

Aula 4: Laboratório com OPNET - Disciplinas de filas

O objetivo deste laboratório, proposto por [Noam03], é verificar o comportamento de diferentes disciplinas de filas na entrega e atraso de pacotes de diferentes tipos de aplicações.

1 OPNet - Simulador

O OPNet é um simulador para redes de computadores. Com ele é possível estudar diversos protocolos de redes (cabeadas ou sem fio), visualizar os mecanismos do TCP/IP, entre outros. Trata-se de um software proprietário, porém existe uma versão gratuita para ser utilizada no ensino. A versão acadêmica chama-se *OPNet IT Guru Academic Edition*, e pode ser obtida em <http://www.opnet.com>. Para usá-la deve-se fazer um cadastro prévio, com que se pode obter a licença de uso.

Instalação no Linux

O OPNet foi desenvolvido para o sistema operacional Windows, porém usando o software Wine é possível executá-lo no Linux. Ele foi instalado nos computadores do laboratório, e pode ser executado clicando-se no ícone "Opnet" da Área de Trabalho. Esse ícone corresponde a um shell script, que executa o Opnet por meio do wine.

2 Preparação do laboratório

O OPNet trabalha com **projetos** que reúnem diversos cenários. Diferentes cenários podem ser configurados quando se deseja comparar uma mesma rede sob diferentes configurações. Por exemplo, podem-se realizar experimentos com diferentes disciplinas de enfileiramento de pacotes nos roteadores.

Neste laboratório iremos criar um cenário composto por três máquinas clientes, dispostas em uma rede local, três máquinas servidoras, dispostas em outra rede e dois roteadores interligando essas redes. Serão realizados experimentos com aplicações FTP, transmissão de vídeo e VoIP. Este cenário será replicado para cada uma das seguintes disciplinas de filas:

- FIFO, Enfileiramento prioritário e enfileiramento justo ponderado (WFQ)

2.1 Criando um projeto

1. Abra o OPNet e clique no menu **File** ⇒ **New**. Escolha **Project** e clique em **OK**;
2. Coloque o nome do projeto como **aula04** e do cenário como **fifo**;
3. Selecione **Create Empty Scenario** e clique em **Next**. Selecione **Campus** e clique em **Next** três vezes e depois em **Ok**.

2.2 Criando a rede

1. Na paleta **internet_toolbox** adicionar os seguintes elementos:
 - **Application config, Profile Config, QoS Attribute Config**, cinco estações **ethernet_wkstn**, um servidor **ethernet_server** e dois roteadores **ethernet4_slip8_gtwy**;
 - Conecte os dois roteadores através do enlace bidirecional **PPP_DS1**;
 - Conecte as estações e o servidor aos roteadores usando o enlace bidirecional **10Base_T**;
 - Renomeie os elementos de acordo com a figura 1.
2. Salve o projeto

