



PUC Minas

LICAP

Laboratório de Inteligência Computacional Aplicada

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

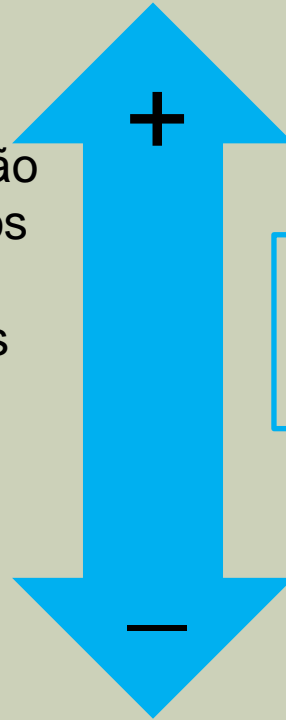
TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS

Professor: Luis Enrique Zárate

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Diversas são as técnicas que podem ser utilizadas para avaliar o desempenho de sistemas computacionais. Todas as técnicas se complementam, mas uma classificação de acordo com a sua precisão, custo e tempo para sua implementação pode ser apresentada.

- Modelos de simulação
- Modelos matemáticos
- Regressão linear
- Programas sintéticos
- Monitoramento
- Kernel
- Benchmark
- “Eu acho”



- Precisão
- Custo
- Tempo Implantação

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

1) “Eu acho”

Esta técnica embora mais imprecisa e a mais barata é a mais utilizada na prática.

A precisão desta técnica está associada à experiência dos responsáveis pela implantação do sistema.

Devido a sua imprecisão esta técnica deve ser voltada unicamente para proposta da configuração inicial do sistema. Para proposta de atualização, existem técnicas mais eficazes.

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

2) Benchmark

É conhecida também como a técnica da comparação.

Tipicamente é destinada para comparar/analisar dispositivos isolados (processadores, placas de vídeo, placas de rede, compiladores, etc.).

Atualmente é aplicada para comparar o desempenho de sistemas nas Nuvens (Google, Microsoft, Amazon etc). Por exemplo para avaliar Scaling up ou Scaling out.

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

■ Benchmark

A idéia de escalar recursos nas nuvens quando a carga de trabalho muda pode ser intuitivo. Aumentar infraestrutura quando a carga aumenta e diminuindo a infraestrutura quando a carga diminui.

Porém existem duas estratégias para incrementar a infraestrutura :

- **Scaling out (escalonamento horizontal):** consiste em aumentar recursos em paralelo espalhando de forma balanceada a carga de trabalho.
- **Scaling up (escalonamento vertical):** consiste em aumentar a velocidade para gerenciar grandes cargas de trabalho. Isto é, movimentando sua aplicação para um servidor virtual (VM) de 2 CPU para outro de 3 CPU.
- **Scaling down (redução do escalonamento):** refere-se a decrementar os recursos do sistema.

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

■ Benchmark

A comparação de desempenho de dispositivos deve ser feita em um ambiente controlado.

- **Ex.:** Para avaliar um compilador para diferentes Sistemas Operacionais
 - Mesmo processador
 - Mesmo S.O.
 - Mesmo barramento de memória
 - Mesma otimização do compilador
 - Etc.

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

■ Benchmark

Esta técnica precisa responder às seguintes questões:

- Qual é o ambiente experimental controlado considerado?
- Quais são as variáveis não controladas?
- Como as variáveis não controladas afetam as conclusões da análise?

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

3) Kernel

Esta técnica é destinada para avaliar exclusivamente processadores.

Esta técnica é utilizada quando não é disponível ou acessível “fisicamente” o processador.

Podemos considerar que esta técnica possui duas versões: A clássica e a combinada com a técnica dos programas sintéticos.

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

■ Kernel – versão clássica

Esta técnica consiste em identificar o módulo kernel da aplicação e obter, deste, seu código assembly.

A partir do código assembly, é possível determinar os tempos de execução de acordo com a especificação do fabricante.

Procedimentos:

1. Identificar o módulo Kernel da aplicação

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

- Identificando o módulo kernel de uma aplicação.

