

# **PCS-2039**

## **Modelagem e Simulação de Sistemas Computacionais**

**Graça Bressan**  
**[gbressan@larc.usp.br](mailto:gbressan@larc.usp.br)**

# Estudo de Caso 2

## E-Business

Graça Bressan  
LARC-PCS/EPUSP

# Loja de Computadores On-line

- O site [www.compra-pc.com.br](http://www.compra-pc.com.br) vende produtos de computação pela internet.
- São fontes de renda do site:
  - Lucros das vendas de produtos através do site,
  - Vendas de propagandas em Banner para anunciantes.
- O site é regido por políticas de segurança que garantem o sigilo das informações.
- O pagamento envolve autorização on-line pelas empresas de cartão de crédito.

# Resultados Anteriores

- No ano anterior o faturamento do site foi:
  - Vendas de Produtos: R\$ 94.378.000,00
  - Vendas de Anúncios: R\$ 900.000,00
- Os clientes são consumidores domésticos e pequenas empresas.
- A empresa quer atrair mais clientes entre os que realizam compras sazonais, tais como o que ocorre em feriados (dia das crianças, das mães,...) e para isto quer garantir o tráfego de pico que ocorre nestas ocasiões. Aumento de tráfego de 400% não são raros nestas ocasiões.

# Resultados anteriores

- Foi observado que 95% dos visitantes não fazem compras no site e, por esta razão, a empresa quer conseguir fazer este tráfego render em termos de lucro de propaganda.

# Planejamento

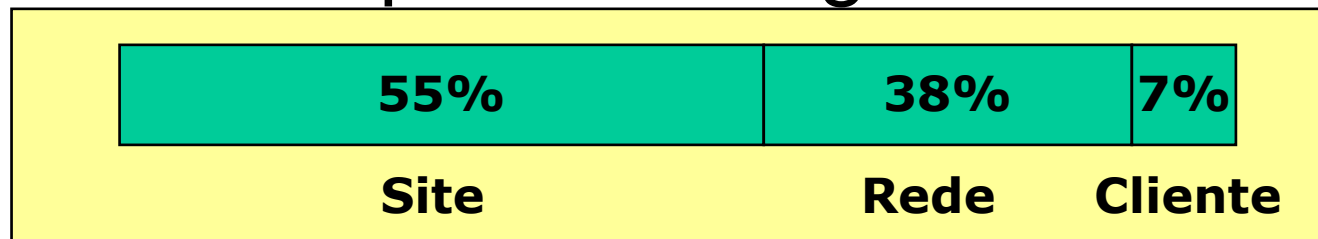
- A administração do site quer analisar o impacto na infra-estrutura frente a novos objetivos de lucros e a introdução de novas linhas de produtos:
  - **Atingir os objetivos da corporação em termos de lucro:** para atingir R\$ 130 milhões de faturamento em vendas de produtos e \$ 3 milhões em vendas de espaço para propaganda.

# Objetivos de Desempenho

- O site deve estar preparado para acomodar situações de pico, garantindo um bom desempenho e evitando a desistência dos clientes que resultam em perda de negócios.
- Uma das principais métricas de desempenho de um site de e-commerce é o tempo de resposta de usuários calculado como:  
$$T_{\text{RespostaUsuário}} = T_{\text{TempoCliente}} + T_{\text{TempoRede}} + T_{\text{TempoSite}}$$
- O tempo da rede depende do cliente e da Internet, a análise será feita considerando a arquitetura do site, sua conexão ao ISP e a capacidade do ISP.

# Objetivos de Desempenho

- Para analisar a capacidade observada do serviço, o administrador depende do:
  - Arquivos de log do servidor;
  - Performance observada por analisadores externos ao site.
- O tempo de resposta do usuário pode estar decomposto da seguinte forma:





