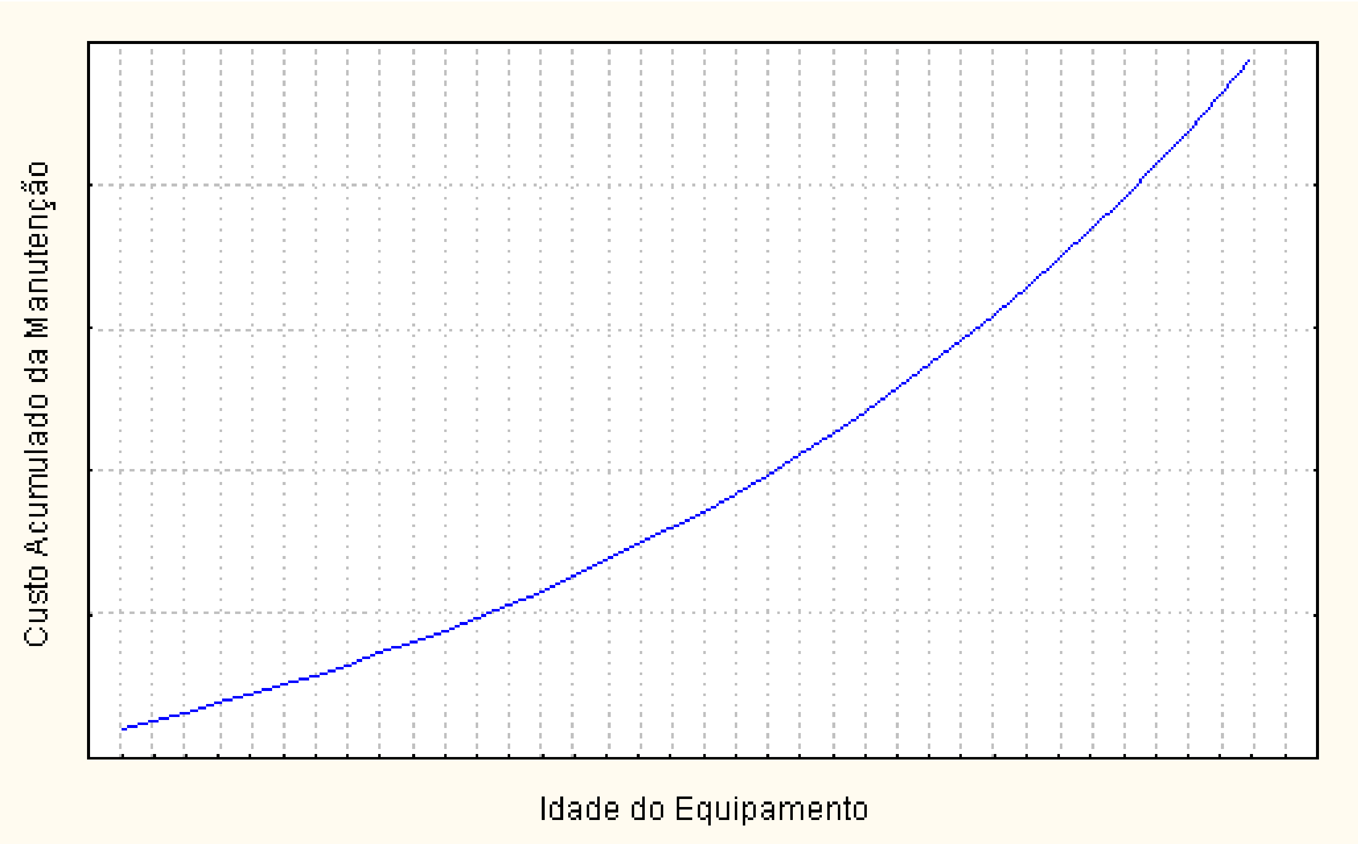
DURABILIDADE e CUSTO LIMITE DE REPARO

ADMINISTRAÇÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

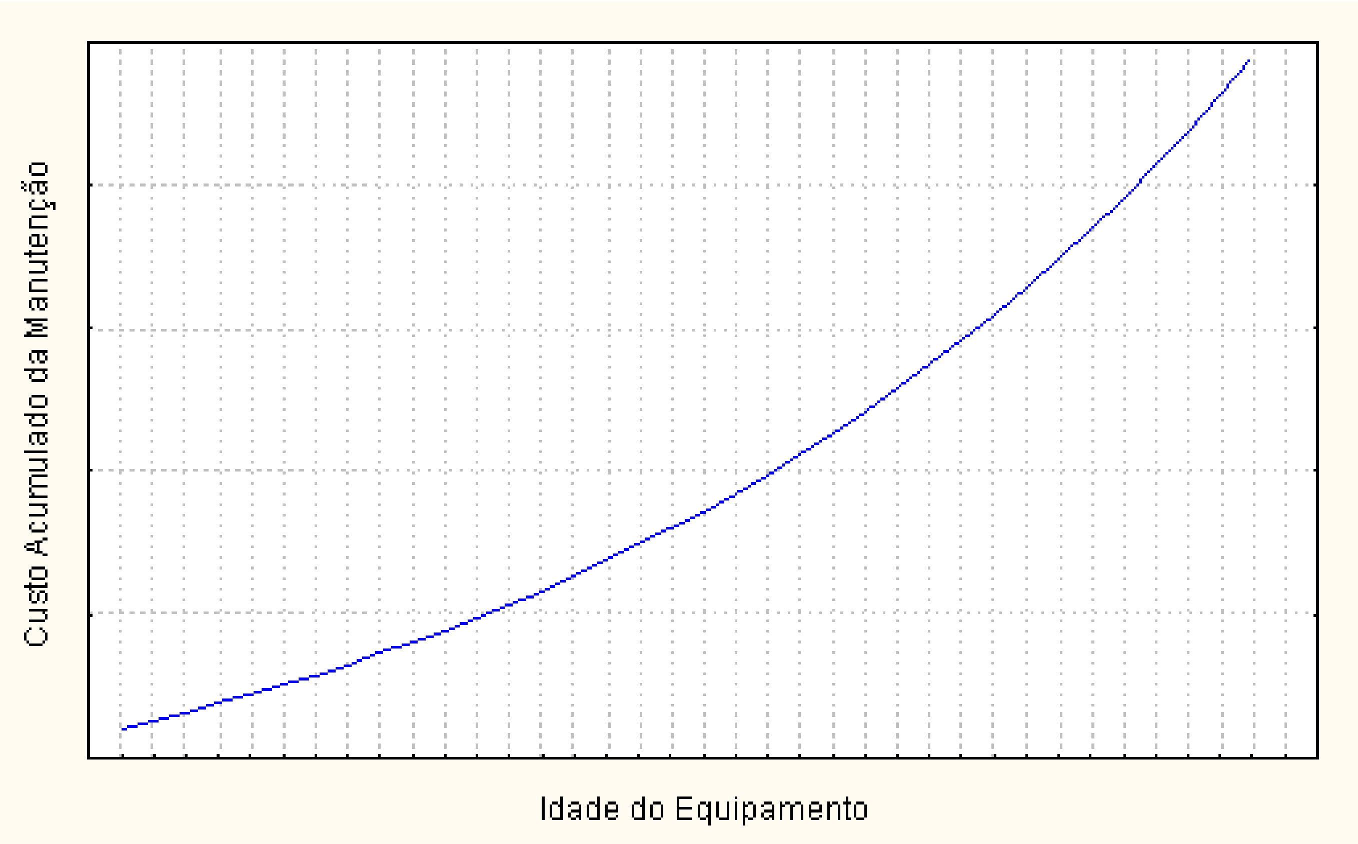
P1 dia 29 de janeiro

o custo de manutenção é uma função da idade do equipamento.



$$C_m = B \cdot t^K$$

o custo de manutenção é uma função da idade do equipamento.