Início	Interação	Tempo gasto
Modulo 1	10	1s
Modulo 2 <KERNEL	100	200s
Modulo 3	1000	10s
Fim	1	5s

2. Codificar o módulo Kernel em assembly

Alto nível	Interação
...	LDD Ax, Hx0018
a = a +1	PST Ac
...	ADD Ax, Ac
...	MOV Ac Hx0018

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

3. Calcular o tempo total de execução do módulo kernel para cada processador em análise de acordo com os manuais do fabricante

Alto nível	Interação	Tempo Gasto Processador 1	Tempo gasto Processador 2
...
	LDD Ax, Hx0018	2,5 ns	2,8 ns
a = a +1	PST Ac	1,2 ns	1,2 ns
	ADD Ax, Ac	3,2 ns	4,5 ns
	MOV Ac Hx0018	2,5 ns	2,8 ns
...
Total		4500 ns	5670 ns

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

■ Kernel – versão com Programas Sintéticos

Esta técnica tem surgido pela falta de profissionais com conhecimento profundo de assembly, o que limita a aplicação da versão original.

É proposto então, criar um **Módulo Kernel Sintético (MKS)** que seja similar ao **Módulo Kernel Original (MKO)** e com este realizar rápidos experimentos sobre Hardwares específicos (físicos)

Módulo
Kernel
Original

Módulo
Kernel
Sintético

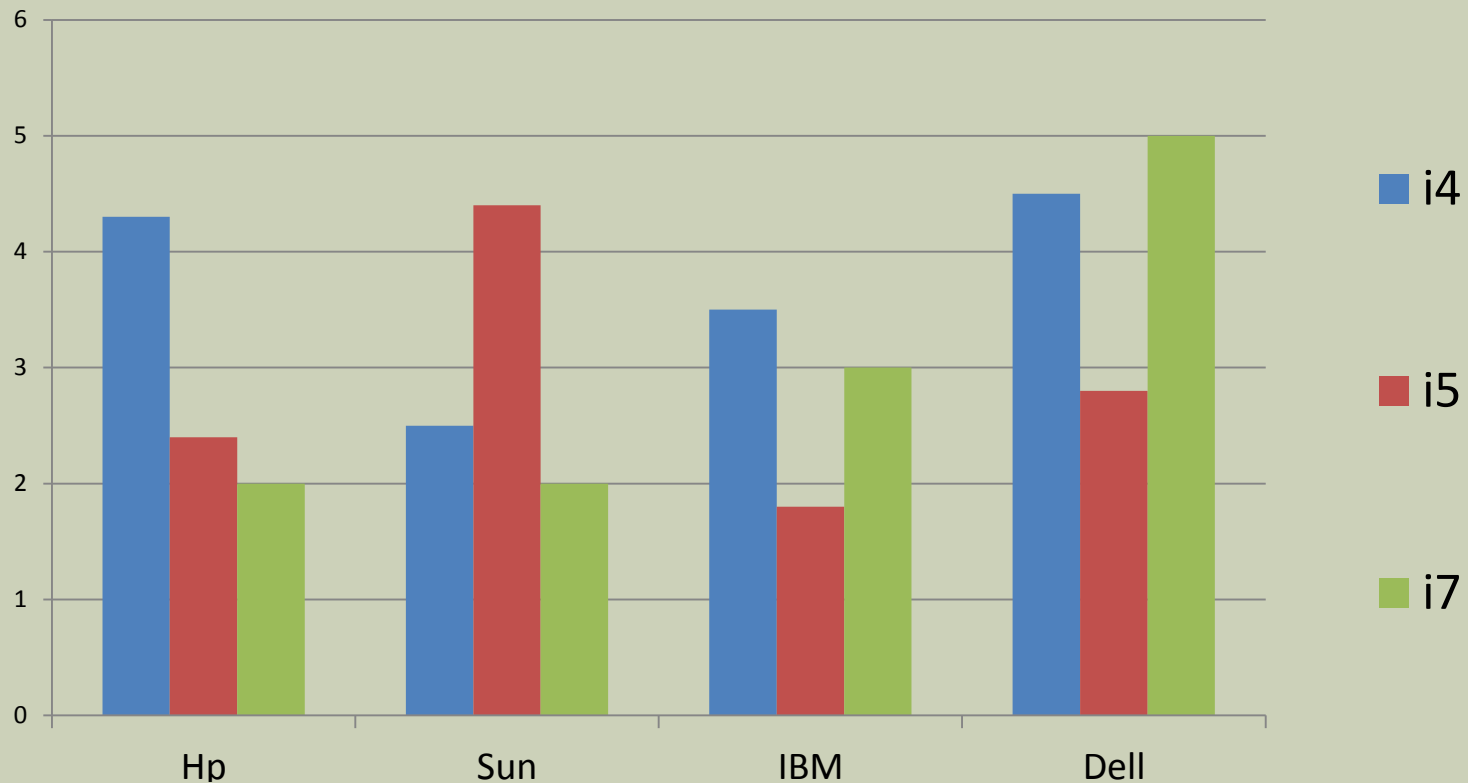
TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

