

# LISTA 01 - AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS

Allyson Ryan

Junho, 2025

## Análise Operacional

- 1 Um servidor de arquivos foi monitorado por 3 horas. Houve 3000000 transações processadas pelo servidor. Cada transação requer, em média, acesso (leituras e gravações) a 250 KB. Suponha que os setores do disco tenham 512 bytes e o tempo médio para acessar (leituras e gravações) um setor seja  $= 0,018$  ms. Durante esse período de observação, o processador teve uma utilização de 48%.

### a) Estime a demanda de serviço do processador.

Dado que deseja-se o tempo médio que a CPU demanda para lidar uma amostra do serviço alvo (uma transação) ( $D$ ; Demanda de Serviço), sabendo a capacidade (*Throughput*, *vazão*  $X_0$ ) e a utilização ( $U$ ) utiliza-se facilmente a Service Demand Law

$$D = \frac{U}{X_0}$$

Contudo, o enunciado não informa explicitamente o  $X_0$ , porém para calcular a capacidade total do processador em números de transações atendidas por tempo basta a experimentação de sua capacidade num intervalo dado de tempo (Fala-se sobre a formação de  $X_0$  como  $X_0 = \frac{C_0}{T}$ ).

No caso da questão é trazido como  $X_0 = \frac{3.000.000}{10.800} \approx 277.78$  Ou seja, 277.78 serviços completos/seg

Logo, tem-se  $D$  como:

$$\frac{0,48}{277.78} \approx 0.001728 \text{ segundos} = 1,728 \text{ ms}$$

Esse é o tempo médio de processamento exigido numa única transação.

### b) Calcule a utilização do disco.

Deseja-se saber a taxa sobre o uso do disco. Antecipadamente, calcula-se a quantia de setores acessados por transação, sabendo que é apresentada como 250KB, na unidade

padrão (bytes) tem-se como 256.000b. Com cada setor suportando em estrutura 512 bytes, obtem-se  $\frac{256000}{512} = 500$ . Há 500 setores, a partir disso conclui-se facilmente com o tempo de visitas por transação num único setor sendo 0,018ms, possuindo 500 setores demanda-se 0,0009s ou 9ms do disco por transação.

Dessa forma, tem-se com a Utilization Law :

$$U = X_0 \times D = 277.78 \times 0.009 \approx 2.5$$

Ou seja, uma utilização de 250%, sendo algo alarmante.

### c) Qual componente é o “gargalo” deste sistema?

Entre a U do CPU com 48%, como dado no enunciado, e a do disco com 250%, conforme calculado, o disco nitidamente é o bottleneck.

**2 Considere um servidor de e-mail que consiste em um processador (CPU) e duas unidades de disco (D1 e D2). Cada transação típica acessa 6 vezes o D1 e 7 acessos ao D2, bem como 15 acessos à CPU. O tempo de serviço de D1 e D2 é de 18 e 22 ms, respectivamente. O tempo de serviço da CPU é de 9 ms.**

### a) Estime a demanda de serviço do processador.

Em primeiro momento, elabora-se a fórmula de service demande law dado tal forma ser usada constatemente no trabalho. Tem-se inicialmente  $D = \frac{U}{X_0}$ , contudo sabe-se que a Utilization Law dá-se como:  $U = X_i \times S_i$ , todavia a Forced Flow Law estabelece diretamente  $X_i = V_i \times X_0$ , logo  $U = V_i \times X_0 \times S_i$ . Assim, dado  $D = V_i \times S_i$ , o U também pode ser tido como  $U = D \times X_0$  e o D como  $D = \frac{U}{X_0}$ . Explicado esse ponto, continua-se a questão com tal conceito novamente, facilmente há a resolução:

- $D_i$  = demanda de serviço do recurso  $i$
- $V_i$  = número médio de visitas ao recurso  $i$
- $S_i$  = tempo médio de serviço por visita ao recurso  $i$

