

Organização e gestão

Indicadores de produtividade (MTBF, MTTR, e disponibilidade)



Exercício 1

Enunciado: ✓ Um equipamento opera 24 horas.

Num dia ocorrem 3 paralisações de 1 hora, 2 horas e 30 minutos e 0,5 hora.

✓ Calcule: - MTBF e o MTTR

Resolução

MTBF - Horas de trabalho/dia: 24h Tempos de paragem: 1h+2,5h+0,5h Nº de avarias (Nav): 3 Tempo efetivo de trabalho: 24- (1h+2,5h+0,5h)=20	1	$MTBF = \frac{\sum TFi}{N_{AV}}$	2	$MTBF = \frac{24 - (1 + 2,5 + 0,5)}{3}$
	3	$MTBF = \frac{24 - 4}{3}$	4	$MTBF = \frac{20}{3} = 6,6666h$

Solução $\frac{6,6666 \times 60_{mn}}{1} = 400 \text{ minutos}$

Organização e gestão

Indicadores de produtividade (MTBF, MTTR, e disponibilidade)



Exercício 1

Enunciado: ✓ Um equipamento opera 24 horas.

Num dia ocorrem 3 paralisações de 1 hora, 2 horas e 30 minutos e 0,5 hora.

✓ Calcule: - MTBF e o MTTR

Resolução

MTTR Tempos utilizados para reparação (Tri): 1h+2h+0,5h Nº de avarias (Nav): 3	1	$MTTR = \frac{\sum TR_i}{N_{AV}}$	2	$MTTR = \frac{(1 + 2 + 0,5)}{3}$
	3	$MTTR = \frac{3,5}{3}$	4	$MTTR = 1,666h$

Solução: $1,666h \times 60_{mn} = 99,96 \cong 100 \text{ minutos}$

Quanto menor o MTTR, mais eficiente é a equipa de manutenção

Organização e gestão

Indicadores de produtividade (MTBF, MTTR, e disponibilidade)



Exercício 2

Enunciado: Um sistema deveria funcionar durante 36 horas. Nesse período, o sistema teve 4 falhas, totalizando 24 horas de paragem.

✓ Determine a disponibilidade (%).

Resolução

$$\textit{Disponibilidade} = \frac{\textit{MTBF}}{(\textit{MTBF} + \textit{MTTR})}$$

A - Tempo em que o sistema deveria trabalhar: **36 horas**

B – Tempo total em que o sistema não está a funcionar: **24 horas** (MTTR)

C - Tempo que o sistema esteve disponível: **12 horas** (MTBF)

D – Ocorreram 4 falhas no sistema

$$D = \frac{12}{36} = 0,3333 \approx 33\%$$

Organização e gestão

Indicadores de produtividade (MTBF, MTTR, e disponibilidade)



Exercício 3

Enunciado: ✓ 1 – Calcule o MTBF por recurso ao historial do equipamento tendo em consideração os dados da tabela.

Resolução

Uma forma expedita de calcular o Tempo Médio de Bom Funcionamento (MTBF) de um equipamento é proceder à análise do seu historial e relacionar as avarias que sofreu com a altura, no tempo, em que essas avarias aconteceram.

definir um contador e registar para que valores desse contador aconteceram as avarias e, finalmente, calcular, nas mesmas unidades do contador, quais as durações dos períodos sem avarias ou, por outras palavras, os Tempos de Bom Funcionamento – TBF

Data	Km no contador
fevereiro	7 890
março	8 676
setembro	27 391
março	48 720
outubro	75 622
agosto	110 960
dezembro	117 920

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{N_{AV}}$$

Numa terceira fase, calcula-se a média aritmética dos TBF encontrados, pois o MTBF é igual ao somatório de todos os TBF ocorridos entre as paragens por avaria, dividido pelo número total de avarias.

