



PUC Minas

LICAP

Laboratório de Inteligência Computacional Aplicada

PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE, MODELAGEM E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS

ETAPA 8: MODELAGEM MATEMÁTICA DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS

Professor: Luis Enrique Zárate

ETAPA 8: MODELAGEM MATEMÁTICA

A modelagem matemática de um sistema computacional permite simular o desempenho do sistema para futuras cargas de trabalho, previamente estimadas. Também é possível simular atualizações de configuração, como troca de dispositivos e aumento de dispositivos, como storage.

O modelo matemático pode ser utilizado junto com o modelo de previsão de carga para estimar a vida útil do sistema a preveer o início da fase de super-utilização do sistema.

A modelagem deve ser iniciada quando for alcançado um correto escalonamento de serviços. Isso pelo fato dos modelos possuírem tantas equações como distintos tipos de processos sendo executados num determinado horário.

ETAPA 8: MODELAGEM MATEMÁTICA

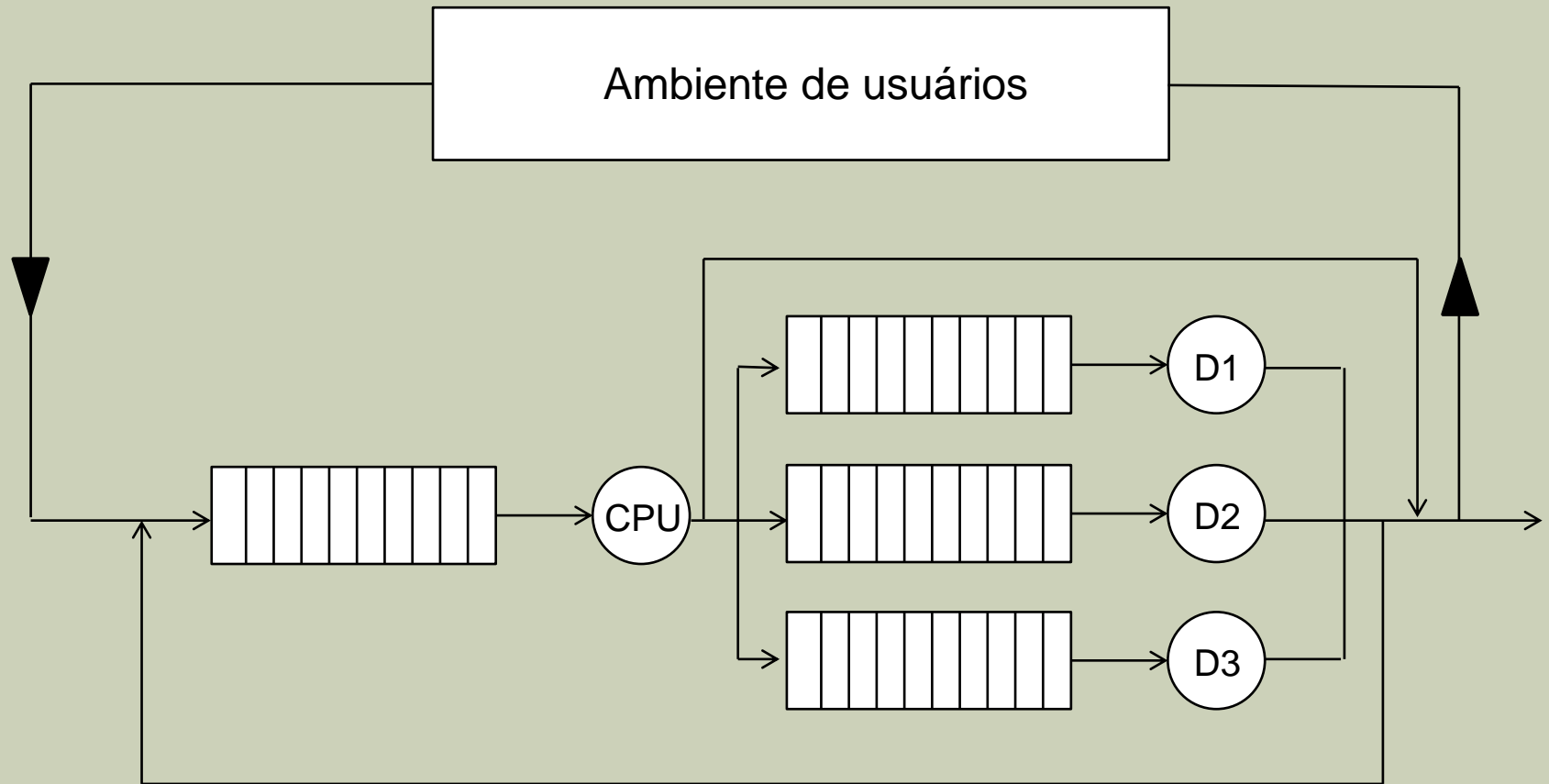
É importante ressaltar que o uso dos modelos para previsão somente é garantido se a natureza da carga for a mesma no futuro.

Em teoria, a modelagem é uma etapa que somente tem efeito quando já transcorreu tempo no processo de otimização por escalonamento.