- Considerando um Processador específico X.
- Calcular o tempo de execução (T_{ko}) do MKO, para, por exemplo, $N = 1000$
- A idéia é construir um programa sintético (MKS) similar ao MKO, respeitando vários critérios:

Alto nível	MKO	condição	MKS
Tempo de Processamento	T_{ko}	=	T_{ks}
Estrutura de dados	Listas, Vet, Mat,..	\approx	Listas, Vet, Mat,..
Tipos de variáveis	Type Varr	\approx	Type var
Ordem de complexidade	$O(N)$	=	$O(N)$
Contextos	Contexto	\neq	Contexto

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

- O próximo passo é construir um código executável do programa sintético kernel e utilizar este para realizar testes rápidos em diversos processadores.



TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

4) Monitoramento:

A técnica de monitoramento consiste na coleta de dados acerca do desempenho de um sistema computacional para sua posterior análise.

Essa técnica é utilizada com dois propósitos:

- a) Determinar os dispositivos próximos a saturação, os quais diminuem o desempenho global do sistema.
- b) Observar o desempenho global do sistema instalado

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

■ Monitoramento

Fases do processo de monitoramento:

- 1) **Coleta de dados:** Executada durante a operação normal do sistema;
- 2) **Redução de dados:** consiste em sintetizar os dados de forma estatística, médias, desvios padrões, máximos, mínimos, gráficos temporais, etc.
- 3) **Análise dos dados:** é feita pela criatividade, experiência e bom senso do analista.

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Informações adicionais que podem ser obtidas pela técnica do Monitoramento:

Processador:

- Tempo atividade: parcela de tempo que a CPU processa instruções.
- Tempo de wait: Tempo de CPU inativa por ociosidade ou por espera de I/O
- Fila de CPU: número de Task ready, ou seja, em condições (não utilizando) CPU)
- Tempo em Supervisor: tempo que a CPU está executando tarefas do S.O.

ETAPA 1: DIAGNÓSTICO INICIAL DA PERFORMANCE DO SISTEMA

Memória:

- Utilização de canais: percentual do tempo em que se observou a condição Channel busy.
- Balanceamento: distribuição equilibrada de carga entre os canais
- Sobreposição de operação: grau de simultaneidade entre a operação dos canais e da CPU.

Disco:

- Utilização da unidade de controle: percentual de tempo em que se observou a condição Control Unit busy.
- Utilização de dispositivo: percentual de tempo em que se observou a condição Device busy.

ETAPA 1: DIAGNÓSTICO INICIAL DA PERFORMANCE DO SISTEMA

Disco:

- **Movimentação do disco (Seek):** número de cilindros atravessados para execução de uma operação em disco.
- **Atrassos rotacionais (search):** tempo necessário à busca do registro na trilha.
- **Utilização do espaço:** áreas mortas ou danificadas em disco.
- **Utilização de arquivos:** frequência de utilização de arquivos em disco.

ETAPA 1: DIAGNÓSTICO INICIAL DA PERFORMANCE DO SISTEMA

Carga de Trabalho:

- Picos de carga e identificação das horas mais solicitadas.
- Programas que consomem mais recursos
- Taxa de processamento (Throughput) por hora, turno, dia, semana, etc.
- Tempo de duração total (elapsed) (CPU, I/O, etc.)
- Operações de I/O por dispositivo (blocos transferidos de/para)
- Atividades de reproprocessamento (devido a erros de qualquer origem)
- Custo de Jobs (para fins contáveis)