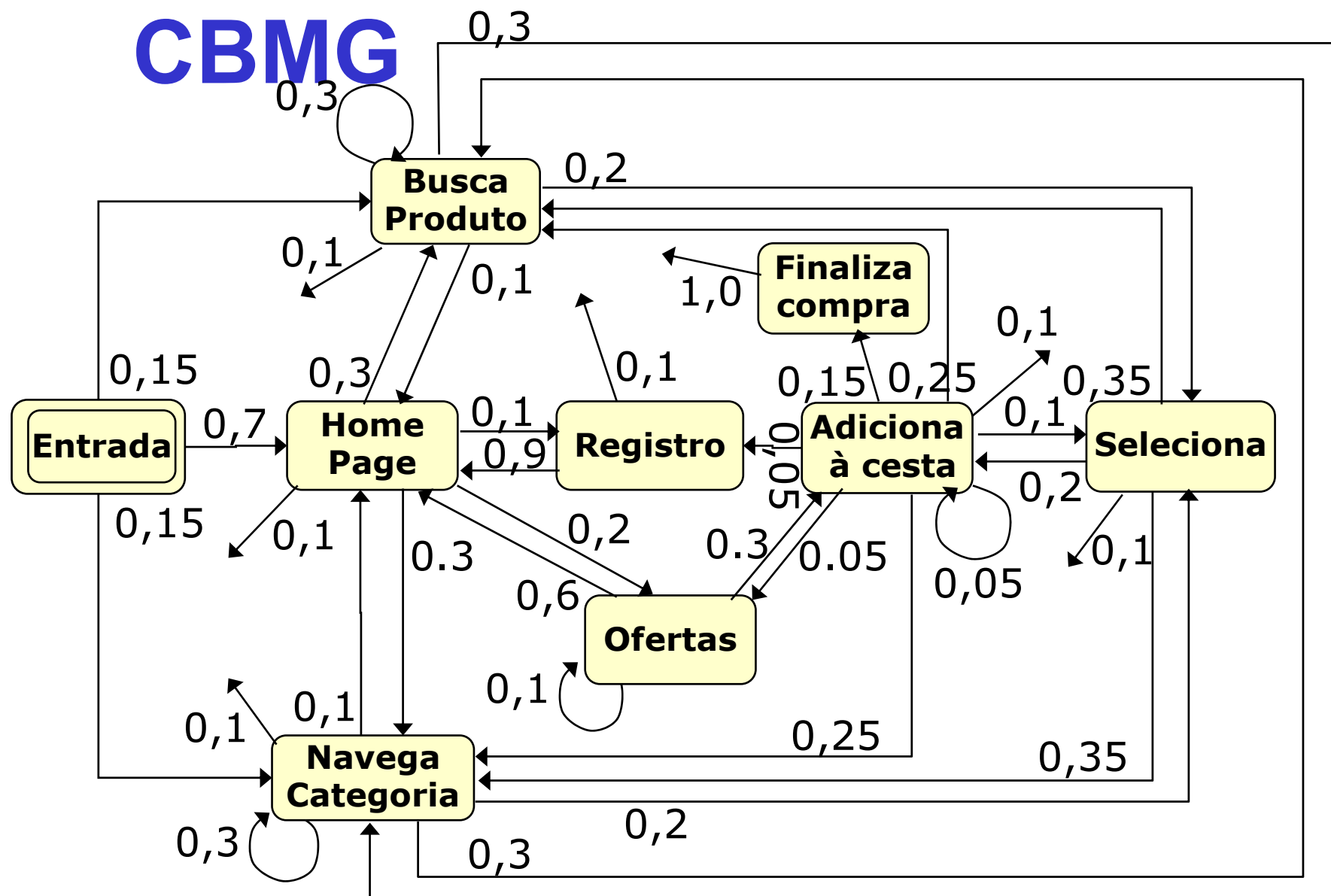
# Objetivos de Desempenho

- Se o objetivo de desempenho for de 3 segundos para as operações de busca de produto e considerando a contribuição de 55% do site no tempo de resposta, tem-se:  
Tempo de Resposta do Site =  $0.55 * 3 = 1,65$  segundos.
- Desta forma, o site deve ser dimensionado de forma a garantir tempo de resposta de 1,65 segundos.

# Comportamento do Cliente

- O comportamento do cliente em termos de navegação das páginas pode ser descrito pelo CBMG (Customer Behavior Model Graph, Daniel Menasce e Virgílio A. F. Almeida).
- Os blocos correspondem às páginas navegadas e o número sobre cada arco indica a probabilidade de entrar naquela página.