**Calculando para cada recurso:**

- **CPU:**

$$D_{CPU} = 15 \times 0,009 = 0,135s$$

- **Disco 1 (D1):**

$$D_{D1} = 6 \times 0,018 = 0,108s$$

- **Disco 2 (D2):**

$$D_{D2} = 7 \times 0,022 = 0,154s$$

Portanto, os D são:

- CPU: 0,135 s por transação
- D1: 0,108 s por transação
- D2: 0,154 s por transação

**b) Se a utilização do D1 for 62%, quais são as utilizações da CPU e do D2?**

Dado a utilização de D1 por  $U_{D1} = 62\%$  e que a demanda de serviço para D1 ( $D_{D1}$ ) já foi calculada previamente como 0,108 segundos, pode-se determinar a vazão global do sistema ( $X_0$ ) aplicando a **Utilization Law**, rearranjada para isolar  $X_0$ :

$$X_0 = \frac{U_{D1}}{D_{D1}} = \frac{0,62}{0,108} \approx 5,74 \text{ transações/s}$$

Com o throughput global conhecido, torna-se possível calcular a utilização da CPU. Sabe-se que a demanda de serviço da CPU ( $D_{CPU}$ ) é 0,135 segundos por transação. Novamente utilizando a Lei da Utilização, tem-se:

$$U_{CPU} = X_0 \times D_{CPU} = 5,74 \times 0,135 \approx 0,7749 \approx 77,5\%$$

De forma análoga, para o Disco 2 (D2), cuja demanda de serviço ( $D_{D2}$ ) é de 0,154 segundos por transação:

$$U_{D2} = X_0 \times D_{D2} = 5,74 \times 0,154 \approx 0,884 \approx 88,4\%$$

**c) Qual é o rendimento máximo do sistema?**

Dado que deseja-se saber o rendimento máximo do sistema, ou seja, a vazão máximo, precisa-se entender que o sistema só consegue processar transações tão rápido quanto o recurso mais lento permitir. Logo, analisa-se tal gargalo.

Para encontrar o throughput máximo ( $X_{max}$ ), usa-se a seguinte relação:

$$X_{max} = \frac{1}{D_{max}}$$

Onde:

- $X_{max}$  = throughput máximo do sistema (transações por segundo)
- $D_{max}$  = maior demanda de serviço entre todos os recursos (em segundos por transação)

Analisando as demandas de serviço calculadas anteriormente:

- CPU:  $D_{CPU} = 0,135$  s
- D1:  $D_{D1} = 0,108$  s
- D2:  $D_{D2} = 0,154$  s

Observa-se que o maior valor de demanda de serviço é o de **D2** (0,154 s), logo, este é o **gargalo do sistema**.

Calculando o throughput máximo:

$$X_{max} = \frac{1}{0,154} \approx 6,49 \text{ transações/segundo}$$

- 3 Um sistema computacional foi monitorado por 7200s. Nesse período,  $10^4$  requisições foram processadas. Qual é a utilização do disco se seu tempo médio de serviço foi de cerca de 22ms e o disco foi visitado três vezes em cada requisição?**

Para calcular a utilização do disco ( $U_{disco}$ ), primeiro é necessário determinar o throughput global ( $X_0$ ), utilizando a relação entre o número de transações ( $C_0$ ) e o tempo de observação ( $T$ ):

$$X_0 = \frac{C_0}{T} = \frac{10.000}{7200} \approx 1,389 \text{ transações/segundo}$$

Em seguida, calcula-se a demanda de serviço do disco ( $D_{disco}$ ), considerando o número médio de visitas ao disco por transação ( $V_{disco} = 3$ ) e o tempo médio de serviço por visita ( $S_{disco} = 0,022$  segundos):

$$D_{disco} = V_{disco} \times S_{disco} = 3 \times 0,022 = 0,066 \text{ segundos por transação}$$