Organização e gestão

Indicadores de produtividade (MTBF, MTTR, e disponibilidade)



Exercício 3

Enunciado: ✓ 1 – Calcule o MTBF por recurso ao historial do equipamento tendo em consideração os dados da tabela.

Resolução

Nº de avarias	Momento da avaria (A)	Avaria anterior (B)	TBF (A-B)
1	7 890	0	7 890
2	8 676	7 890	786
3	27 391	8 676	18 715
4	48 720	27 391	21 329
5	75 622	48 720	26 902
6	110 960	75 622	35 338
7	117 920	110 960	6 960

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{N_{AV}}$$

$$MTBF = \frac{7890 + 786 + 18715 + 21329 + 26902 + 35338 + 6960}{7} = 16\,846Km$$

MTBF é igual ao somatório de todos os TBF ocorridos entre as paragens por avaria, dividido pelo número total de avarias.

Organização e gestão

Indicadores de produtividade (MTBF, MTTR, e disponibilidade)



Exercício 4

Enunciado: Tomando como referência o exercício anterior, determine a taxa de avarias (λ) verificada e relacione-a com o MTBF.

A taxa de avarias – λ , relaciona diretamente o número de avarias com o valor do contador

Resolução

$$\lambda = \frac{n^{\circ} \text{ de avarias}}{\text{valor do contador aquando da última avari}} = \frac{7}{117920} = 0,0000593 = 5,93 \times 10^{-5}$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTBF = \frac{1}{5,9 \times 10^{-5}} = 16\,863 \text{ Km}$$

Valor muito próximo do calculado pelo processo anterior.

A diferença de resultados justifica-se com os **métodos de calculo** que utilizam os valores obtidos em vez da função de distribuição de avarias, processo matematicamente mais correto mas muito mais exigente em termos de conhecimentos matemático

Organização e gestão

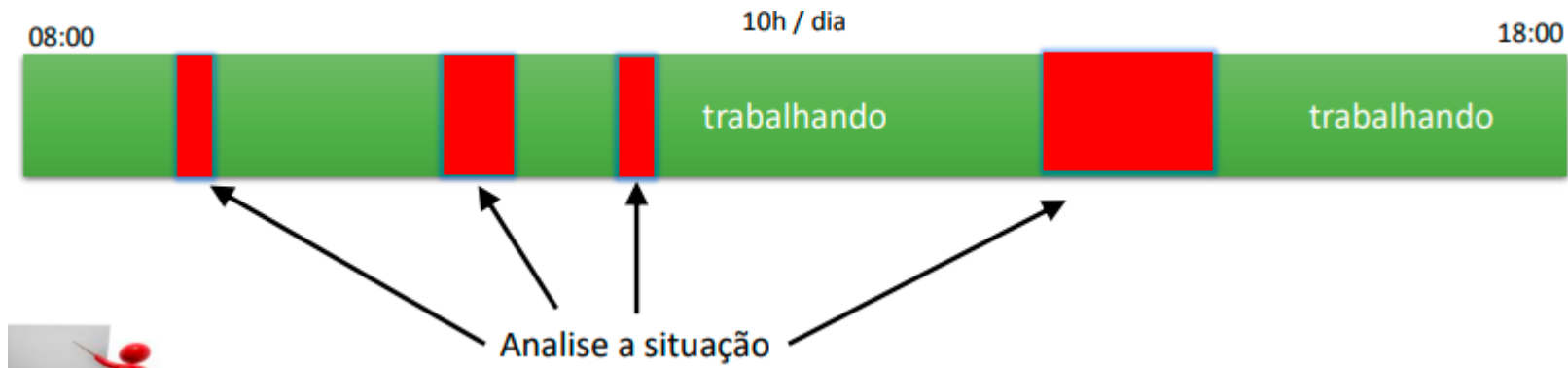
Indicadores de produtividade (MTBF, MTTR, e disponibilidade)



Exercício 5

Enunciado: Considere a seguinte representação do MTBF de uma máquina que tem um tempo de operação total diário de 10h/dia.