# CBMG



# Métricas obtidas de CBMG

- Utilizando as leis operacionais, determina-se o número de visitas à cada página.

|  |              |
|--|--------------|
| <b>V<sub>Homepage</sub></b>                              | 1,172        |
| <b>V<sub>Categorias</sub></b>                            | 2,583        |
| <b>V<sub>Busca</sub></b>                                 | 2,607        |
| <b>V<sub>Registro</sub></b>                              | 0,115        |
| <b>V<sub>Compra</sub></b>                                | 0,046        |
| <b>V<sub>Ofertas</sub></b>                               | 0,250        |
| <b>V<sub>Cesta</sub></b>                                 | 0,304        |
| <b>V<sub>Seleciona</sub></b>                             | 1,608        |
| <b><math>\Sigma V_i</math> = Tamanho médio da sessão</b> | <b>8,144</b> |

# Métricas derivadas de CBMG

- Cada vez que um cliente entra no site, faz  $V_{\text{Compra}} = 0,046$  visitas à página de compra. Por esta razão, a probabilidade de compra por visita ao site (ou sessão), indicada como BV, é definida como  $BV = V_{\text{Compra}} = 0,046$ , isto é, 4,6%.
- Em cada visita ao site o cliente acessa em média  $\Sigma V_i = 8,144$  páginas. Cada acesso a uma página é entendido como uma transação. Por esta razão pode-se dizer que em cada acesso ao site o cliente realiza 8,144 transações.
- Considerando que um acesso ao site corresponde a uma sessão:  
 $\text{TamanhoSessão} = \Sigma V_i = 8,144 \text{ transações/sessão}$

# Métricas derivadas de CBMG

- A vazão  $X$  é medida em transações por segundo executadas pelo site.
- A VazãoFinanceira é o valor em reais por segundo que o site consegue vender.

# Métricas derivadas de CBMG

- Para atingir o RetornoAnual esperado o sistema deve suportar a seguinte vazão financeira:

$$\text{VazãoFinanceira} = \text{RetornoAnual} / (\text{segundos no ano})$$

- Considerando-se como objetivo o faturamento anual de R\$ 130 milhões tem-se:

$$\text{VazãoFinanceira} = 130.000.000 / 365 / 24 / 12 = 4,122 \text{ reais/segundo}$$

# Métricas derivadas de CBMG

- Considerando-se VendaMédia como o valor médio de uma venda, o valor da vazão em vendas/segundo para garantir o retorno esperado é  $\text{VazãoFinanceira} / \text{VendaMédia}$
- Se VendaMédia for R\$ 225,00, então a vazão em vendas/segundo é  $\text{VazãoFinanceira} / \text{VendaMédia} = 4,122 / 225 = 0,01832 \text{ vendas/segundo}$



# Métricas derivadas de CBMG

- Sendo BV a probabilidade de compra por visita ao site (ou sessão), a vazão do site em sessões/segundo é:

$$\text{VazãoFinanceira/VendaMédia} / \text{BV}$$

- Sendo BV = 0,046,  
$$\text{VazãoFinanceira} / \text{VendaMédia} / \text{BV} =$$
$$4,122 \quad / \quad 225 \quad / \quad 0,046 = \quad 0,39826$$

sessões/segundo

# Métricas derivadas de CBMG

- Considerando que o TamanhoSessão =  $\sum V_i$ , a vazão X, definida como transações por segundo que o site deve suportar, é calculada como:

$$X = \frac{\text{VazãoFinanceira}}{\text{TamanhoSessão}} \cdot \frac{\text{VendaMédia}}{\text{BV}}$$