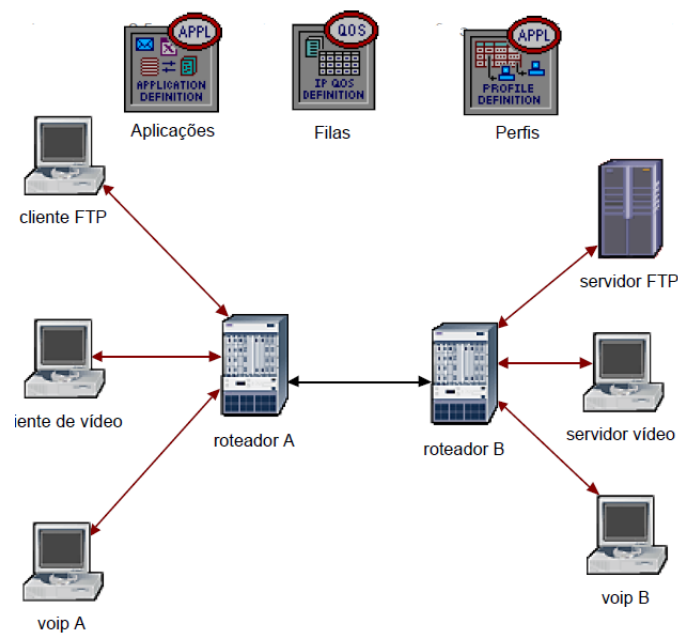


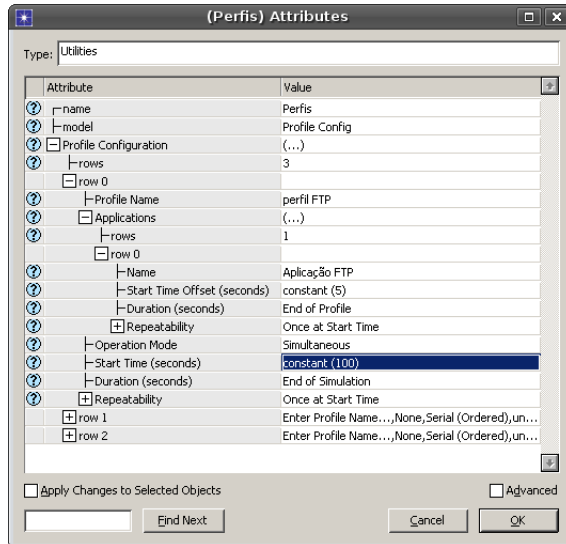
Figura 1: Elementos da rede

2.3 Configurando as aplicações

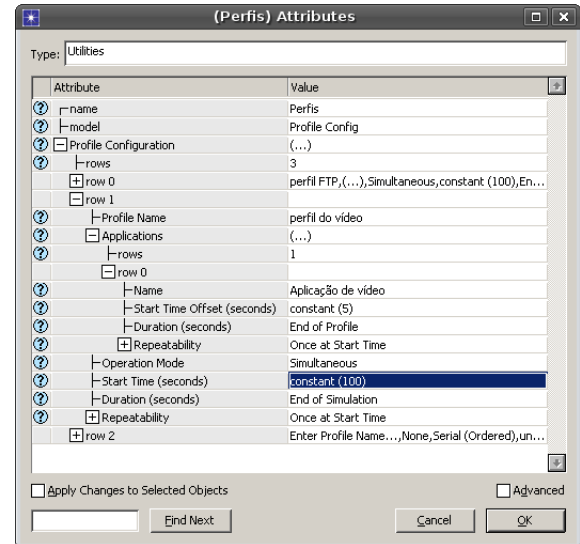
1. Clique com o botão direito sobre o nó **Aplicações** e escolha **Edit Attributes** e abra **Application Definitions**. Modifique o parâmetro **rows** para 3 e dê os seguintes nomes para cada linha (row): **Aplicação FTP**, **Aplicação de vídeo** e **Aplicação VoIP**;
2. Clique na linha **Aplicação FTP**, abra **Description** e atribua **High Load** para **FTP**. Clique sobre **High Load** e escolha **Edit**, atribua **Constant(10)** para **Inter-Request Time** e atribua **Constant(1000000)** para **File Size**. Deixe o **Type of Service (ToS)** como **Best Effort (0)**;
3. Na linha **Aplicação de vídeo**, abra **Description** e atribua **Low Resolution Video** para **Video Conferencing**. Clique em **Low Resolution Video** e escolha **edit**. Altere o valor do campo **Type of Service** e escolha **Streaming Multimedia(4)** e clique em **OK** duas vezes;
4. Na linha **Aplicação VoIP**, abra **Description** e escolha **PCM Quality Speech** para **Voice**.

