \right) \right] (\%) \quad (8)$$

$$E_p(mín) = M \sum_{j=1}^m \dot{I} N \left[ \frac{S}{P} \times \sum_{i=j}^{j+\frac{P}{S}-1} 100 \times \left( \frac{Q_i - r}{r} \right) \right] (\%) \quad (9)$$

Onde :

$$Q_i = \frac{60(W_i - W_{i-1})}{Sd} (ml/h)$$

$W_i$  é a  $i$ -ésima amostra de massa no período de análise  $T_2$  (mg), corrigida em função das perdas por evaporação;

$r$  é a vazão ( $\mu$ l/h);

$S$  é o período de amostragem (min);

P é duração da janela de observação (min);

D é a densidade do líquido de ensaio na temperatura de ensaio.

**Equação 10: Usada para obter A, erro percentual médio geral da vazão, onde A é medido sobre o período de análise  $T_2$  (Segunda hora do período de ensaio).**

$$A = \frac{100(Q - r)}{r} (\%) \quad 10$$

Onde:

$$Q = \frac{60(W_j - W_K)}{T_2 d} (\text{ml} / \text{h})$$

r é a vazão ( $\mu\text{l} / \text{h}$ );

$W_i$  é a amostra de massa no fim do período de análise  $T_2$ (mg);

$W_K$  é a amostra de massa no início do período de análise  $T_2$ (mg);

$T_2$  é o período de análise (min)

d é densidade do líquido de ensaio na temperatura de ensaio (g/ml)

**c) As equações de (11) a (14) são referentes aos ensaios de bombas de infusão ambulatorial do tipo II.**

**Equação 11: Para calcular a vazão real  $Q_i$ .**

$$Q_i = \frac{60(W_{ni} - W_{n(i-1)})}{ndS} (\text{ml} / \text{h}) \quad (11)$$

Onde:

$i = 1, 2, \dots, T_1/n S$ ;

$W_i$  é a i-ésima amostra de massa no período de estabilização  $T_1$  (mg), corrigida em função das perdas por evaporação;

$T_1$  é o período de estabilização (min) ( $\approx 24 \text{ h}$ );

S é o intervalo de amostragem (min) = (k/min)

n é a constante inteira ( $nS \approx 30\text{min}$ );

d é a densidade do líquido de ensaio na temperatura de ensaio (g/ml).

**Equações 12 e 13: São usadas para obter a variação percentual dentro da janela de observação de período P (min).**

$$E_p(mín) = M \sum_{j=1}^m \dot{I} N \left[ \frac{S}{P} \times \sum_{i=j}^{j+\frac{P}{S}-1} 100 \times \left( \frac{Q_i - r}{r} \right) \right] (\%) \quad (12)$$

$$E_p(máx) = M \sum_{j=1}^m \dot{A} X \left[ \frac{S}{P} \times \sum_{i=j}^{j+\frac{P}{S}-1} 100 \times \left( \frac{Q_i - r}{r} \right) \right] (\%) \quad (13)$$

Onde :

$$Q_i = \frac{60(W_i - W_{i-1})}{Sd} (\text{ml} / h)$$

$W_i$  é a i-ésima amostra de massa no período de análise  $T_2$  (mg), corrigida em função das perdas por evaporação;

r é a vazão ( $\mu\text{l}/h$ )

S é o período de amostragem (min)

P é duração da janela de observação (min)

d é a densidade do líquido de ensaio na temperatura de ensaio

**Equação 14: Para calcular A, erro percentual médio geral da vazão, onde A é medido sobre o período de análise  $T_2$  (Segunda hora do período de ensaio).**

$$A = \frac{100(Q - r)}{r} (\%) \quad (14)$$

Onde:

$$Q = \frac{60(W_j - W_K)}{T_2 d} (\text{ml} / h)$$

r é a vazão ( $\mu\text{l} / h$ );

$W_i$  é a amostra de massa no fim do período de análise  $T_2$ (mg);

$W_K$  é a amostra de massa no início do período de análise  $T_2$ (mg);

$T_2$  é o período de análise (min)

$d$  é densidade do líquido de ensaio na temperatura de ensaio (g