Por fim, aplica-se a Lei da Utilização para obter a utilização do disco:

$$U_{disco} = X_0 \times D_{disco} = 1,389 \times 0,066 = 0,091674$$

Expressando em porcentagem:

$$U_{disco} \approx 9,17\%$$

- 4 Considere um sistema composto por um processador e dois discos (D1 e D2). Este sistema é monitorado durante 7200s. A utilização do processador e do D2 foi de 35% e 63%, respectivamente. Cada transação executada pelo sistema, em média, executa sete solicitações para D1 e quatro solicitações para D2. O tempo médio de serviço em D2 é de 27ms e em D1 é de 23ms.**

- a) Estime a taxa de transferência do sistema.**

Para calcular a taxa de transferência global ( $X_0$ ), utiliza-se a informação da utilização de D2 ( $U_{D2}$ ), claramente o gargalo, e da demanda de serviço de D2 ( $D_{D2}$ ). Primeiro, calcula-se a demanda de serviço de D2 considerando o número de visitas ao recurso (4 visitas por transação) e o tempo médio de serviço por visita (27 ms ou 0,027 s):

$$D_{D2} = 4 \times 0,027 = 0,108 \text{ s}$$

Com a demanda de D2 conhecida, aplica-se a Utilization Law, rearranjada para calcular  $X_0$ :

$$X_0 = \frac{0,63}{0,108} = 5,83 \text{ transações/segundo}$$

**b) Calcule a utilização de D1.**

Para determinar a utilização de D1 ( $U_{D1}$ ), calcula-se inicialmente a demanda de serviço de D1 ( $D_{D1}$ ). Considerando que cada transação faz 7 visitas ao recurso e que o tempo médio de serviço por visita é de 23 ms (0,023 s):

$$D_{D1} = 7 \times 0,023 = 0,161 \text{ s}$$

Com  $D_{D1}$  conhecido, aplica-se novamente a Utilization Law:

$$U_{D1} = X_0 \times D_{D1} = 5,83 \times 0,161 \approx 0,939 \approx 93,9\%$$

**c) Calcule as demandas médias de serviço no processador D1 e D2.**

Para a CPU, calcula-se a demanda de serviço ( $D_{CPU}$ ) a partir da utilização da CPU (35% ou 0,35) e do throughput global já obtido:

$$D_{CPU} = \frac{0,35}{5,83} \approx 0,06 \text{ s} = 60 \text{ ms}$$

Para D1, a demanda de serviço já foi calculada anteriormente:

$$D_{D1} = 0,161 \text{ s} = 161 \text{ ms}$$

Para D2, calcula-se novamente com base nas visitas e no tempo de serviço por visita:

$$D_{D2} = 4 \times 0,027 = 0,108 \text{ s} = 108 \text{ ms}$$

**5 Um sistema computacional foi monitorado para os 7200s. Durante esse tempo,  $2 \times 10^4$  transações foram executadas e  $3 \times 10^4$  solicitações de leitura/gravação foram executadas em um disco. A utilização do disco foi de 45%.**

**a) Qual é o número médio de solicitações de leitura e gravação por transação no disco?**

O número médio de solicitações ao disco por transação ( $V_{disco}$ ) é obtido dividindo-se o total de solicitações ao disco ( $C_{disco}$ ) pelo total de transações ( $C_0$ ):

$$V_{disco} = \frac{C_{disco}}{C_0} = \frac{30.000}{20.000} = 1,5 \text{ solicitações/transação}$$

**b) Qual é o tempo médio de serviço do disco?**

Para calcular o tempo médio de serviço por solicitação ao disco ( $S_{disco}$ ), primeiro é necessário determinar o throughput global ( $X_0$ ), que corresponde ao número de transações processadas por segundo:

$$X_0 = \frac{C_0}{T} = \frac{20.000}{7200} \approx 2,778 \text{ transações/segundo}$$

Com o throughput global calculado, determina-se o throughput local do disco ( $X_{disco}$ ), aplicando a **Forced Flow Law**, que relaciona o throughput local ao throughput global através do número médio de visitas ao recurso:

$X_{disco} = 2.778 \times 1.5 \approx 4.167$  requisições por segundo S será conforme a Utilization Law:

$$S = \frac{0.45}{4.167} \approx 108ms$$