$$C_m = B \cdot t^K$$

$$\text{Ln } C_m = \text{Ln } (B \cdot t^K)$$

$$\text{Ln } C_m = K \cdot \text{Ln } t + \text{Ln } B$$

$$\downarrow \qquad \downarrow \quad \downarrow \qquad \downarrow$$

$$Y = a \cdot X + b$$

O custo médio acumulado de manutenção, será dado por:

$$C_m = B \cdot t^K$$

Onde: "B" e "K" são constantes

$1,3 \leq K \leq 1,6 \Rightarrow$ para automóveis
$K \geq 2,2 \Rightarrow$ para veículos de combate blindados e locomotivas

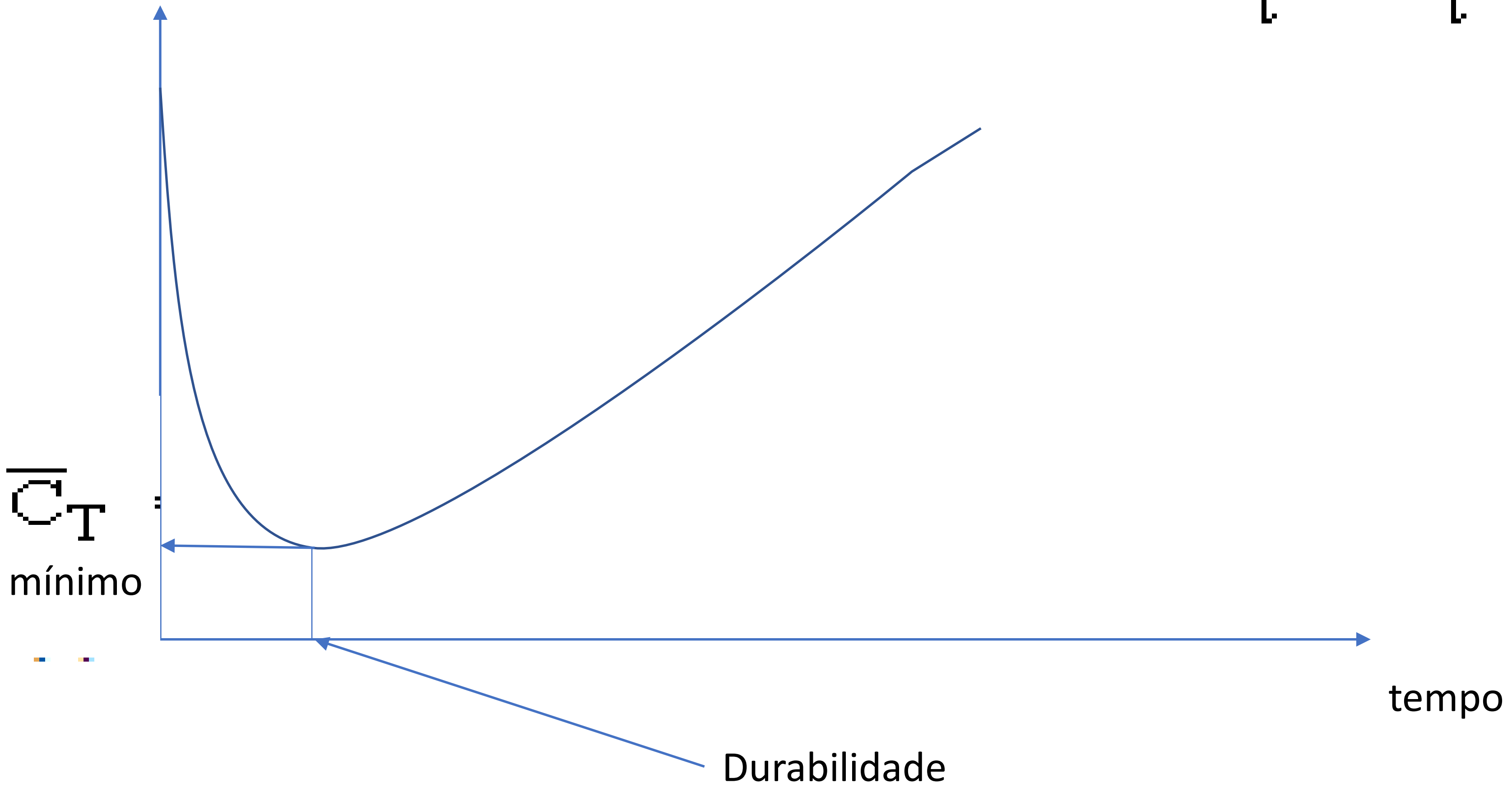
O custo total acumulado será dado por:

$$C_T = A + B \cdot t^T$$

A é o custo de aquisição do equipamento (**ativo**)

O custo total médio por unidade de tempo em operação é dado por:

$$\overline{C}_T = \frac{C_T}{t} = \frac{A}{t} + B \cdot t^{K-1}$$



O custo médio acumulado mínimo irá ocorrer quando:

$$\frac{d\overline{C}_T}{dt} = 0$$

$$\text{Logo:} \quad \frac{d\overline{C}_T}{dt} = \frac{d\left(\frac{A}{t} + B \cdot t^{K-1}\right)}{dt} = 0$$

$$\frac{A}{t^2} + B \cdot (K-1) \cdot t^{K-2} = 0$$

$$\text{Ou seja:} \quad t = \left[\frac{A}{B \cdot (K-1)}\right]^{\frac{1}{K}}$$

Este valor de "t" que é definido como "DURABILIDADE (D)".

$$\overline{C}_T = \frac{A}{t} + B \cdot t^{K-1}, \quad \text{logo:} \qquad t = \left[\frac{A}{B \cdot (K-1)}\right]^{\frac{1}{K}}$$

$$\left[\overline{C}_T\right]_{min} = \frac{AK}{K-1} \cdot \left[\frac{B \cdot (K-1)}{A}\right]^{\frac{1}{K}}$$

Custo Limite de Reparo

$$r(t) = A + B \cdot t^{K} - \frac{AKt}{K-1} \cdot \left[\frac{B \cdot (K-1)}{A}\right]^{\frac{1}{K}}$$

Uma moto-bomba foi instalada 8 (oito) anos atrás e apresentou uma série de danos. Observou-se que várias falhas internas ocorrem a qualquer instante, sendo necessário a substituição de diversos componentes com o passar do tempo. A última inspeção, feita por uma prestadora de serviço identificou a necessidade de troca de várias peças. O orçamento, que inclui a desmontagem, substituição de peças e montagem ficou em torno de R$ 3000,00. O custo de uma moto-bomba nova é da ordem de R$ 11000,00.

Os custos de manutenção, com a moto-bomba, durante os últimos 8 (oito) anos (valores corrigidos para a data atual), são dados abaixo:

Ordem	Ano	Custo Anual da Manutenção (R$)	Custo Acumulado da Manutenção (R$)
1	90	850	850
2	91	990	1840
3	92	1270	3110
4	93	890	4000
5	94	2300	6300
6	95	1100	7400
7	96	2100	9500
8	97	1850	11.350,00

Ordem	Ano	Custo Anual da Manutenção (R$)	Custo Acumulado da Manutenção (R$)
1	90	850	850
2	91	990	1840
3	92	1270	3110
4	93	890	4000
5	94	2300	6300
6	95	1100	7400
7	96	2100	9500
8	97	1850	11.350,00

Pede-se:

- Determinar os parâmetros "B" e "k".
- Determinar a durabilidade (D) da moto-bomba.
- Determinar o custo limite de reparo [r(t)].
- Apresentar conclusões finais.