Certo dia, a máquina apresentou 4 falhas sendo necessária a intervenção da manutenção. Para cada falha foi aberta uma OS (ordem de serviço) corretiva. Para a correção da ordem de serviço (OS) nº1 foi contabilizado 50min, na OS nº2, 1 hora, na 3ª OS, 1 hora e na OS nº 4, 2 horas. Totalizando 4 horas e 50 minutos de máquina parada.



Organização e gestão

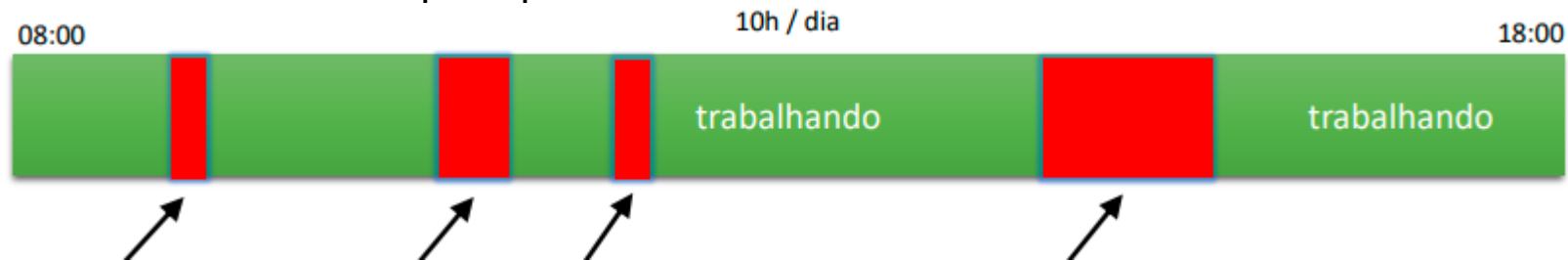
Indicadores de produtividade (MTBF, MTTR, e disponibilidade)



Exercício 5

Enunciado: Considere a seguinte representação do MTBF de uma máquina que tem um tempo de operação total diário de 10h/dia.

Certo dia, a máquina apresentou 4 falhas sendo necessária a intervenção da manutenção. Para cada falha foi aberta uma OS (ordem de serviço) corretiva. Para a correção da ordem de serviço (OS) nº1 foi contabilizado 50min, na OS nº2, 1 hora, na 3ª OS, 1 hora e na OS nº 4, 2 horas. Totalizando 4 horas e 50 minutos de máquina parada.



Tempo de Operação Total, tempo que a máquina “Deveria Trabalhar” : 10 horas (= 600min)

Número de falhas: 4

Tempo Total de máquina Parada = 50 min + 1h + 1h + 2 h = 4 h e 50 min = 290 min

Tempo médio entre falhas = $(600 - 290) / 4 = 77,10 \text{ min} = 1\text{H e } 17 \text{ min}$

A cada 1h e 17 min de operação Temos Uma Falha! (TMBF)

Organização e gestão

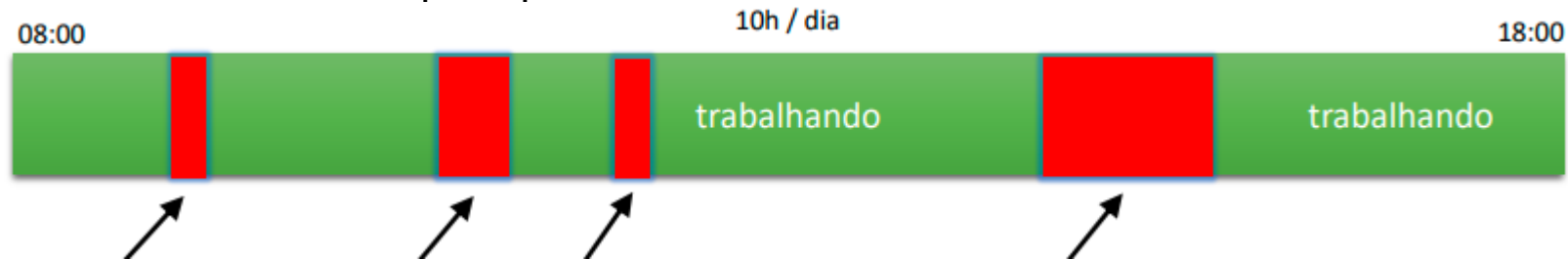
Indicadores de produtividade (MTBF, MTTR, e disponibilidade)