É importante notar que soluções devem ser dadas quando existe a evolução natural de surgimento de novas aplicações e serviços, o que poderia descaracterizar o modelo matemático.

ETAPA 8: MODELAGEM MATEMÁTICA

Exemplo de Sistema Computacional:



ETAPA 8: MODELAGEM MATEMÁTICA

Exemplo de Modelo:

$$R = \frac{D_{CPU}}{1-U_{CPU}} + \frac{D_{D1}}{1-U_{D1}} + \frac{D_{D2}}{1-U_{D2}} + \frac{D_{D3}}{1-U_{D3}} + \dots +$$

R: Tempo médio de resposta por requisição [s/req.]

U_i: Utilização do dispositivo “i”

D_i: Tempo médio total gasto por uma requisição no dispositivo “i”, sem considerar tempo de espera.

Com: $D_i = \frac{U_i}{X_o}$ e $X_o = \frac{C_o}{T_o}$

X_o: throughput do sistema [req./s.]

T_o: Tempo de observação do sistema [s.]

C_o: número de requisições atendidas durante T_o, [req.]

ETAPA 8: MODELAGEM MATEMÁTICA

Exemplo de Modelo:

$T_o = 1$ hora

$C_o = 7200$ req. Concluídas

$U_{cpu} = 60\%$ Como: $D_i = \frac{U_i}{X_o}$ e $X_o = \frac{C_o}{T_o}$

$U_{d1} = 50\%$

$U_{d2} = 80\%$

$U_{d3} = 90\%$

$$X_o = C_o/T_o = 2 \text{ req./s}$$

$$R = \frac{0,60/2}{1 - 0,60} + \frac{0,50/2}{1 - 0,50} + \frac{0,80/2}{1 - 0,80} + \frac{0,90/2}{1 - 0,90}$$

$$R = \frac{0,30}{0,40} + \frac{0,25}{0,50} + \frac{0,40}{0,20} + \frac{0,45}{0,10}$$

$$R = 0,75 + 0,50 + 2,00 + 4,50$$

$$R = 7,75 \text{ s/req.}$$

ETAPA 8: MODELAGEM MATEMÁTICA

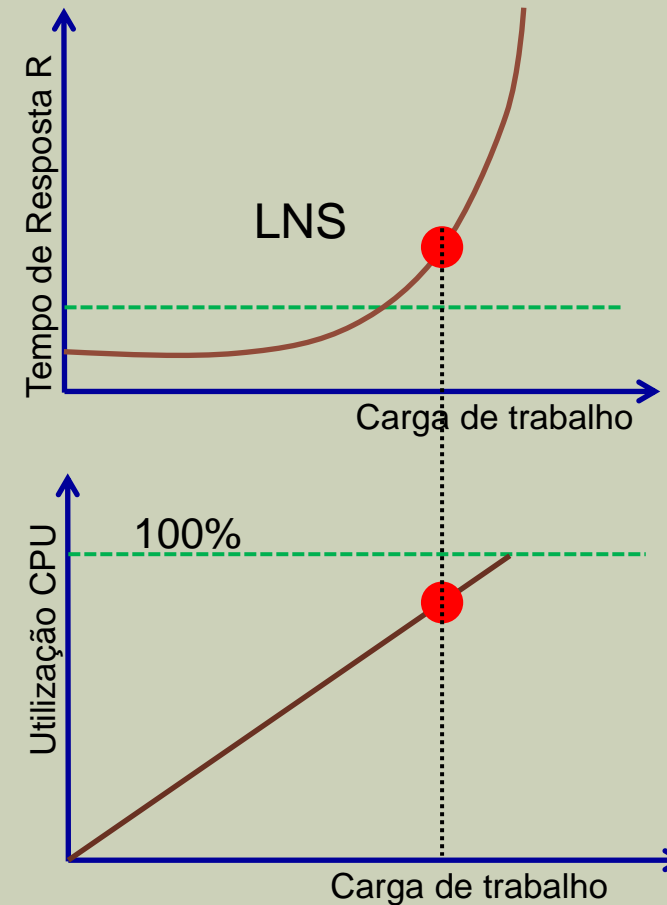
Aumentando a carga em 10%

$$R = \frac{0,30}{1 - 0,66} + \frac{0,25}{1 - 0,55} + \frac{0,40}{1 - 0,88} + \frac{0,45}{1 - 0,99}$$

$$R = \frac{0,30}{0,34} + \frac{0,25}{0,45} + \frac{0,40}{0,12} + \frac{0,45}{0,01}$$

