

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA**

**Departamento de Engenharia de Computação e
Sistemas Digitais**

PCS 2039

**Modelagem e Simulação de
Sistemas Computacionais**

**Graduação em Engenharia de Computação
4o. Módulo Acadêmico - 2017**

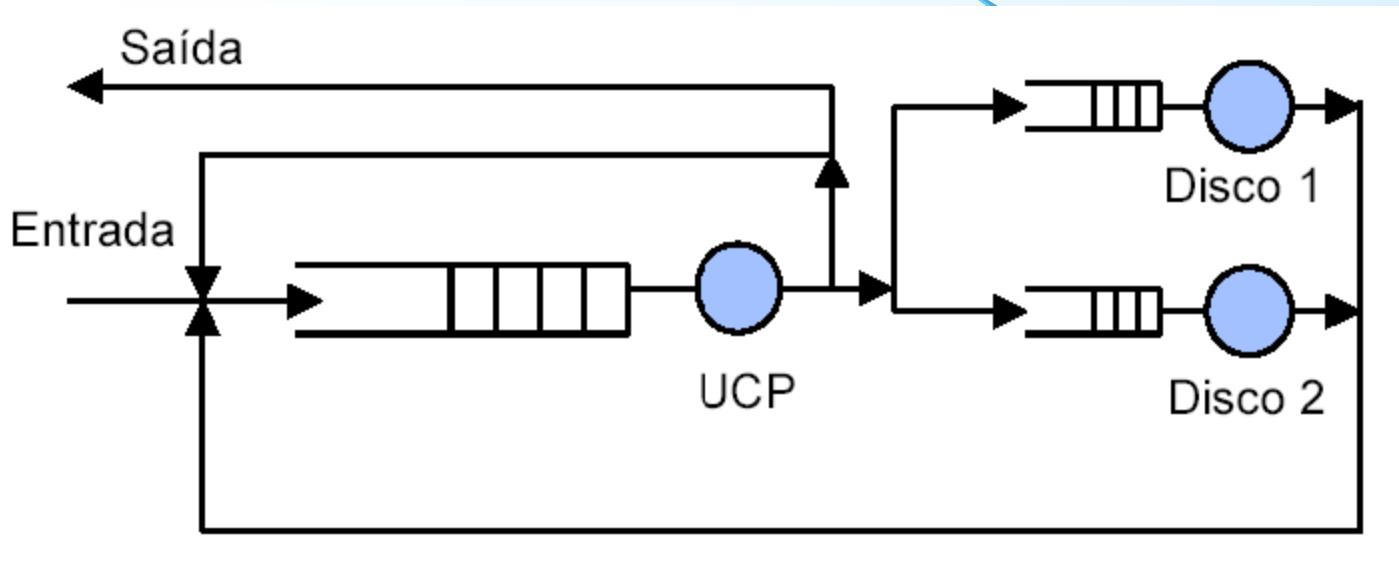
VIII – Análise do Valor Médio para Redes de Filas

Agenda

- 📁 **8.1 Redes Abertas;**
- 📁 **8.2 Redes Fechadas;**
- 📁 **8.3 Aproximada.**
- 📁 **Exercícios.**