- Sendo TamanhoSessão =  $\sum V_i = 8,144$ ,

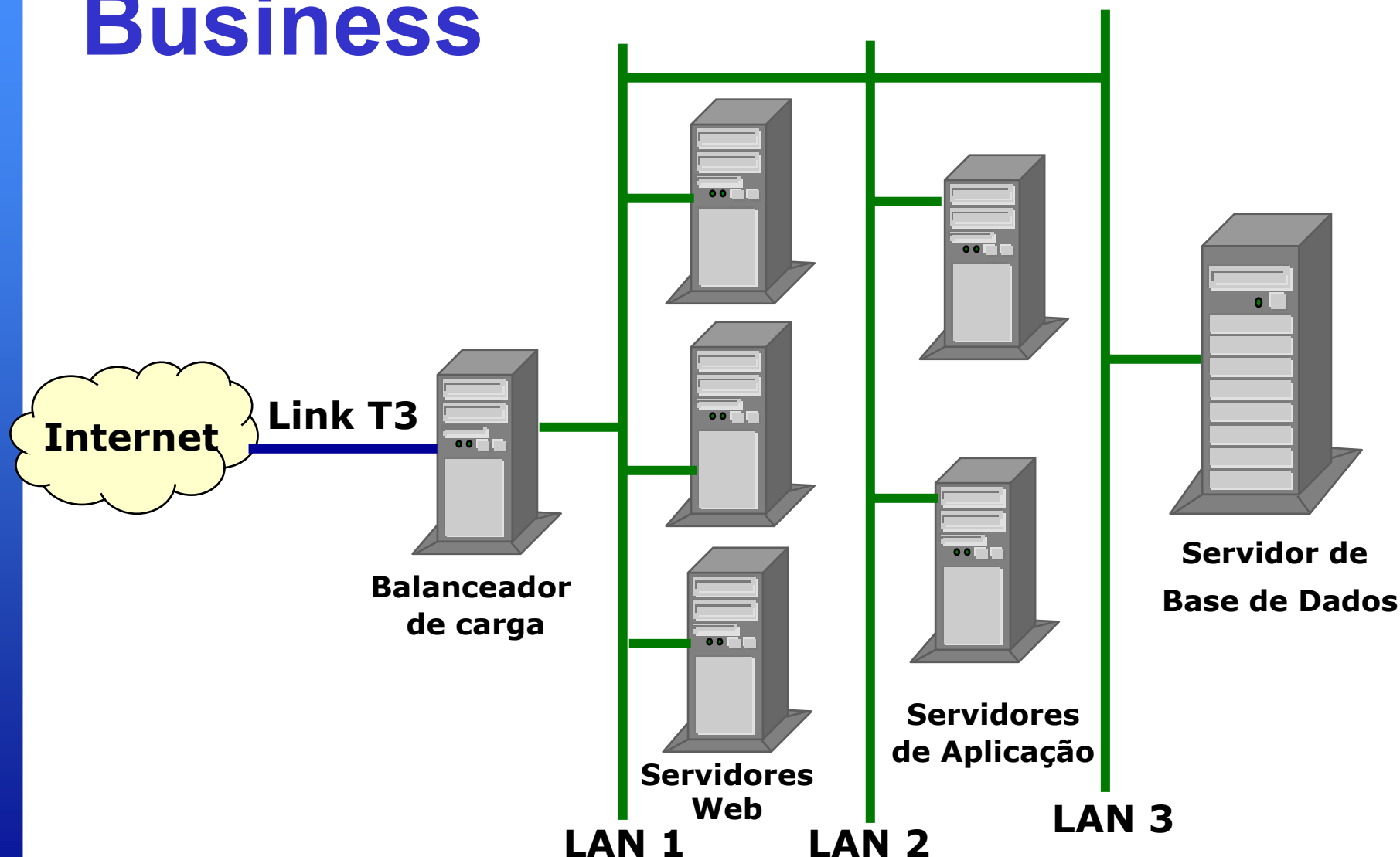
$$X = \frac{\text{VazãoFinanceira}}{\text{TamanhoSessão}} \cdot \frac{\text{VendaMédia}}{\text{BV}} = \frac{4,122}{8,144} \cdot \frac{225}{0,046} = 3,243$$

$$X = 3,243 \text{ transações/segundo}$$

# Predição do Desempenho do Site

- Considerando que nos horários de pico o sistema deve suportar uma carga 20 vezes maior que a normal, deve-se verificar se o sistema garante a vazão  $3,243 * 20 = 64,86$  com tempo de resposta aceitável ao usuário.
- Desta forma,  $X_{\text{pico}} = 64,86$

# Estrutura do Site de E-Business



# Demandas de Serviço para uma Transação

- Através de softwares de monitoração podemos determinar o tempo médio de serviço das diversas Transações Busca

# Demandas de Serviço para uma Transação

- Considerando a Transação de Busca

| Componente                | Processador (mseg) | E/S (mseg) |
|---------------------------|--------------------|------------|
| Servidores Web            | 5,2                | 9,5        |
| Servidores de Aplicação   | 14,0               | 10,0       |
| Servidor de Base de Dados | 14,1               | 31,0       |

# Demandas de Comunicação

- Considerando a Transação de Busca

| Rede    | Demandas<br>(mseg) |
|---------|--------------------|
| LAN1    | 0,49               |
| LAN2    | 0,53               |
| LAN3    | 0,38               |
| Link T3 | 1,2                |