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

■ Monitoramento

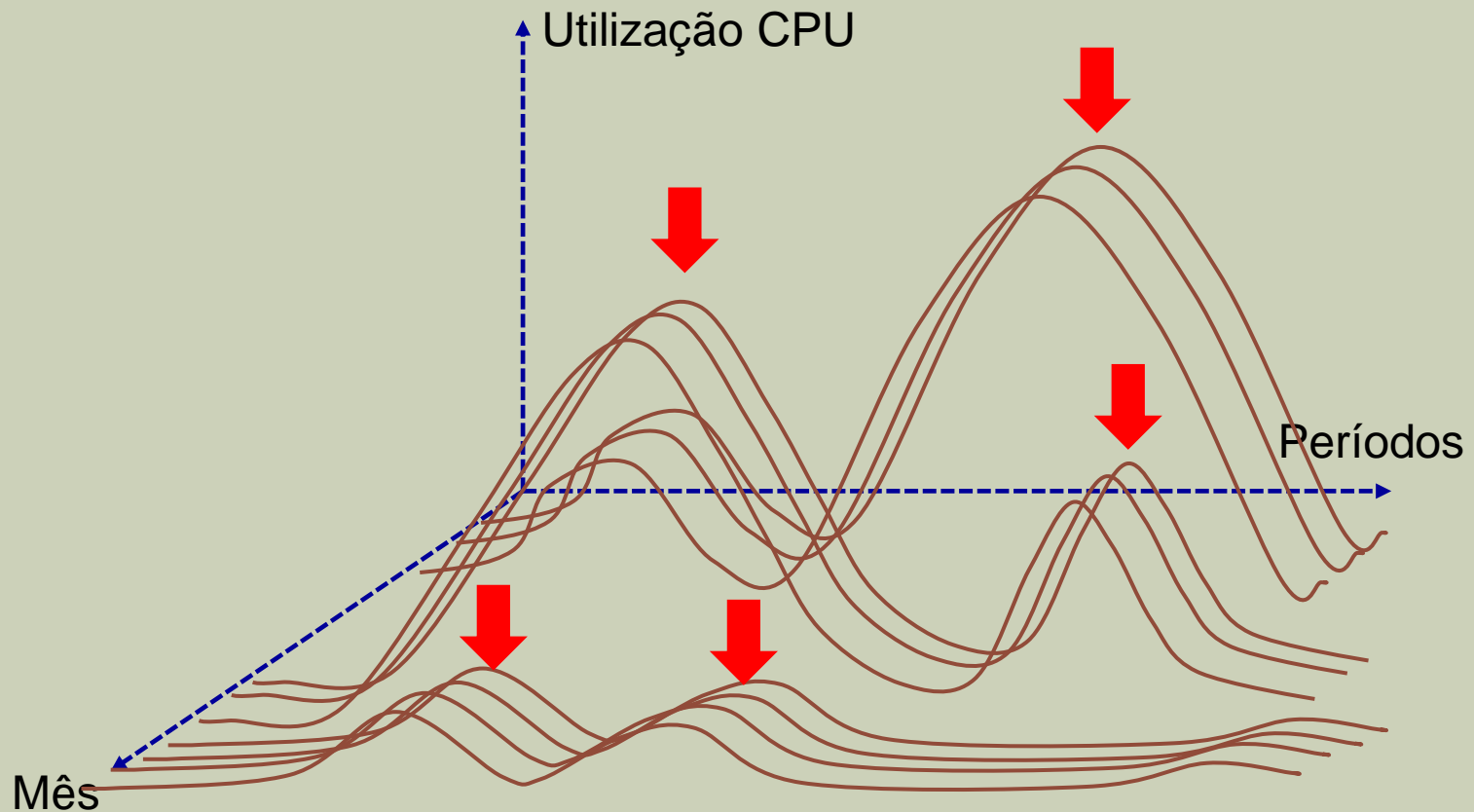
Relatórios e Análise dos Dados Coletados: Processos com maior número de EXCP por mês

Nome do Processo	Total de EXCP	%	EXCP em Disco	EXCP em Fita
P012	12568559	10,4	932420	115201
P015	6401831	5,3	5246570	-
...				
P065	1839238	1,5	618616	629438
SubTotal	47929092	39,7*	22709075	5190875
Total do Mês	120735123	100		