1 – Análise do Valor Médio – Redes Abertas

❖ Redes de Filas Abertas



1 – Análise do Valor Médio – Redes Abertas

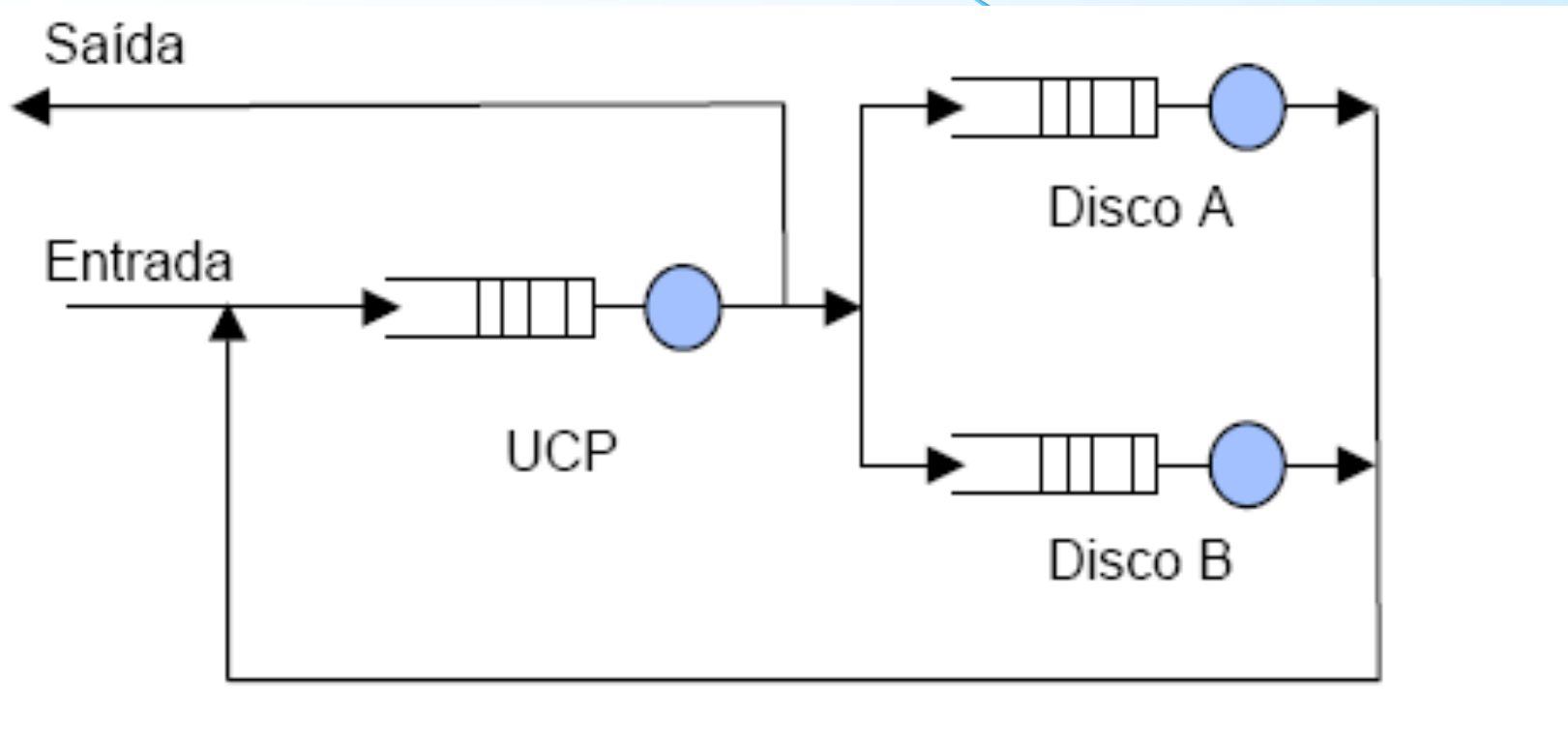
- ❖ Para todos os servidores tem-se:
$$R_i = S_i(1+Q_i)$$
- ❖ Assumindo o fluxo balanceado tem-se:
$$X = \lambda$$
- ❖ A vazão da i-ésima estação:
$$X_i = X V_i$$
- ❖ A utilização da estação i:
$$U_i = X_i S_i = X V_i S_i = \lambda D_i$$
- ❖ O número médio de usuários na estação i:
$$Q_i = X_i R_i = X_i S_i (1+Q_i) = U_i (1+Q_i)$$

ou
$$Q_i = U_i / (1 - U_i)$$
- ❖ Substituindo-se na equação inicial de R_i :
$$R_i = S_i / (1 - U_i)$$
- ❖ No caso de servidores infinitos:
$$R_i = S_i \text{ e}$$

