

Exercício TS.6

Caso “Máquina de fotocópias”

Num grande escritório existe uma máquina de fotocópias que serve várias pessoas. Os trabalhos variam quer no número de páginas a copiar, quer no número de cópias a obter por cada página. Verifica-se, desde há algum tempo, que se forma uma fila de comprimento variável e, como o tempo é dinheiro, questiona-se qual será o custo resultante deste tempo perdido. A empresa resolveu estudar este assunto e, após alguns dias de observação, concluiu o seguinte:

1. O número de páginas por trabalho bem como o número de cópias por cada página distribuem-se em frequência de forma aleatória e, logo, o tempo de ocupação por trabalho da fotocopiadora;
2. A chegada das pessoas à máquina para realização dos trabalhos ocorre de forma aleatória;
3. Após uma análise estatística àquelas observações, durante as 8 horas de trabalho diário, concluiu-se que, os tempos de ocupação por trabalho da fotocopiadora (atendimento) e os tempos entre chegadas das pessoas apresentavam as seguintes características, respectivamente:
 - Uma média e um desvio padrão de 6 e 2 minutos/trabalho, respectivamente. Estas observações, uma vez logaritimizadas, revelaram um ajuste a uma distribuição Normal;
 - Uma Exponencial negativa de média 12 minutos/entre chegadas das pessoas (ou um ritmo de chegadas de $60/12 = 5$ chegadas/hora).

Sendo o custo médio da mão-de-obra (m.d.o.) 3,50 €/hora, determinar, por simulação:

- a) A taxa de utilização da fotocopiadora;
- b) O tempo médio de espera na fila e o tempo máximo de espera na fila (para um risco $\leq 5\%$ de ser superior, correspondente ao percentil 95);
- c) O tempo médio de espera no sistema (na fila + sendo atendido);
- d) O custo médio diário de espera na fila e de espera pelo trabalho da máquina;
- e) A empresa quer considerar duas alternativas para diminuir o tempo de espera em fila, ou aluga outra máquina igual, ficando as duas a trabalhar em conjunto, ou substitui a máquina actual por uma máquina de maior capacidade. Qual é a alternativa mais económica, conhecendo os seguintes dados:

	Tempo médio de trabalho (minutos)	Desvio padrão do tempo de trabalho (minutos)	Custo de aluguer (€/dia)
Modelo actual	6	2	5
Modelo maior	4	1	10

Resolução:

- a) A taxa de utilização da fotocopiadora; $\cong 50\%$
- b) O tempo médio de espera na fila e o tempo máximo de espera na fila – este último para um risco $\leq 5\%$ de ser superior (correspondente ao percentil 95); $\bar{t} \cong 3,35$ e $t_{\max} \cong 14$ minutos/trabalho, respectivamente.
- c) O tempo médio de espera no sistema (na fila + sendo atendido); $\bar{t} \cong 9,33$ minutos/trabalho
- d) O custo médio diário de espera na fila e de espera pelo trabalho da máquina.
 $60 \text{ [minutos/hora]} / 12 \text{ [minutos/chegadas]} \times 9,33 \text{ [minutos/trabalho]} / 60 \text{ [minutos/hora]} \times 3,5 \text{ [€/hora]} \times 8 \text{ [horas/dia]} = 21,77 \cong 22 \text{ €/dia}$
- e)

Duas máquinas (actual + nova alugada do modelo actual): (usando a aplicação “Fila_2 canais_ teoricas”.XLSX)

Tempo médio de espera no sistema (na fila + sendo atendido) $\cong 6,24$ minutos/trabalho;
Custo médio diário de espera na fila e de espera pelo trabalho da máquina = $5 \times 6,24/60$

$\times 3,5 \times 8 = 14,56 \cong 15$ €/dia; Custo médio diário (contando com o custo do aluguer) = $15 + 5 = 20$ €/dia.

Uma máquina nova modelo maior: (usando a aplicação “Fila_1 canal_ teóricas”.XLSX)
Tempo médio de espera no sistema (na fila + sendo atendido) $\cong 5,05$ minutos/trabalho;
Custo médio diário de espera na fila e de espera pelo trabalho da máquina = $5 \times 5,05/60 \times 3,5 \times 8 = 11,78 \cong 12$ €/dia; Custo médio diário diário (contando com o custo do aluguer) = $12 + 10 = 22$ €/dia.

Logo, a melhor alternativa é a primeira (optar pelo aluguer de mais uma máquina do modelo actual). A primeira alternativa é melhor $|(20 - 22)/22 \times 100| = 9,1\%$ do que a segunda alternativa.

Rui Assis
23 Novembro 2018