

# Modelagem e Simulação - INE 5425

## Atividade de Avaliação

### Projeto e programação de um simulador em linguagem de propósito geral

#### 1 Descrição do sistema a ser simulado

Desenvolva um modelo computacional numa linguagem de propósito geral, que permita a simulação do sistema descrito a seguir.

A rede de computadores mostrada na Figura 1 conecta a Internet, através de um *backbone* de 100 Mbps, os usuários internos de um local X, os quais estão conectados via uma rede local tipo *Ethernet* de 10 Mbps. O serviço de *e-mail* é realizado por um sistema batizado de *Smail*, com configurações estabelecidas pelos administradores desta rede.

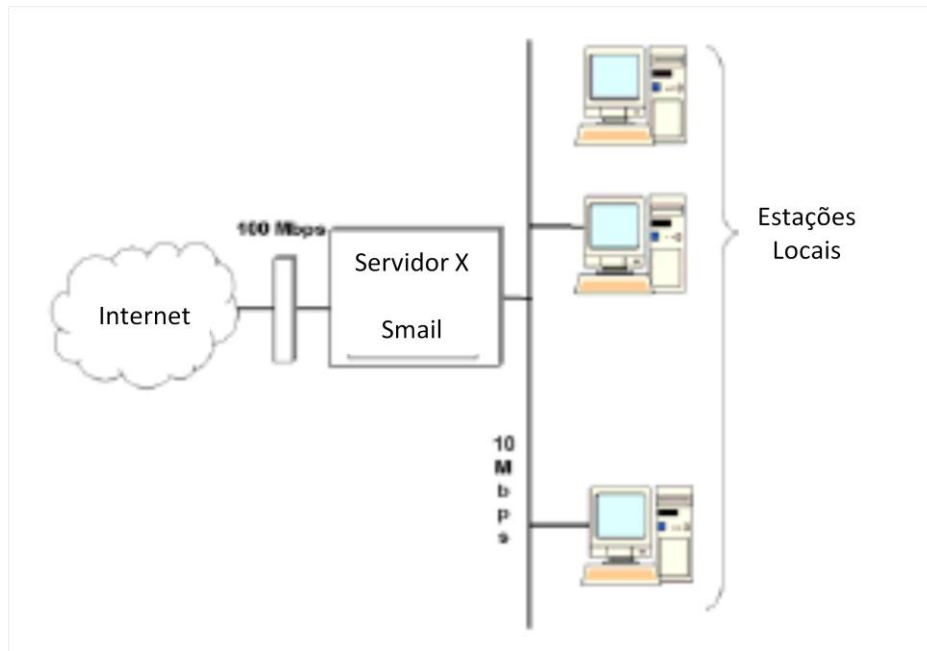


Figura 1: Visão geral da Rede

Uma mensagem de *e-mail* que chega ao Smail tem sempre remetente e destinatário que podem ser de dois tipos. Um remetente (ou destinatário) é do tipo local se seu endereço eletrônico pertence à rede X. Caso não pertença, o remetente (ou destinatário) será denominado remoto. Dessa forma, existem 4 possíveis direções de tráfego: LL, LR, RL e RR, com L e R indicando o usuário local e remoto, respectivamente.

Um exemplo do volume de tráfego em cada direção é apresentado na Tabela 1. Nesta, o tráfego de origem local representa 75% do total de mensagens. O tráfego RR corresponde ao redirecionamento, por usuários locais, de suas mensagens para um servidor externo. Também pode ter ocorrido falha no sistema que não impediu o tráfego de passagem, que não é autorizado pelos administradores da rede.

Tabela 1: Exemplo de Volume de tráfego

| Direção       | LL | LR | RL | RR |
|---------------|----|----|----|----|
| Proporção (%) | 50 | 25 | 15 | 5  |

As mensagens processadas podem resultar na ocorrência de um sucesso, caso que corresponde à entrega ao destinatário. Podem, também, resultar em fracasso, caso em que a mensagem é devolvida ao remetente. O fracasso na entrega da mensagem provém de uma condição que impossibilita a transmissão, tal como endereço inválido do destinatário. Existem ainda situações em que uma mensagem adia sua saída do sistema, em geral, devido a uma impossibilidade temporária de acessar o destinatário. A Tabela 2 mostra, para cada direção, um exemplo da proporção de adiamentos, falhas e sucessos de uma mensagem pelo sistema.