$$Q_i = R_i X_i = S_i X V_i = X D_i = U_i$$

1 – Análise do Valor Médio – Redes Abertas

- ❖ Exemplo: Modelagem de um servidor de arquivos



1 – Análise do Valor Médio – Redes Abertas

❖ **Exemplo: Modelagem de um servidor de arquivos**

Número de Clientes: 6

Intervalo de observação: 3600 segundos

Número de requisições dos clientes: 10800

Tempo de UCP ocupada: 1728 segundos

Tempo de Disco A ocupado: 1512 segundos

Tempo de Disco B ocupado: 2592 segundos

Número de acessos ao disco A: 75600 acessos

Número de acessos ao disco B: 86400 acessos

Vazão do Sistema:

$$X = 10800/3600 = 3 \text{ requisições por segundo}$$

Visitas às estações por requisição de cliente:

$$V_a = 75600/10800 = 7 \text{ visitas}$$

$$V_b = 86400/10800 = 8 \text{ visitas}$$

$$V_{ucp} = 1 + 7 + 8 = 16 \text{ visitas}$$

1 – Análise do Valor Médio – Redes Abertas

- ❖ **Exemplo: Modelagem de um servidor de arquivos**
Demandas das estações por requisição de cliente:

$$D_{ucp} = 1728/10800 = 0,16 \text{ segundos};$$

$$D_a = 1512/10800 = 0,14 \text{ segundos};$$

$$D_b = 2592/10800 = 0,24 \text{ segundos (Gargalo do Sistema)}$$

Taxa de serviço das estações:

$$D_i = S_i V_i \Rightarrow S_i = D_i / V_i$$

$$S_{ucp} = 0,16/16 = 0,01 \text{ segundos};$$

$$S_a = 0,14/7 = 0,02 \text{ segundos}$$

$$S_b = 0,24/8 = 0,03 \text{ segundos}$$

Cálculo de fator de utilização:

$$U_{ucp} = X D_{ucp} = 3 \times 0,16 = 0,48 \text{ (48\%)}$$

$$U_a = 3 \times 0,14 = 0,42 \text{ (42\%)}$$

$$U_b = 3 \times 0,24 = 0,72 \text{ (72\%)}$$

1 – Análise do Valor Médio – Redes Abertas

❖ Exemplo: Modelagem de um servidor de arquivos

Cálculo do tempo de resposta

$$R_{ucp} = S_{ucp}/(1-U_{ucp}) = 0,0192 \text{ segundos}$$

$$R_a = 0,0345 \text{ segundos}$$

$$R_b = 0,107 \text{ segundos}$$

Cálculo do tempo de resposta do sistema:

$$R = \sum_{i=1}^M R_i V_i = 16 \times 0,0192 + 7 \times 0,0345 + 8 \times 0,107 = 1,406 \text{ segundos}$$

Este modelo pode ser utilizado para responder a questões do tipo:

Qual o novo desempenho do sistema

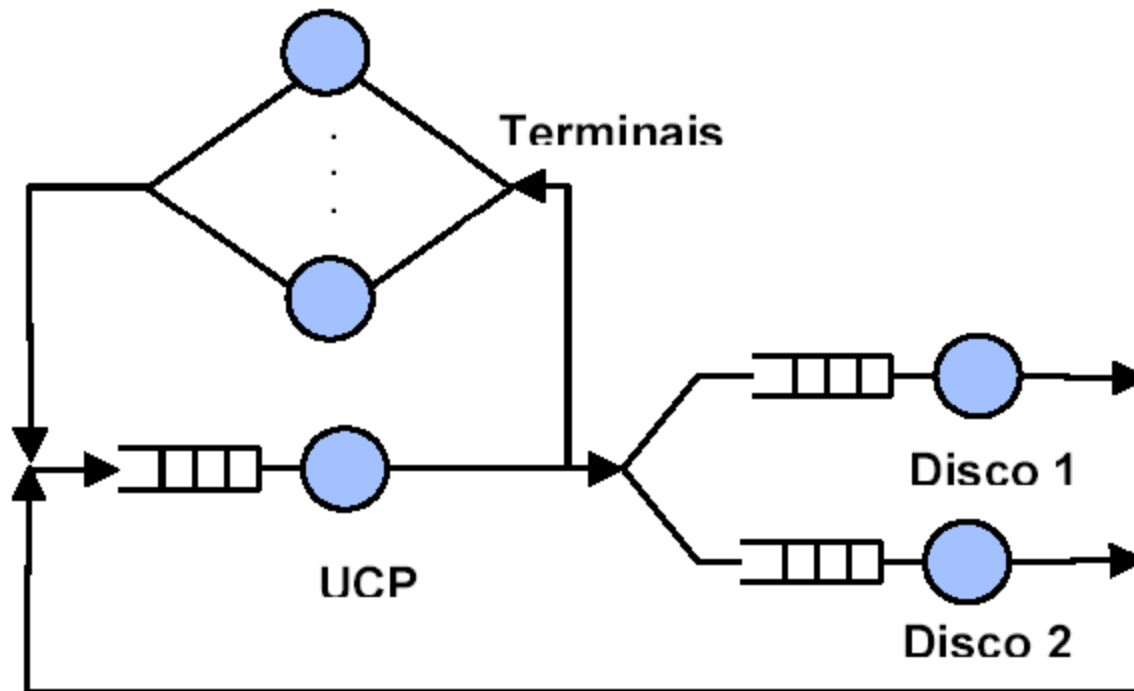
a) Tivermos 8 clientes;

