

Exercício TS-10

Fila de espera num *self-service*

Uma linha de *self-service* comporta três actividades principais: “Aviar pratos quentes”, “Aviar saladas” e “Aviar sobremesas”. A linha é operada por três empregados especializados – cada um realiza uma única actividade.

O Gerente tem-se apercebido da existência de folgas de tempo dos dois últimos empregados e pretende redimensionar a linha – talvez que bastem dois empregados partilhando algumas actividades e fazer intervir um terceiro em momentos de ponta. O Gerente comunicou-lhe a si esta preocupação e pediu-lhe a sua ajuda.

Ao fim de alguns dias de observação foi possível reunir os seguintes elementos:

A chegada dos clientes verifica-se aleatoriamente (de acordo com uma distribuição de probabilidade exponencial negativa) ao ritmo médio de:

- 40 clientes/hora (durante as horas normais entre as 12.00 e as 13.00 horas e as 14.00 e as 15.00 horas);
- 60 clientes/hora (durante a hora de ponta entre as 13.00 e as 14.00 horas)

Os clientes são atendidos segundo a regra FIFO (*first in first out*) e os tempos de atendimento de cada actividade variam de acordo com uma distribuição de probabilidade Normal, cujos parâmetros se encontram descritos no Quadro seguinte.

Actividades/Postos Trabalho	Tempo médio (minutos)	Desvio padrão (minutos)
1. PTA – Aviar pratos quentes	0,8	0,15
2. PTB – Aviar saladas	0,6	0,1
3. PTC – Aviar sobremesas	0,4	0,05

O Gerente tem definido como níveis mínimos de qualidade de serviço os seguintes:

- Tempo médio no sistema (fila espera + atendimento): 10 minutos
- Tempo máximo no sistema (fila espera + atendimento): 15 minutos

Com base nesta avaliação, responda às três questões descritas adiante e tenha em conta que não poderão existir mais do que 2 clientes entre cada 2 postos de trabalho aguardando serviço.

- a) Determine o desempenho do atendimento durante as horas normais e durante a hora de ponta, definindo e calculando os indicadores pertinentes;
- b) Se as duas últimas actividades forem reunidas num único empregado, até que ponto o desempenho do atendimento se deteriora (durante as horas normais e durante a hora de ponta)?
- c) O Gerente pensa ser possível reduzir a duração média da actividade B para 0,4 minutos. Se se concretizar esta melhoria, será possível reunir as duas últimas actividades num único empregado durante a hora de ponta?

a) Após umas centenas de repetições, obtiveram-se os seguintes indicadores:

Horas normais		
Tempo médio de ciclo \cong	1,50	minutos
Produção média do sistema \cong	40	clientes/minuto
Nº médio de clientes em fila \cong	0,31 < 2	clientes
Nº máximo de clientes em fila \cong	1,82 < 2	clientes
Tempo médio de clientes no sistema \cong	2,28 < 10	minutos/cliente
Tempo máximo de clientes no sistema \cong	3,71 < 15	minutos/cliente
Eficiência do conjunto \cong	40%	

Hora de ponta		
Tempo médio de ciclo \cong	1,00	minutos
Produção média do sistema \cong	60	clientes/minuto
Nº médio de clientes em fila \cong	1,63 < 2	clientes
Nº máximo de clientes em fila \cong	6 > 2	clientes
Tempo médio de clientes no sistema \cong	3,45 < 10	minutos/cliente
Tempo máximo de clientes no sistema \cong	7,1 < 15	minutos/cliente
Eficiência do conjunto \cong	60%	

b) Fazendo PT-A + PT-B (Tempo médio = 0,6 + 0,4 = 1,0 minutos e Desvio padrão = $(0,1^2 + 0,05^2)^{(1/2)} = 0,11$ minutos) e após umas centenas de repetições, obtiveram-se os seguintes indicadores:

Horas normais		
Tempo médio de ciclo \cong	1,50	minutos
Produção média do sistema \cong	40	clientes/minuto
Nº médio de clientes em fila \cong	0,60	clientes
Nº máximo de clientes em fila \cong	3,07 > 2	clientes
Tempo médio de clientes no sistema \cong	2,83 < 10	minutos/cliente
Tempo máximo de clientes no sistema \cong	5,44 < 15	minutos/cliente
Eficiência do conjunto \cong	60%	

Hora de ponta		
Tempo médio de ciclo \cong	1,03	minutos
Produção média do sistema \cong	60,0	clientes/minuto
Nº médio de clientes em fila \cong	11,06 > 2	clientes
Nº máximo de clientes em fila \cong	22,65 > 2	clientes
Tempo médio de clientes no sistema \cong	13,33 > 10	minutos/cliente
Tempo máximo de clientes no sistema \cong	24,66 > 15	minutos/cliente
Eficiência do conjunto \cong	89%	

Acumularam-se clientes após o PT-A em número > 2 e os tempos médio e máximo de espera por cliente também excederam 10 e 15 minutos, respectivamente. Com maior força de razão, a solução não serve durante a hora de ponta.

c) Transformando PT-B (Tempo médio = 0,4 + 0,4 = 0,8) e mantendo o desvio padrão em 0,11 minutos, obtemos:

Hora de ponta		
Tempo médio de ciclo \cong	1,00	minutos
Produção média do sistema \cong	60,0	clientes/minuto
Nº médio de clientes em fila \cong	1,80 < 2	clientes
Nº máximo de clientes em fila \cong	6,57 > 2	clientes
Tempo médio de clientes no sistema \cong	3,57 < 10	minutos/cliente
Tempo máximo de clientes no sistema \cong	7,58 < 15	minutos/cliente
Eficiência do conjunto \cong	80%	

Sim, embora episodicamente se acumulem clientes junto ao PT-A em número > 2.