2.4 Configure os perfis (Profile)

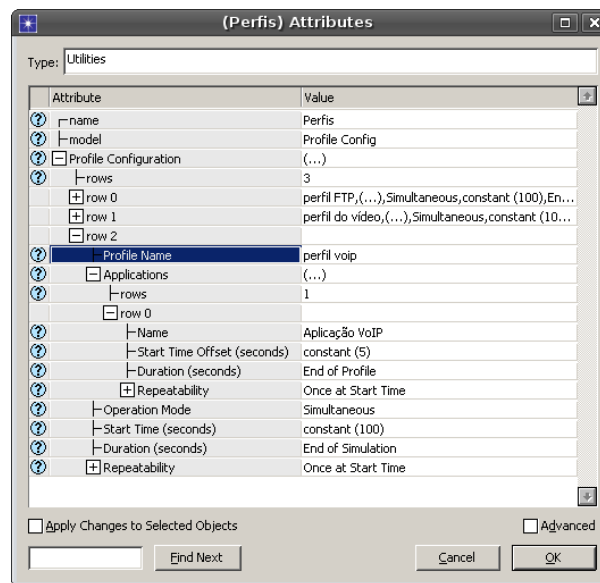
1. Botão direito sobre o nó **Perfis** e escolha **Edit Attributes**, abra **Profile Configuration** e atribua 3 para **rows**;
2. Configure as 3 linhas de acordo com as figuras 2(a), 2(b) e 2(c).



(a) Perfil da aplicação FTP



(b) Perfil da aplicação de vídeo



(c) Perfil da aplicação VoIP

Figura 2: Configurando o perfil de funcionamento das aplicações

Clique em **OK** e salve o projeto.

2.5 Configurando as estações e os servidores

1. Botão direito sobre o **cliente FTP** ⇒ **Edit Attributes**, abra **Application Supported Profiles**, defina **rows** com 1 e coloque o nome como **Perfil FTP** em **Profile Name**;

2. Botão direito sobre o **cliente de vídeo** ⇒ **Edit Attributes**, abra **Application Supported Profiles**, defina **rows** com 1 e coloque o nome como **Perfil de vídeo** em **Profile Name**;
3. Botão direito sobre o **VoIP A** ⇒ **Edit Attributes**, abra **Application Supported Profiles**, defina **rows** com 1 e coloque o nome como **Perfil VoIP** em **Profile Name**;
 - Abra **Application Supported Services**, defina **rows** com 1 e defina o nome **Aplicação VoIP** em **Service Name**, clique em OK duas vezes.
4. Botão direito sobre o **VoIP B** ⇒ **Edit Attributes**, abra **Application Supported Profiles**, defina **rows** com 1 e coloque o nome como **Perfil VoIP** em **Profile Name**;
 - Abra **Application Supported Services**, defina **rows** com 1 e defina o nome **Aplicação VoIP** em **Service Name**, clique em OK duas vezes.
5. Botão direito sobre o **servidor FTP** ⇒ **Edit Attributes**, abra **Application Supported Services**, defina **rows** com 1 e coloque o nome como **Aplicação FTP** em **Service Name**, clique em OK duas vezes;
6. Botão direito sobre o **servidor vídeo** ⇒ **Edit Attributes**, abra **Application Supported Services**, defina **rows** com 1 e coloque o nome como **Aplicação de vídeo** em **Service Name**, clique em OK duas vezes;
7. Salve o projeto

2.6 Configurando os roteadores

1. Clique sobre o enlace entre os roteadores A e B e no menu **Protocols** clique em **IP** ⇒ **QoS** ⇒ **Configure QoS**. Deixe como ilustrado pela figura 3 . A cor do enlace ficará azul (FIFO).

