

No módulo de aprendizagem M9, foi demonstrado em detalhes como podemos modelar e analisar um sistema extraíndo índices de desempenho e descobrindo possíveis gargalos desse sistema a partir da descrição de uma problemática (no caso, um sistema de atendimento hospitalar).

Agora é a vez de você e sua equipe analisarem um modelo utilizando a técnica de simulação!

Para isso, a equipe deve escolher um problema (situação a ser analisada) e descrevê-lo de forma a montar o modelo de simulação. A análise deste modelo deve ser feita utilizando o simulador, onde então será possível obter a distribuição de probabilidades das filas, além da quantidade de perdas dos clientes, e consequentemente calcular os índices de desempenho das filas (população, vazão, utilização e tempo de resposta).

A ideia de análise deve ser a mesma apresentada no módulo de aprendizagem M9, no qual foi feita uma primeira análise do modelo e, então, após a identificação de possíveis gargalos (ou pontos de melhorias) nas filas, deve ser apresentado um modelo com melhorias, comparando a situação atual com a situação futura de melhoria.

A escolha do sistema (problemática) a ser modelado pode ser de qualquer natureza. Mas algumas restrições devem ser respeitadas, tais como:

- O modelo deve ter **no mínimo 3 filas**, e elas **não** podem ser em **tandem** ou de fluxo “contínuo” igual a um sistema de produção “simples”, ou seja, **deve haver algum “retorno”** de clientes entre as filas.
- Você deve apresentar o desenho completo da rede de filas, especificando para cada fila o intervalo de tempo de atendimento, capacidade (finita ou infinita), número de servidores, bem como os intervalos dos tempos de chegadas do exterior nas filas. Utilize notação de Kendall para facilitar a descrição das filas no desenho do modelo. Deve também constar no desenho as probabilidades de roteamento entre as filas.

Para a análise do modelo simulado deste trabalho, vocês devem utilizar ou o simulador desenvolvido por vocês, ou o simulador disponível no módulo de aprendizagem M3. Nesse sentido, caso a equipe não se sinta confiante nos resultados apresentados pelo simulador proposto pelo grupo (ou mesmo não

tenham desenvolvido o simulador), vocês ainda podem utilizar o simulador que foi disponibilizado para a realização deste trabalho.

Atenção, esses itens devem ser observados na resolução da proposta, pois constituem os critérios de avaliação da atividade:

1. Uma **apresentação** (pode ser um PPT ou PDF) contendo **no mínimo** os seguintes slides:

- **Capa** (título do trabalho e nome dos integrantes do grupo).
- **Descrição** da realidade a ser simulada.
- **Modelo (desenho)** da rede de filas da realidade simulada.
- **Resultados** da simulação: probabilidades dos estados das filas, índices de desempenho (população, vazão, utilização e tempo de resposta) das filas mais pertinentes no problema.
- **Proposta de melhoria:** identificar claramente no modelo (desenho) quais são os parâmetros (capacidade, servidores, probabilidade de roteamento, entre outros) que estão sendo alterados no modelo.
- **Comparação dos resultados** entre as simulações (modelo inicial e modelo melhorado).
- **Conclusões** finais.

**ATENÇÃO:** as fórmulas dos índices de desempenho (população, vazão, utilização e tempo de resposta) são aquelas apresentadas no módulo de aprendizagem M9. Importante prestar atenção na conversão do tempo médio de atendimento para determinar-se a taxa média de atendimento (MU) das filas, utilizadas no cálculo da vazão das filas.

MODELO:

## **Proposta de Problemática: Análise de um Sistema de Suporte Técnico (Help Desk)**

### **1. Descrição do Problema (Situação Atual)**

A "InovaTech", uma empresa de software em crescimento, está enfrentando problemas de escalabilidade em seu sistema de suporte ao cliente. Os clientes estão reclamando de longos tempos de espera para a resolução de problemas mais complexos. O processo de suporte é dividido em três níveis:

- **Nível 1 (N1):** Atendentes de primeira linha que resolvem problemas comuns e rápidos.
- **Nível 2 (N2):** Especialistas técnicos que investigam problemas mais complexos escalados pelo N1.
- **Engenharia (ENG):** A equipe de desenvolvimento que corrige bugs de software escalados pelo N2.

O fluxo de tickets não é linear. Um ticket pode ser escalado para um nível superior e, após a resolução, precisa voltar a um nível inferior para que a comunicação seja feita ao cliente. O objetivo é modelar o sistema atual, identificar o gargalo que está causando a insatisfação dos clientes e propor uma melhoria viável.

### **2. Desenho e Modelo da Rede de Filas**

Aqui está o modelo do sistema atual, pronto para ser inserido no main do seu simulador.

#### **Parâmetros do Modelo:**

- **Chegadas de Clientes (Tickets):**
  - As chegadas ocorrem apenas na Fila 1 (N1).
  - **Tempo entre chegadas:** Uniforme entre 5 e 10 minutos.
- **Fila 1: Suporte Nível 1 (N1)**
  - **Descrição:** Atendimento inicial para triagem e resolução de problemas simples.
  - **Notação de Kendall:** G/G/3
  - **Servidores:** 3 atendentes.
  - **Capacidade:** Infinita.