b) Utilizarmos um Cache para o disco B com uma taxa de acerto de 50%, aumentando os tempos de serviços da CPU em 30% do Disco B em 10%

c) Utilizarmos o servidor dirigindo todos os acessos ao disco A.

2 – Análise do Valor Médio – Redes Fechadas

- ❖ **Redes de Filas Fechadas: sistema time-sharing com N usuários**



2 – Análise do Valor Médio – Redes Fechadas

- ❖ O Tempo de resposta da i -ésima estação:

$$R_i(N) = S_i(1+Q_i(N-1))$$

- ❖ O Tempo de resposta do Sistema:

$$R(N) = \sum_{i=1}^M V_i R_i(N)$$

- ❖ A vazão do sistema é dado por:

$$X(N) = N/(R(N) + Z)$$

- ❖ A vazão da estação i :

$$X_i(N) = X(N)V_i$$

- ❖ O número médio de usuários na estação i :

$$Q_i(N) = X_i(N)R_i(N) = X(N)V_i(N)R_i(N)$$

- ❖ No caso de servidores infinitos:

$$R_i(N) = S_i$$

2 – Análise do Valor Médio – Redes Fechadas

Algoritmo AVM para Rede Fechada

Inicialização:

De $i = 1$ até M faça $Q_i = 0$;

Iterações:

De $k = 1$ até N Faça

{
De $i = 1$ até M Faça

{
 $R_i = S_i \cdot (1 + Q_i)$ {CF} ou
 $R_i = S_i$ {IS}

}

$R = 0$

De $i = 1$ até M faça $R = R + V_i \cdot R_i$

$X = K / (R + Z)$

De $i = 1$ até M faça

{
 $Q_i = X \cdot V_i \cdot R_i$
 $X_i = X \cdot V_i$
 $U_i = X \cdot S_i \cdot V_i$

}

2 – Análise do Valor Médio – Redes Fechadas

❖ Exemplo:

Considere Rede Fechada. Cada requisição do usuário faz 10 acessos de E/S ao disco A e 5 ao disco B. O tempo de Serviço por acesso ao disco A e B é respectivamente 300 e 200 milisegundos. Cada requisição à UCP usa 2 segundos e o usuário pensa 4 segundos:

$$S_a = 0,3 \text{ s}$$

$$V_a = 10 \Rightarrow D_a = 3 \text{ s}$$

$$S_b = 0,2 \text{ s}$$

$$V_b = 5 \Rightarrow D_b = 1 \text{ s}$$

$$D_{ucp} = 2 \text{ s}$$

$$V_{ucp} = V_a + V_b + 1 \Rightarrow S_{ucp} = 0,125 \text{ s}$$

$$Z = 4 \text{ s}$$

N = 20 (Fazer os cálculos variando N de 1 até 20 usuários):

| Iteração no. | R_{UCP} | R_A | R_B | R | X | Q_{UCP} | Q_A | Q_B |
|--------------|-----------|-------|-------|--------|-------|-----------|--------|-------|
| 1 | 0,125 | 0,3 | 0,2 | 6,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,1 |
| 2 | 0,15 | 0,39 | 0,22 | 7,4 | 0,175 | 0,421 | 0,684 | 0,193 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 20 | 0,373 | 4,854 | 0,3 | 56,016 | 0,333 | 1,991 | 16,177 | 0,5 |