* Esses processos representam quase 50% do total do mês

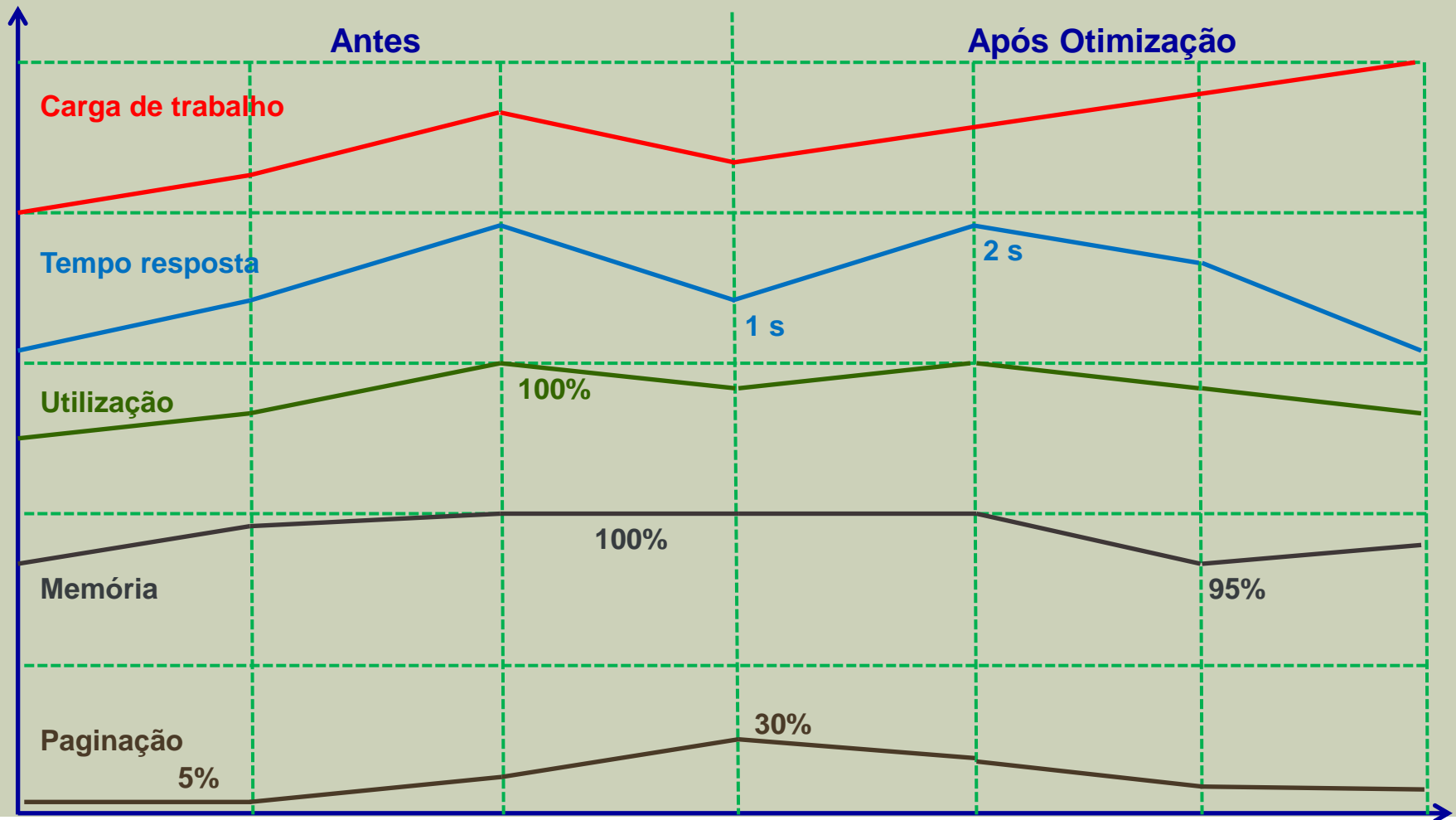
TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

O Monitoramento permite identificar os Horários de Pico da Instalação:



TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Visualização e Análise dos Dados Coletados



TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

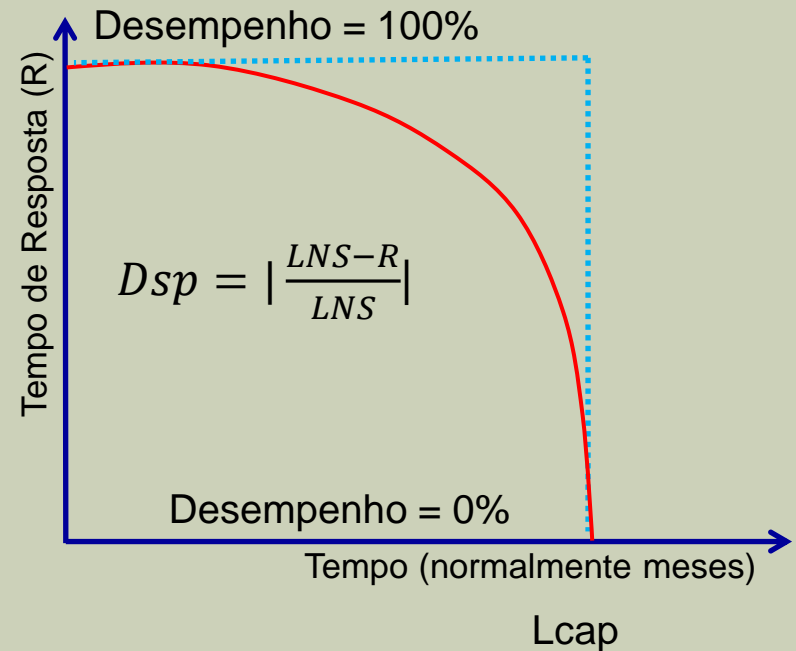
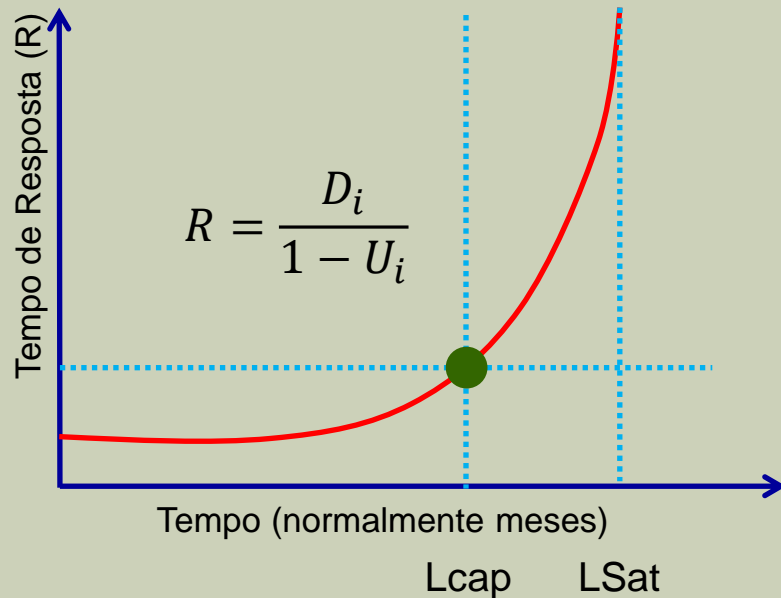
5) Previsão do Desempenho por Regressão Linear

É uma técnica simples, porém imprecisa, muito utilizada para acompanhar e prever o desempenho do sistema computacional em qualquer momento do ciclo de vida do sistema.

Esta técnica deve ser restrita aos primeiros meses (anos) da Fase Operacional. Quando essa Fase chega a seu estado final, é aconselhável utilizar modelos mais exatos, como por exemplo, baseados na teoria das filas.

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

■ Previsão do Desempenho por Regressão Linear



TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Modelo: $L = a + b * t$

$$a = \frac{(\sum L) (\sum T^2) - (\sum T)(\sum T * L)}{m (\sum T^2) - (\sum T)^2}$$

$$a = \frac{(27) (30) - (10)(76)}{4 (30) - (10)^2} \quad a=2,5$$

$$b = \frac{m(\sum T * L) - (\sum T)(\sum L)}{m (\sum T^2) - (\sum T)^2}$$

$$b = \frac{4(76) - (10)(27)}{4 (30) - (10)^2} \quad b=1,7$$

Mês	Carga média Req/min
Jan	4
Fev	6
Mar	8
Abr	9

TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Mês	Carga média Req/s	Carga média Req/s	erro
Jan	4	4,2	0,2
Fev	6	5,9	0,1
Mar	8	7,6	0,4
Abr	9	9,3	0,3
Mai	-	11,00	= 1,0/4 = ±0,25

Modelo: $L = 2,5 + 1,7 * t$

Maio:

$$L = 2,5 + 1,7 * 5$$

$$L = 11,0 + 0,25 = 11,25 \text{ r/s}$$

Para $LNS = 5 \text{ s/r}$ $D_i = 100 \text{ ms/req}$

$$R = \frac{D_i}{1 - U_i} = \frac{0,01}{1 - 0,01 * 11,25} = 0,01 \frac{s}{req}$$

$$D_{sp} = \left| \frac{5,0 - 0,01}{5,0} \right| = 0,99 \rightarrow 99,0\%$$