- **Tempo de Atendimento:** Uniforme entre 10 e 20 minutos.
- **Roteamento de Saída:**
  - **70%** dos tickets são resolvidos e **saem do sistema**.
  - **30%** são complexos e escalados para a **Fila 2 (N2)**.
- **Fila 2: Suporte Nível 2 (N2)**
  - **Descrição:** Análise técnica aprofundada dos tickets escalados.
  - **Notação de Kendall:** G/G/2/20
  - **Servidores:** 2 especialistas.
  - **Capacidade:** 20 tickets (em espera + em atendimento).
  - **Tempo de Atendimento:** Uniforme entre 30 e 60 minutos.
  - **Roteamento de Saída:**
    - **65%** dos tickets são resolvidos e **saem do sistema**.
    - **35%** são identificados como bugs e escalados para a **Fila 3 (ENG)**.
- **Fila 3: Engenharia (ENG)**
  - **Descrição:** Correção de bugs no software.
  - **Notação de Kendall:** G/G/2
  - **Servidores:** 2 desenvolvedores.
  - **Capacidade:** Infinita.
  - **Tempo de Atendimento:** Uniforme entre 60 e 240 minutos (1 a 4 horas).
  - **Roteamento de Saída:**
    - **100%** dos tickets corrigidos **retornam para a Fila 2 (N2)**. Isso representa a necessidade do especialista (N2) validar a correção e comunicar formalmente a solução ao cliente. Este é o principal "retorno" do sistema.

### 3. Hipótese do Gargalo (O que analisar)

A hipótese inicial é que a **Fila 2 (Suporte Nível 2) é o principal gargalo do sistema**. Isso se deve a três fatores combinados:

1. Recebe uma carga considerável da Fila 1 (30% de todos os tickets).

2. Possui um tempo de serviço relativamente alto (30-60 min).
3. Recebe de volta **toda a carga** da Fila 3, sobrecarregando seus poucos servidores para uma tarefa de baixo valor agregado (apenas comunicar a resolução).

A simulação do cenário atual deve confirmar isso através de altos valores para:

- **População média** na Fila 2.
- **Tempo de resposta** para tickets que passam pela Fila 2.
- **Utilização** dos servidores da Fila 2 (provavelmente próxima de 100%).
- Possivelmente, um número de **perdas** se a capacidade for atingida.

#### 4. Proposta de Melhoria (Situação Futura)

Em vez de simplesmente contratar mais especialistas para o Nível 2 (uma solução cara), a "InovaTech" decide investir em **treinamento para a equipe de Nível 1**. O objetivo é capacitá-los a resolver uma porção maior dos tickets, reduzindo a carga de escalção para o Nível 2.

##### Mudança no Modelo:

A única alteração no modelo é na **probabilidade de roteamento da Fila 1**.

- **Roteamento de Saída da Fila 1 (Cenário Antigo):**
  - 70% resolvido
  - 30% escalado para N2
- **Roteamento de Saída da Fila 1 (Cenário de Melhoria):**
  - **85%** resolvido (melhora de 15%)
  - **15%** escalado para N2 (redução pela metade)

Todos os outros parâmetros (servidores, tempos de atendimento, etc.) permanecem os mesmos.

#### 5. Análise e Comparação

A equipe deverá:

1. Rodar a simulação com os parâmetros da **Situação Atual**.
2. Coletar e calcular os índices de desempenho de todas as filas.
3. Analisar os resultados para confirmar se a Fila 2 é, de fato, o gargalo.

4. Rodar a simulação novamente com a **Situação Futura** (alterando apenas a matriz de roteamento).
5. Coletar os novos índices de desempenho.
6. **Comparar os resultados** lado a lado, focando em como a melhoria impactou a Fila 2. Espera-se uma redução drástica no tempo de resposta e na população média da Fila 2, validando a eficácia do treinamento proposto.

Esta problemática cumpre todos os requisitos do trabalho: tem 3 filas, um fluxo com retorno (ENG -> N2) e uma clara oportunidade de análise e melhoria.

### **Cenário 1: Situação Atual (Antes da Melhoria)**

#### **Chegadas Externas:**

- **Fila de Destino:** Apenas Fila 1 (N1)
- **Tempo entre Chegadas:** Uniforme(5, 10) minutos

#### **Fila 1: Suporte Nível 1 (N1)**

- **Servidores:** 3
- **Capacidade:** Infinita
- **Tempo de Atendimento:** Uniforme(10, 20) minutos
- **Roteamento de Saída:**
  - **Para Fila 2 (N2):** 30%
  - **Para Fora do Sistema:** 70%

#### **Fila 2: Suporte Nível 2 (N2)**

- **Servidores:** 2
- **Capacidade:** 20
- **Tempo de Atendimento:** Uniforme(30, 60) minutos
- **Roteamento de Saída:**
  - **Para Fila 3 (ENG):** 35%
  - **Para Fora do Sistema:** 65%

#### **Fila 3: Engenharia (ENG)**

- **Servidores:** 2
  - **Capacidade:** Infinita
  - **Tempo de Atendimento:** Uniforme(60, 240) minutos
  - **Roteamento de Saída:**
    - **Para Fila 2 (N2):** 100%
- 

### **Cenário 2: Situação com Melhoria (Após o Treinamento)**

A única alteração ocorre no roteamento de saída da Fila 1. Todos os outros parâmetros (chegadas, servidores, capacidade e tempos de atendimento de todas as filas, e o roteamento das Filas 2 e 3) **permanecem idênticos** ao cenário anterior.

#### **Fila 1: Suporte Nível 1 (N1) - *PARÂMETRO ALTERADO***

- **Servidores:** 3 (inalterado)
- **Capacidade:** Infinita (inalterado)
- **Tempo de Atendimento:** Uniforme(10, 20) minutos (inalterado)
- **Roteamento de Saída:**
  - **Para Fila 2 (N2):** 15% (reduzido)
  - **Para Fora do Sistema:** 85% (aumentado)