3 – Análise do Valor Médio – Aproximada

- ❖ **Aproximação: aumentando de usuários no sistema irá aumentar o número de usuários em cada estação proporcionalmente:**

$$\begin{aligned}(Q_i(N)/N) &= a_i \text{ constante para qualquer } N, \text{ ou} \\ (Q_i(N-1)/(N-1)) &= Q_i(N)/N \text{ ou} \\ Q_i(N-1) &= [(N-1)/N]Q_i(N)\end{aligned}$$

- ❖ **O Tempo de resposta de cada estação:**
 $R_i(N) = S_i(1+[(N-1)/N]*Q_i(N))$

- ❖ **Infinitos Servidores:**

$$\begin{aligned}R_i(N) &= S_i \\ R(N) &= \sum_{i=1}^M V_i R_i(N) \\ X(N) &= N/(Z+R(N)) \\ Q_i(N) &= X(N)V_i R_i(N)\end{aligned}$$

3 – Análise do Valor Médio – Aproximada

❖ Algoritmo de Schuweitzer

Inicialização:

De $i = 1$ até M faça

{

$Q_i = N / M$

Aprox = Q_i

}

Iterações:

Enquanto Aprox $> \epsilon$ Faça

{

De $i = 1$ até M Faça

$R_i = S_i * [1 + ((N-1)/N) * Q_i]$ {CF} ou

$R_i = S_i$ {SI}

}

$R = 0;$

De $i = 1$ até M faça $R = R + V_i * R_i$

$X = N / (R + Z);$

Aprox = $\max_i \{Q_i - X * V_i * R_i\}$

De $i = 1$ até M faça

{

$Q_i = X * V_i * R_i$

$X_i = X * V_i$

$U_i = X * S_i * V_i$

}

}

3 – Análise do Valor Médio – Aproximada

❖ **Algoritmo de Schuweitzer**

❖ **Exemplo:**

$N = 20$ usuários

$S_a = 0,3$ segundos $V_a = 10 \Rightarrow D_a = 3$

$S_b = 0,2$ segundos $V_b = 5 \Rightarrow D_b = 1$

$D_{ucp} = 2$ segundos

$V_{ucp} = V_a + V_b + 1 = 16$

$S_{ucp} = 0,125$ segundos

$Z = 4$ segundos

3 – Análise do Valor Médio – Aproximada

❖ Algoritmo de Schuweitzer

❖ Exemplo:

❖ Inicialização:

$$Q_{ucp} = Q_a = Q_b = 20/3 = 6,67 \text{ usuários}$$

❖ Iteração 1:

Tempo de resposta dos dispositivos:

$$\begin{aligned} R_{UCP} &= S_{UCP}(1+(19/20)*Q_{UCP}) = 0,125(1+0,95*6,67) \\ &= 0,92\text{segundos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_A &= S_A(1+(19/20)*Q_A) = 0,3 (1+0,95*6,67) \\ &= 2,20 \text{ segundos} \end{aligned}$$

Tempo de resposta dos dispositivos:

$$R_B = S_B(1+(19/20)*Q_B) = 0,2 (1+0,95*6,67) = 1,47 \text{ segundos}$$

Tempo de resposta do Sistema:

$$\begin{aligned} R &= R_{UCP}V_{UCP}+R_A V_A+R_B V_B = 0,92 \times 16+2,20 \times 10+1,47 \times 5 \\ &= 44 \text{ segundos} \end{aligned}$$

Vazão do Sistema:

$$X = N/(R+Z) = 20/(44+4) = 0,42\text{usuários/segundos}$$

3 – Análise do Valor Médio – Aproximada

❖ Algoritmo de Schuweitzer

Número de usuários nos dispositivos:

$$Q_{UCP} = XR_{UCP}V_{UCP} = 0,42 \times 0,92 \times 16 = 6,11$$

$$Q_A = XR_A V_A = 0,42 \times 2,20 \times 10 = 9,17$$

$$Q_B = XR_B V_B = 0,42 \times 1,47 \times 5 = 3,06$$

Variação máxima no número de usuários:

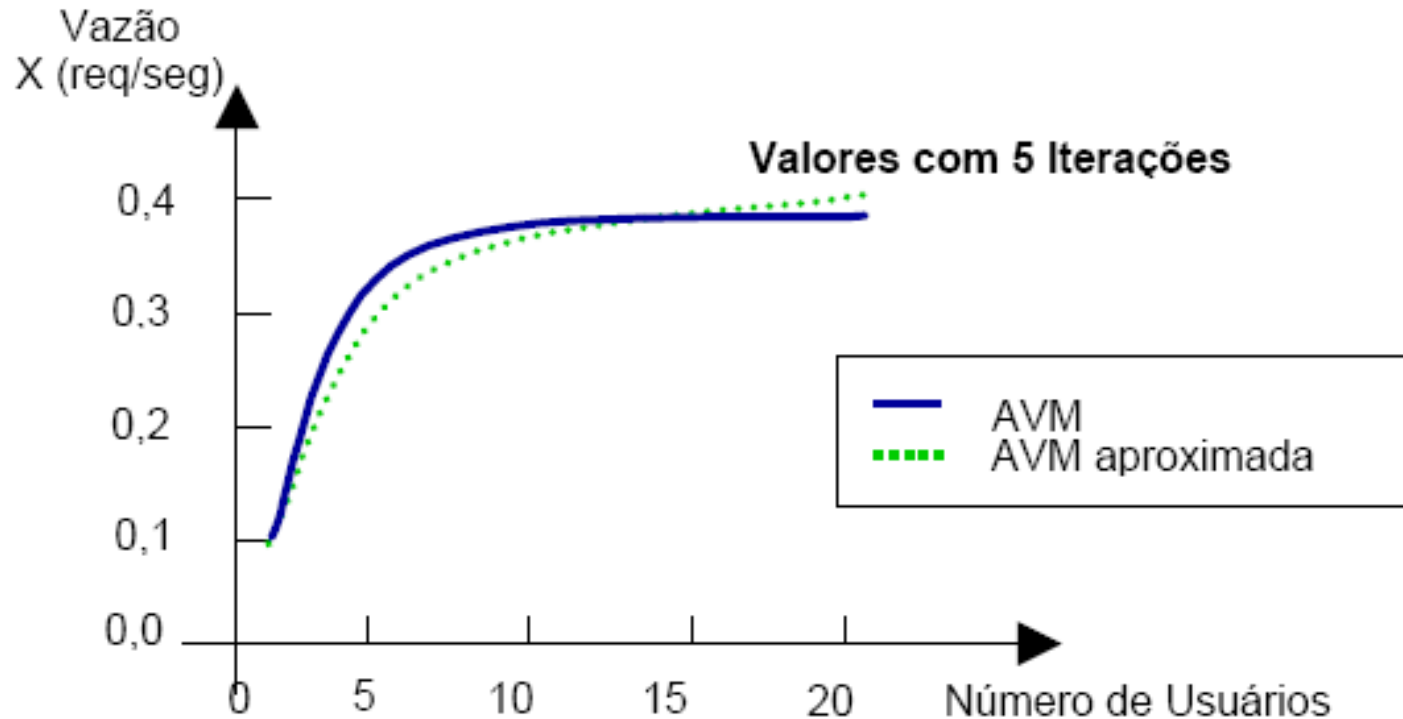
$$\Delta Q = \max\{0,56; 2,5; 3,61\} = 3,61 > 0,01$$

Este processo continua até que $\Delta Q < 0,01$, o que ocorre na 16 iteração.

| Iterações | R_{UCP} | R_A | R_B | R | X | Q_{UCP} | Q_A | Q_B |
|-----------|-----------|-------|-------|-------|------|-----------|-------|-------|
| 1 | 0,92 | 2,20 | 0,29 | 44 | 0,42 | 6,11 | 9,17 | 3,06 |
| 5 | 0,56 | 4,36 | 1,47 | 54,23 | 0,34 | 3,10 | 14,97 | 0,56 |
| 10 | 0,37 | 4,90 | 0,32 | 56,35 | 0,33 | 1,94 | 16,25 | 0,48 |
| 16 | 0,34 | 4,98 | 0,29 | 56,63 | 0,33 | 1,78 | 16,42 | 0,48 |