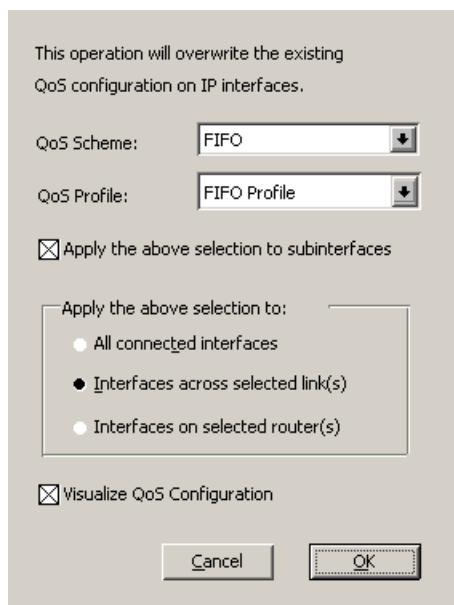


Figura 3: Configuração do enlace FIFO

2.7 Escolhendo as estatísticas a serem colhidas

1. Botão direito sobre qualquer área vazia do projeto e selecione **Choose Individual Statistics**;
2. Marque as opções de acordo com a figura 4

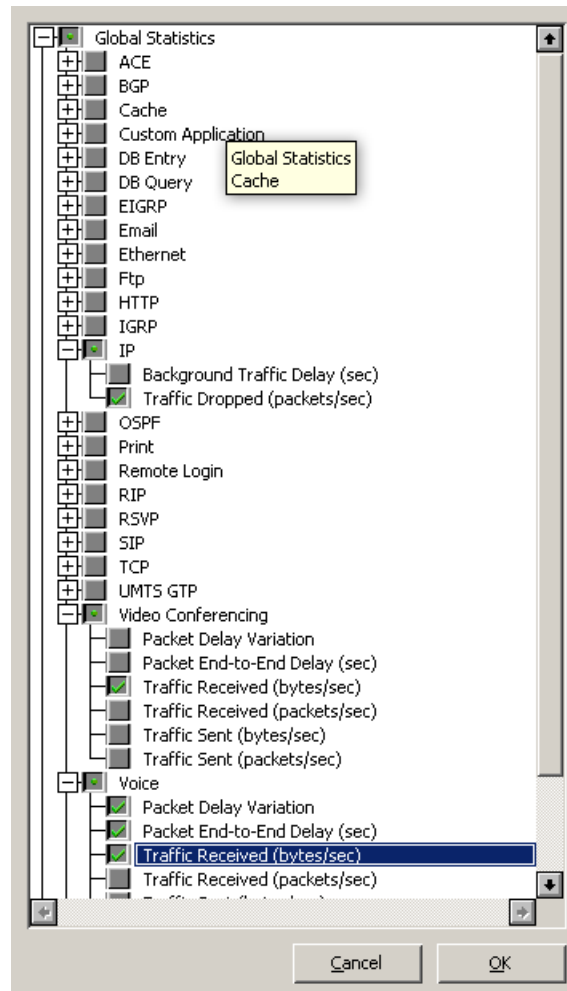


Figura 4: Estatísticas a serem colhidas

2.8 Configurando a simulação

Será necessário configurar a duração da simulação, para isso siga os passos:

1. Clique sobre o ícone **configure/run simulation** na barra de ferramentas;
2. Defina a duração em 150 segundos
3. Clique em ok e salve o projeto

2.9 Duplicando o cenário

Iremos duplicar todo o cenário para que possamos simular também as outras disciplinas de filas.

1. Clique no menu **Scenários** ⇒ **Duplicate Scenario**, dê o nome **PQ** e clique em **OK**;
 - (a) Clique sobre o enlace entre os roteadores A e B e no menu **Protocols** clique em **IP** ⇒ **QoS** ⇒ **Configure QoS**. Deixe como ilustrado pela figura 5 . A cor do enlace ficará laranja (*priority queueing*).