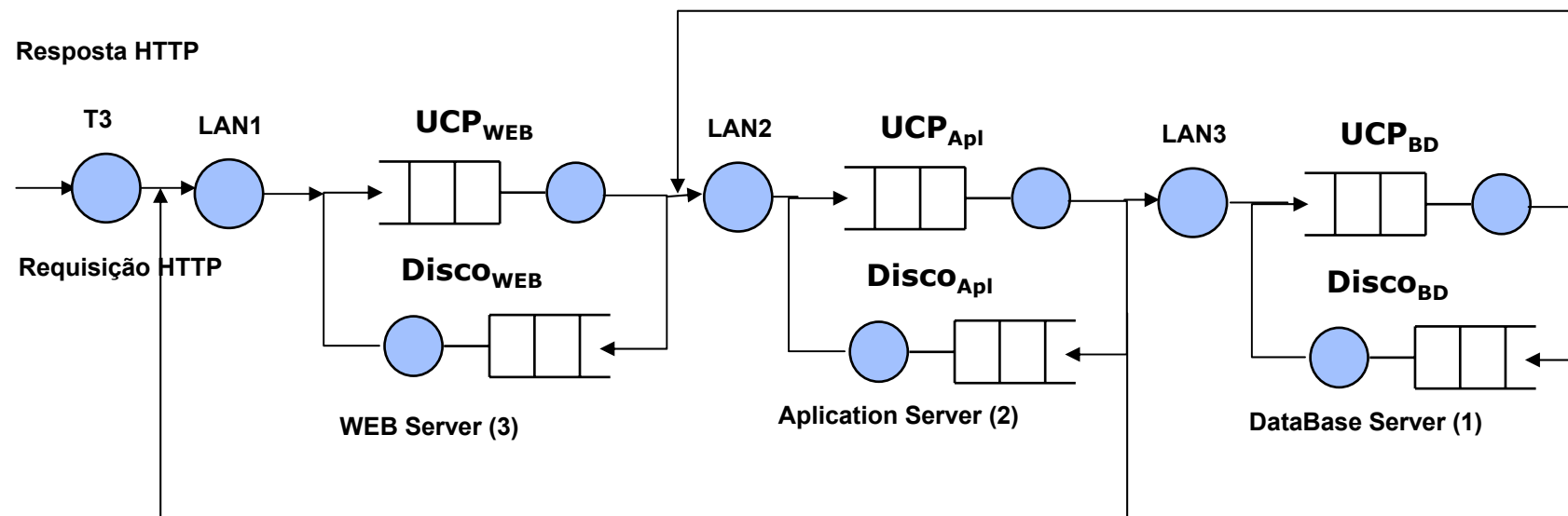
# Demandas de Comunicação

- A demanda de serviço de cada componente indica o tempo total consumido pelo componente para a execução da transação considerando as diversas visitas ao mesmo.
- A vazão atual do sistema é  $X=3,243$  transações/segundo enquanto que o objetivo proposto é dimensionar o sistema para tratar a vazão de 64,86 transações/segundo
- O balanceador de carga tem a função distribuir as cargas entre os três diferentes servidores Web.



# Modelagem por Rede de Fila

- Em termos de redes de filas podemos representar o sistema de acordo com a figura:



# Análise de Gargalos

- O disco do servidor de Base de Dados é o gargalo do sistema pois tem a maior demanda que é

$$D_{\max} = 31 \text{ mseg/transação} = 0,031 \text{ seg/transação.}$$

- A vazão máxima do sistema é

$$X_{\max} = 1/D_{\max} = 1/0,031 = 32,258 \text{ transações/seg}$$

# Análise de Gargalos

- Podemos observar que esta vazão é inferior à vazão pretendida de 64,86. Para atender a esta vazão, a unidade de disco deve ser trocada por uma mais rápida. Podemos utilizar, por exemplo, um RAID com velocidade 4 vezes maior que o atual. Neste caso a demanda do disco será dividida por 4.

$$D_{\text{DiscoBD}} = 31/4 = 7,75 \text{ milisegundos}$$

# Análise de Gargalos

- Agora a maior demanda é da UCP do servidor de base de dados, isto é,

$D_{\max} = 14,1$  e, neste caso,

$X_{\max} = 1/D_{\max} = 1/0,0141 = 70,92$   
transações/seg

- Desta forma a vazão desejada é atendida.

# Leitura

Almeida, V.A.F., Menasce, D.A.,  
"Capacity Planning an Essential Tool  
for Managing Web Services", IT  
Professional, V. 4, N. 4, 2002, p. 33 -38.

# **Fim do Módulo**

## **Estudo de Caso 2: E-Business**