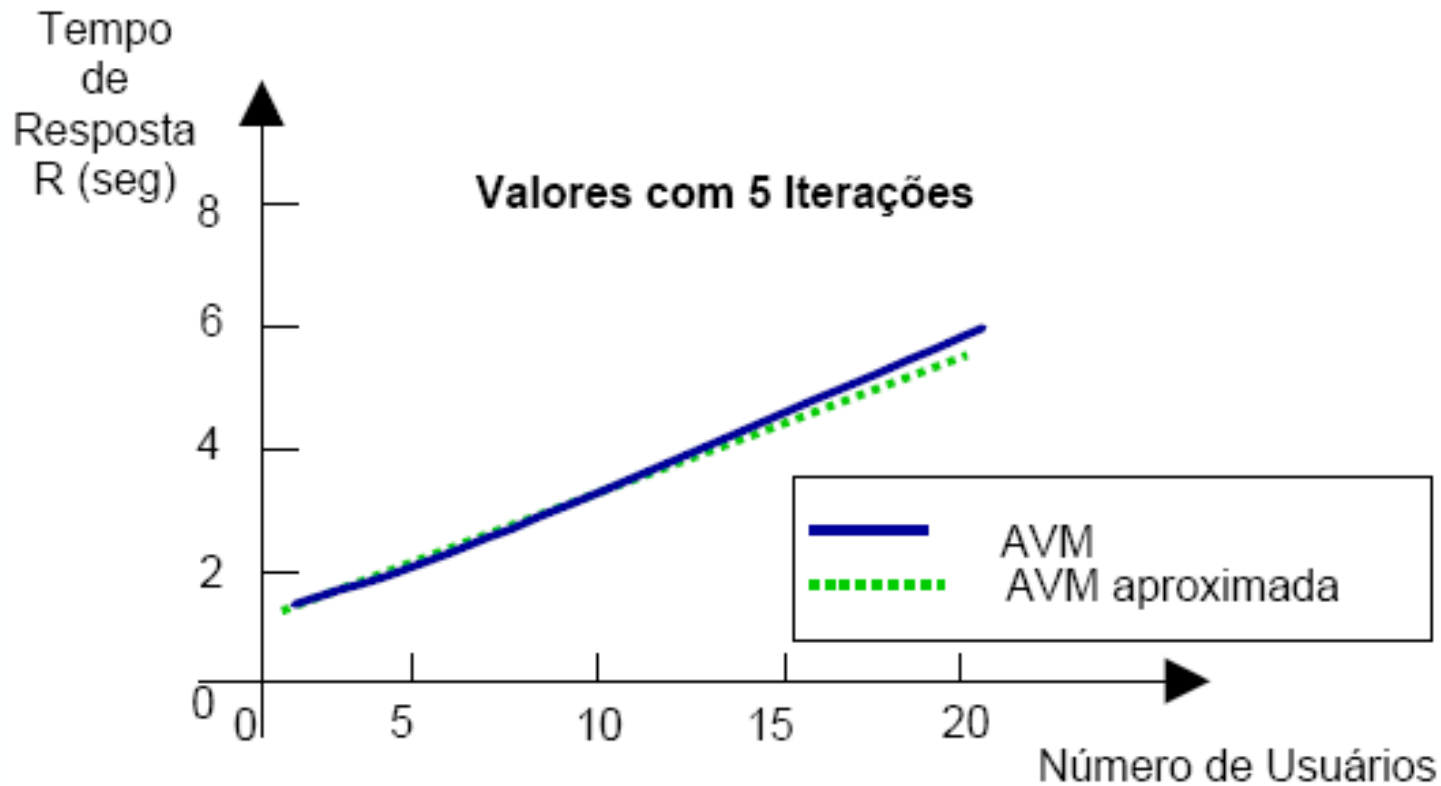
3 – Análise do Valor Médio – Aproximada

❖ Algoritmo de Schuweitzer



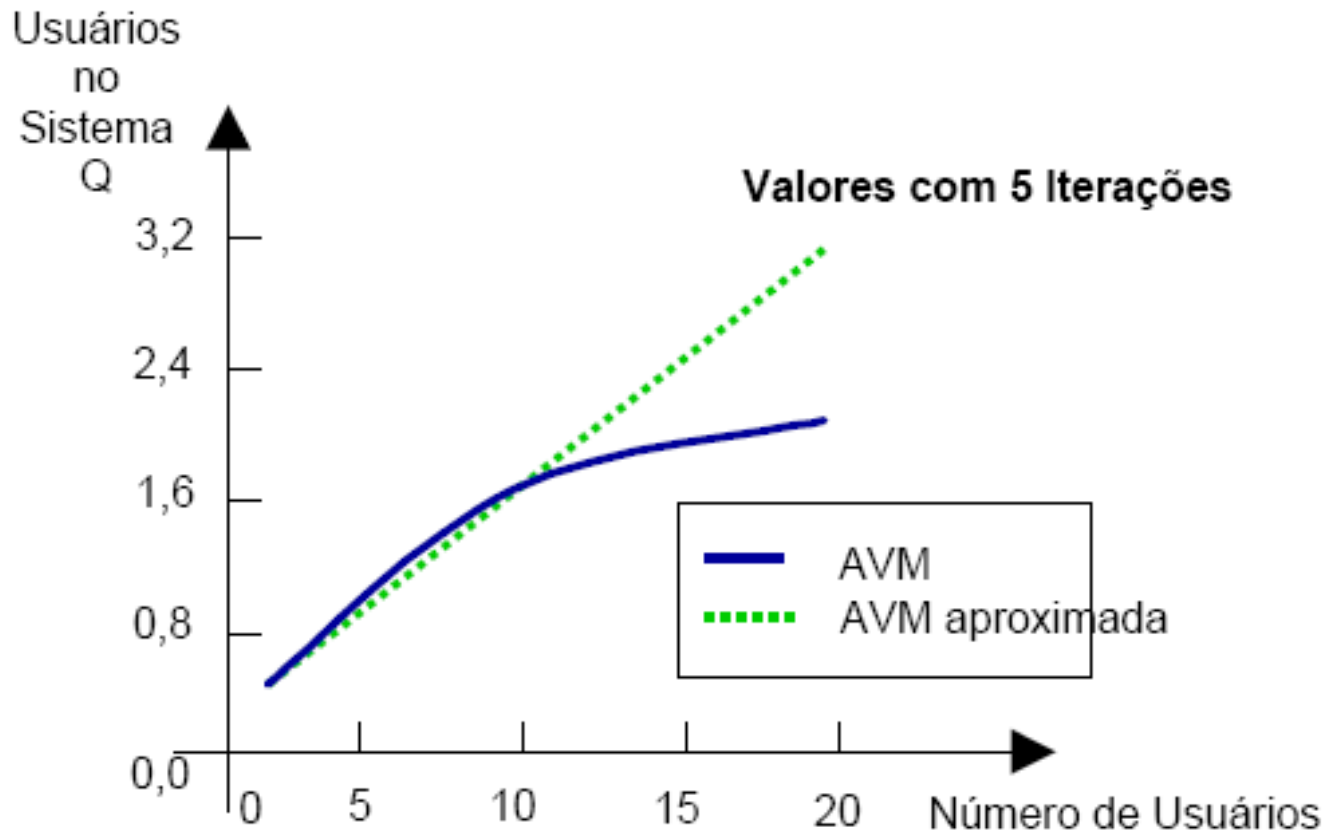
3 – Análise do Valor Médio – Aproximada

❖ Algoritmo de Schuweitzer



3 – Análise do Valor Médio – Aproximada

❖ Algoritmo de Schuweitzer



Exercícios

- ✓ **Exercícios da Apostila Análise do Valor Médio:**
 - ✓ **Resolver: exercícios da apostila (para próxima aula – 21/03)**

Bibliografia

✓ **Apostila 7.**