$$R = 0,88 + 0,55 + 3,33 + 45,0$$

$$R = 49,76 \text{ s/req.}$$



ETAPA 8: MODELAGEM MATEMÁTICA

Melhorando o código em 10%

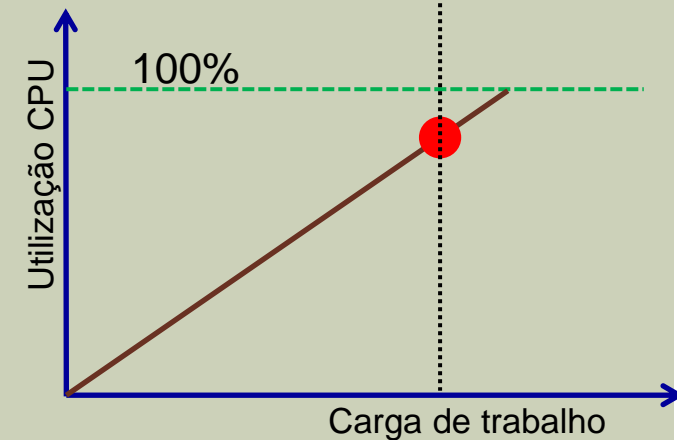
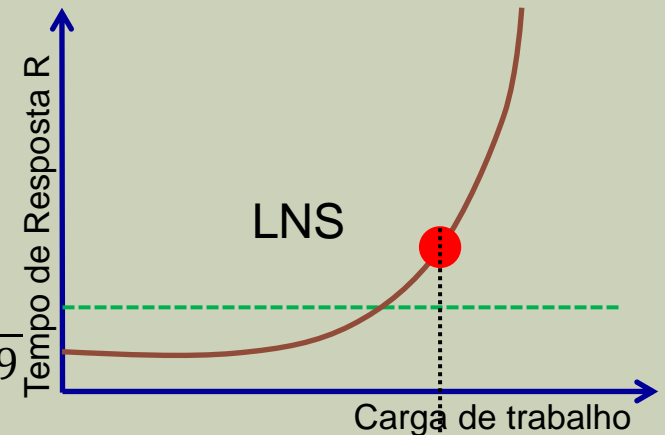
$$R = \frac{0,30}{1 - 0,66} + \frac{0,25}{1 - 0,55} + \frac{0,40}{1 - 0,88} + \frac{0,45}{1 - 0,99}$$

$$R = \frac{0,30 * 0,90}{1 - 0,66 * 0,90} + \frac{0,25}{1 - 0,55} + \frac{0,40}{1 - 0,88} + \frac{0,45}{1 - 0,99}$$

$$R = \frac{0,27}{0,41} + \frac{0,25}{0,45} + \frac{0,40}{0,12} + \frac{0,45}{0,01}$$

$$R = 0,66 + 0,55 + 3,33 + 45,0$$

$$R = 49,54 \text{ s/req.}$$



ETAPA 8: MODELAGEM MATEMÁTICA

Aumentando o storage

$$R = \frac{0,27}{0,41} + \frac{0,25}{0,45} + \frac{0,40}{0,12} + \frac{0,45}{1 - 0,99}$$

$$R = \frac{0,27}{0,41} + \frac{0,25}{0,45} + \frac{0,40}{0,12} + \frac{0,45}{1 - 0,50} + \frac{0,45}{1 - 0,50}$$

$$R = 0,66 + 0,55 + 3,33 + 0,90 + 0,90$$

$$R = 6,34 \text{ s/req.}$$

ETAPA 8: MODELAGEM MATEMÁTICA

Exercício:

To = 1 hora

Co = 5400 req. Concluídas

Ucpu = 40% Como: $D_i = \frac{U_i}{X_o}$ e $X_o = \frac{C_o}{T_o}$

Ud1 = 80%

Ud2 = 80%

Ud3 = 90%

$$X_o = C_o / T_o = 1,5 \text{ req./s}$$

$$R = \frac{0,40/2}{1 - 0,40} + \frac{0,80/2}{1 - 0,80} + \frac{0,80/2}{1 - 0,80} + \frac{0,90/2}{1 - 0,90}$$

$$R = \frac{0,20}{0,60} + \frac{0,40}{0,20} + \frac{0,40}{0,20} + \frac{0,45}{0,10}$$

$$R = 0,33 + 2,00 + 2,00 + 4,50$$

$$R = 8,83 \text{ s/req.}$$

ETAPA 8: MODELAGEM MATEMÁTICA

Aumentando a carga em 10%

$$R = \frac{0,40/2}{1 - 0,44} + \frac{0,80/2}{1 - 0,88} + \frac{0,80/2}{1 - 0,88} + \frac{0,90/2}{1 - 0,99}$$

$$R = \frac{0,20}{0,56} + \frac{0,40}{0,12} + \frac{0,40}{0,12} + \frac{0,45}{0,01}$$

$$R = 0,36 + 3,33 + 3,33 + 45,0$$

$$R = 52,02 \text{ s/req.}$$

ETAPA 8: MODELAGEM MATEMÁTICA

Aumentando o storage

$$R = \frac{0,20}{0,56} + \frac{0,40}{0,12} + \frac{0,40}{0,12} + \frac{0,45}{1 - 0,50} + \frac{0,45}{1 - 0,50}$$

$$R = 0,36 + 3,33 + 3,33 + 0,90 + 0,90$$

$$R = 8,82 \text{ s/req.}$$

Tempo mínimo que pode ser alcançado:

$$R = 0,20 + 0,40 + 0,40 + 0,45 + 0,45$$

$$R = 1,90 \text{ s/req.}$$