Dados:

Orçamento (desmontar, substituir peças e montar) => R$ 3.000,00.
Custo de uma moto-bomba nova => R$ 11.000,00

Solução:

- Determinação dos parâmetros "B" e "K"

$$C_m = B \cdot t^K$$

Colocando na forma linear:

$$\mathrm{Ln}\, C_m = \mathrm{Ln}\,(B \cdot t^K)$$

$$\begin{array}{ccccccc}
\mathrm{Ln}\, C_m & = & K & \cdot & \mathrm{Ln}\, t & + & \mathrm{Ln}\, B \\
\downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
Y & = & a & \cdot & X & + & b
\end{array}$$

t (anos)	C_m (R$)	$Ln\ (C_m)$	$Ln\ (t)$
1	850	6,7452	0,0000
2	1840	7,5175	0,6931
3	3110	8,0424	1,0986
4	4000	8,2940	1,3863
5	6300	8,7483	1,6094
6	7400	8,9092	1,7918
7	9500	9,1590	1,9459
8	11350	9,3370	2,0794

e = 2,7182818

Y X

Aplicando regressão linear, obtemos: $B = e^{6,6830}$

b ➔ Ln B = 6,6830 => B = 798,7117
a ➔ K = 1,2531
r (coeficiente de correlação) = 0,9975

$$Ln\ C_m = Ln\ (B \cdot t^K)$$
$$Ln\ C_m = K \cdot Ln\ t + Ln\ B$$
$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$
$$Y = a \cdot X + b$$

- Cálculo da Durabilidade (D)

$$D = \left[\frac{A}{B \cdot (K-1)}\right]^{\frac{1}{K}} = \left[\frac{11000}{798{,}7117 \cdot (1{,}2531-1)}\right]^{\frac{1}{1{,}2531}} = 24{,}27 \text{ anos}$$

- **Custo Limite de Reparo [r(t)]**

t = 9 ← cálculo do custo para o 9º ano

$$r(t) = A + B \cdot t^{K} - \frac{A \cdot K \cdot t}{K - 1} \cdot \left[\frac{B(K-1)}{A}\right]^{\frac{1}{K}}$$

$$r(9) = 11000 + 798{,}7117 \cdot 9^{1{,}2531} - \frac{11000 \cdot 1{,}2531 \cdot 9}{1{,}2531 - 1}\left[\frac{798{,}7117 \cdot (1{,}2531 - 1)}{11000}\right]^{\frac{1}{1{,}2531}}$$

$$r(9) = 11000 + 12535{,}78 - 490149{,}74 \cdot (0{,}0184)^{1/1{,}2531}$$

$$r(9) = 21605{,}44 - 17431{,}4899 = 4173{,}95$$

$$r(t) = A + B \cdot t^{K} - \frac{A \cdot K \cdot t}{K-1} \cdot \left[\frac{B(K-1)}{A}\right]^{\frac{1}{K}}$$

$$r(9) = 11000 + 798,7117 \cdot 9^{1,2531} - \frac{11000 \cdot 1,2531 \cdot 9}{1,2531 - 1}\left[\frac{798,7117 \cdot (1,2531 - 1)}{11000}\right]^{\frac{1}{1,2531}}$$

$$r(9) = 11000 + 12535,78 - 490149,74 \cdot (0,0184)^{1/1,2531}$$

$$r(9) = 21605,44 - 17431,4899 = 4173,95$$

- Conclusões

O custo estimado de reparo (R$ 3000,00) é, portanto, menor que o custo limite de reparo, logo a moto-bomba deverá ser reparada. Caso, contrário, a moto-bomba deveria ser substituída por uma nova.

Quando o custo estimado de reparo e o custo limite de reparo estiverem muito próximos, a decisão de se descartar (sucatear) do equipamento deve ser feita baseada na experiência prévia, a qual, pode ou não ser representativa. Decisões desta natureza dependem das evidências substanciais disponíveis e do grau de confiança considerado.

A durabilidade da moto-bomba, determinada em função dos dados apresentados é de 24,27 anos, de modo que o dono da empresa pode ser considerado um desafortunado, de ter que possivelmente vir a se desfazer da moto-bomba no próximo ano de uso, pois as despesas de manutenção irão atingir patamares, cada vez maiores, se continuar com o mesmo equipamento.