Exercício 5

Enunciado: Considere a seguinte representação do MTBF de uma máquina que tem um tempo de operação total diário de 10h/dia.

Certo dia, a máquina apresentou 4 falhas sendo necessária a intervenção da manutenção. Para cada falha foi aberta uma OS (ordem de serviço) corretiva. Para a correção da ordem de serviço (OS) nº1 foi contabilizado 50min, na OS nº2, 1 hora, na 3ª OS, 1 hora e na OS nº 4, 2 horas. Totalizando 4 horas e 50 minutos de máquina parada.



$$MTTR = 290/4 = 72,5 \text{ min} = 1\text{h e } 13 \text{ min}$$

Número de falhas: 4

$$\text{Tempo Total de máquina Parada} = 50 \text{ min} + 1\text{h} + 1\text{h} + 2\text{h} = 4\text{ h e } 50 \text{ min} = 290 \text{ min}$$

$$\text{Disponibilidade} = 77,10 / (77,10 + 72,5) = 77,10 / 149,6 = 0,515 \approx 0,52 = 52\%$$

Organização e gestão

Indicadores de produtividade (MTBF, MTTR, e disponibilidade)



Exercício 6

Um sistema registou várias avarias durante um certo período de funcionamento, e o seu histórico está registado na tabela. Calcule:

Nº Avarias	<u>TBF</u> (horas)	Tempo de Reparação(horas)
1	240	3
2	300	8
3	250	5
4	100	2
5	150	4
6	200	----

TBF- Tempo de Bom Funcionamento

MTTR - Manutibilidade

MTBF- Fiabilidade

D-Disponibilidade

a) Calcule a Manutibilidade, a Fiabilidade e a Disponibilidade.

$$MTTR = \sum TTR / N = 3+8+5+2+4/6 = 22/6 = 3,67 \text{ h}$$

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{N} = 240 + 300 + 250 + 100 + 150 + 200 / 6 = 1240 / 6 = 206,67 \text{ h}$$

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} = \frac{206,67}{206,67 + 3,67} = 0,98 \rightarrow 98\%$$

b) De que forma poderia aumentar a Fiabilidade do sistema ? E a Disponibilidade ?

- Aumentando o MTBF

- Aumentando o MTBF e/ou Diminuindo o MTTR

Organização e gestão

Indicadores de produtividade (MTBF, MTTR, e disponibilidade)



Exercício 7

Na seleção de um determinado equipamento para uma instalação industrial, existem as seguintes opções:

Equipamento A → MTBF = 90 horas; MTTR = 3 horas

Equipamento B → MTBF = 50 horas; MTTR = 5 horas

a) Qual dos equipamentos tem maior Fiabilidade ? Justifique a resposta

Equipamento A. Porque o tempo médio entre avarias é maior.

b) Qual tem maior Manutibilidade ? Justifique a resposta

O Equipamento B, pois o tempo médio de reparação de avarias é maior.

c) Qual tem maior Disponibilidade ? Justifique com cálculos

Equipamento A:

$$D = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} = \frac{90}{90 + 3} = 0,968 \rightarrow 96,8\%$$

Equipamento B:

$$D = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} = \frac{50}{50 + 5} = 0,909 \rightarrow 90,9\%$$