As mensagens adiadas retornam para um novo processamento após um tempo de espera que depende de quanto tempo já transcorreu desde sua entrada no sistema. Antes do prazo máximo de permanência ser excedido, as mensagens podem fazer várias passagens até saírem do sistema. Os adiamentos ocorrem em número reduzido na maioria das direções, mas afetam as médias das medidas de desempenho.

Tabela 2: Proporção de sucessos, falhas e adiamentos por direção da mensagem.

| Direção | Sucesso | Fracasso | Adiamento | Total  |
|---------|---------|----------|-----------|--------|
| LL      | 87,00   | 0,50     | 12,50     | 100,00 |
| LR      | 96,00   | 1,50     | 2,50      | 100,00 |
| RL      | 96,00   | 3,00     | 1,00      | 100,00 |
| RR      | 90,00   | 1,00     | 9,00      | 100,00 |

Uma mensagem adiada sempre sairá do sistema em algum momento futuro e, então, haverá falha ou sucesso na sua entrega.

Para simular o serviço de correio eletrônico, deve ser estabelecido um sistema de filas com um Centro de Recepção e dois Centros de Serviço (ver Figura 2). No Centro de Recepção a mensagem é classificada segundo a origem, o destino e o resultado de seu processamento.

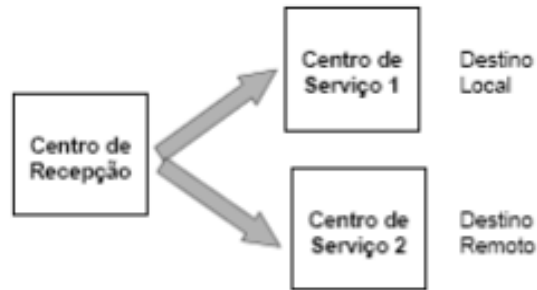


Figura 2: Modelo conceitual para o sistema de e-mail

Após passar pela recepção, a mensagem é enviada a um dos Centros de Serviço, de acordo com seu destino. Assim, todas as mensagens com destino local são processadas no Centro de Serviço 1 e as com destino remoto vão ao Centro 2. Dessa forma, é possível, por exemplo, que um centro esteja com mensagens na fila de espera e o outro vazio. Os centros de serviço são considerados como tendo, em termos práticos, capacidade ilimitada de espera (filas infinitas).

Os Centros de Serviço 1 e 2 podem ter inúmeros servidores. Por exemplo, 10 servidores no centro 1 e 20 no centro 2. O serviço em cada centro é feito em ordem de chegada a partir de uma fila única. O número de servidores em cada centro é definido por um parâmetro de configuração do sistema *Smail*. A Figura 3 apresenta um diagrama para o Centro de Serviço 1, que é análogo ao 2.

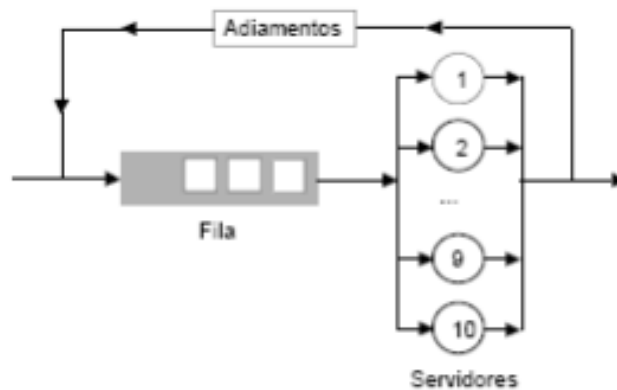


Figura 3: Centro de Serviço 1 (destino local)

Os tempos entre chegadas (em segundos) tanto das mensagens de origem local quanto remotas, devem ser modelados de acordo com uma Exponencial com média  $\lambda$ . A Tabela 4 apresenta exemplos de valores.

Tabela 4: Exemplos de valores dos tempos entre chegadas das mensagens

| Origem | TEC (seg.) |
|--------|------------|
| Local  | EXPO (0,5) |
| Remota | EXPO (0,6) |

O tempo de serviço de cada mensagem é seu processamento nos centros de Recepção e de Serviço, buscando a entrega ou o retorno ao usuário. Assuma que um tempo fixo é gasto pela mensagem na sua passagem pela Recepção. As mesmas distinções são feitas nos Centros de Serviço para a caracterização do tempo de serviço. Alguns exemplos de tempos e de suas possíveis funções de probabilidades são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Exemplos de funções de tempos serviço.

| Tipo de Processamento | Tempos (seg.) |                        |
|-----------------------|---------------|------------------------|
|                       | Recepção      | Centro de Serviço      |
| LLS                   | 0,12          | NORM(0,55; 0,05)       |
| LLF                   | 0,14          | TRIA(0,02; 0,05; 0,12) |
| LLA                   | 0,11          | UNIF(0,06; 0,15)       |
| LRS                   | 0,12          | NORM(0,65; 0,04)       |
| LRA                   | 0,13          | UNIF(0,16; 0,25)       |
| LRA                   | 0,15          | TRIA(0,05; 0,07; 0,10) |
| RLS                   | 0,12          | UNIF(0,03; 0,11)       |
| RLF                   | 0,14          | NORM(0,46; 0,05)       |
| RLA                   | 0,11          | NORM(0,72; 0,09)       |
| RRS                   | 0,16          | UNIF(0,09; 0,18)       |
| RRF                   | 0,13          | TRIA(0,08; 0,15; 0,22) |
| RRA                   | 0,16          | NORM(0,63; 0,04)       |

## 2. Requisitos do Simulador

O simulador desenvolvido deverá ser capaz de simular o sistema de filas, descrito na Figura 2, considerando as diferentes combinações de parâmetros e as condições descritas acima.

A interface do sistema é requisito fundamental. Durante a simulação, o ambiente deverá proporcionar ao seu usuário o acompanhamento da simulação. Para permitir que este possa medir o desempenho deste sistema, algumas variáveis de respostas devem ser acompanhadas e computadas. Considere as seguintes estatísticas:

- Número de Mensagens no Sistema (mínimo; máximo e média):* Ao longo do período simulado, o número de mensagens presentes no servidor se altera, podendo assumir diversos valores discretos. Os valores mínimos e máximos são respectivamente o menor e maior valor observado ao longo da simulação. Para se obter uma estatística do valor

médio, é necessário um acompanhamento (ao longo do período simulado) dos diversos valores assumidos e dos períodos de tempo ao longo dos quais estes permaneceram constantes. Em outras palavras, estas são variáveis dependentes do tempo. Sua obtenção requer o cálculo de uma média ponderada, cujos pesos serão parcelas (percentuais) do tempo total de observação (tempo simulado) nos quais a variável n.º de mensagens no sistema, permaneceu em determinado estado.

- b) *Taxa Média de Ocupação dos Centros*: Esta também é uma estatística dependente do tempo.
- c) *Tempo de Transito das Mensagens no Sistema (mínimo; máximo e médio)*: O tempo de uma mensagem no sistema é calculado desde o momento de sua chegada até seu despacho ao seu destino.
- d) *Contadores de Mensagens Despachadas* (trata-se de um simples acumulador).
- e) *Contador de Mensagens por tipo (mais acumuladores)*.

O programa deverá permitir que as estatísticas acima descritas sejam coletadas para que se possa fazer uma análise do desempenho deste sistema sob diferentes condições de funcionamento.

### **3. Itens que devem ser contemplados no seu programa:**

- a. Funcione de acordo com o enunciado (lógica);
- b. Permita que o usuário possa (de alguma forma) acompanhar a evolução da simulação (use variáveis na tela, gráficos, etc.);
- c. Permita que o usuário possa (de alguma forma) acompanhar o avanço do tempo com passo variável, de acordo com calendário de eventos;
- d. Permita a parada/continuação da simulação e a observação das estatísticas até aquele momento;
- e. Emita um relatório final contendo todas as estatísticas desejadas;
- f. Interface do usuário é muito importante em programas de simulação.

### **4. Forma de apresentação (entrega) do programa**

- 1. Via Internet (mail/anexado) ou uma informação de um link para baixá-lo, contendo o programa executável e todos os arquivos necessários à sua execução. É possível também prover a informação de um link que permita sua execução diretamente na web.
- 2. Considere que no computador, onde o teste será realizado, exista apenas o SO (Windows) disponível.
- 3. Considere que o usuário não conheça nenhuma linguagem de programação.
- 4. Um relatório contendo toda a documentação do programa (variáveis, parâmetros, rotinas, classes, objetos, fluxogramas das rotinas, etc.);
- 5. Um pequeno manual sobre como definir ou modificar parâmetros e executar o programa.