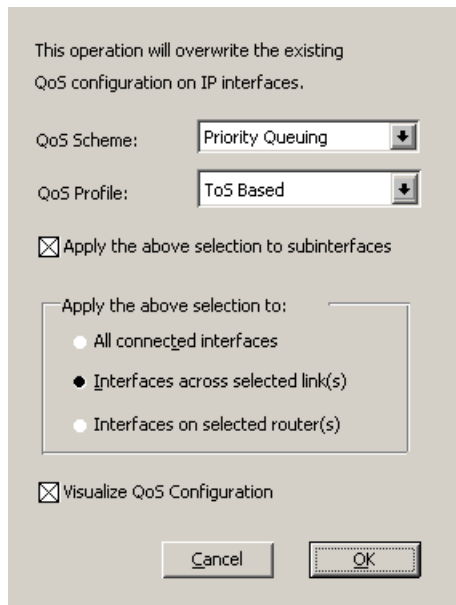


Figura 5: Configuração do enlace Enfileiramento prioritário

2. Clique no menu **Scenários** ⇒ **Duplicate Scenario**, dê o nome **WFQ** e clique em **OK**;
 - (a) Clique sobre o enlace entre os roteadores A e B e no menu **Protocols** clique em **IP** ⇒ **QoS** ⇒ **Configure QoS**. Deixe como ilustrado pela figura 6 . A cor do enlace ficará verde (*wfq*).

3. Salve o projeto

2.10 Executando a simulação

Para rodar as simulação nos três cenários de forma simultânea, faça:

1. Clique no menu **Scenários** ⇒ **Manage Scenarios**;
2. Altere os valores da coluna **Results** para <collect> (ou <recollect>) para os três cenários;
3. Clique em **OK** para rodar as três simulações, isto pode demorar um pouco;
4. Depois de terminado, clique em **Close** e salve o projeto;

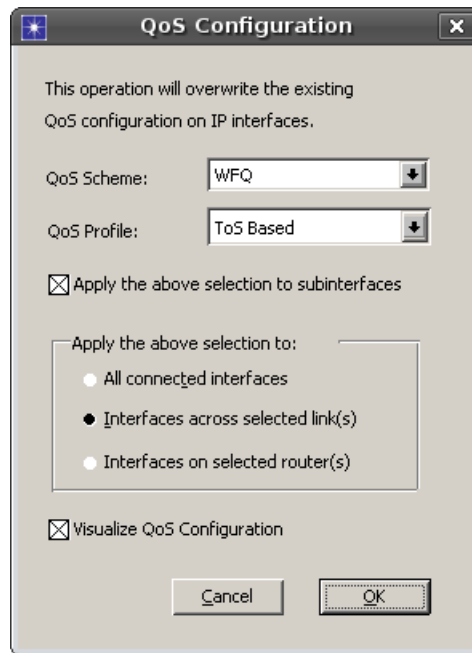


Figura 6: Configuração do enlace Enfileiramento justo ponderado

2.11 Visualizando os resultados

1. Clique no menu **Results** ⇒ **Compare Results**;
2. Selecione a estatística **IP Traffic Dropped** e clique em **Show**
3. Crie os gráficos
 - (a) **Video Conferencing Traffic Received**
 - (b) **Voice Traffic Received**
 - (c) **Voice Packet End-to-End Delay**
 - (d) **Voice Packet Delay Variation**

3 Questões

1. Analise os gráficos obtidos e verifique a sobreposição para os gráficos **Voice Packet End-to-End Delay** e **Voice Packet Delay Variation**. Compare as três disciplinas de filas e explique seus efeitos para o desempenho nos três tipos de aplicações;
2. Edite o objeto **Filas** e verifique os perfis atribuídos para as disciplinas **FIFO**, **PQ** e **WFQ**. Para cada perfil responda as seguintes questões:
 - (a) Quantas filas estão associadas com cada disciplina?
 - (b) Neste laboratório foi usado o **ToS** para identificar a prioridade e o peso nas disciplinas **PQ** e **WFQ**, respectivamente. Quais outros parâmetros poderiam ser utilizados para identificar a prioridade e o peso?
 - (c) No **PQ**, quais são as filas configuradas para servir diferentes valores para o **ToS**?
 - (d) No **WFQ**, quais são as filas configuradas para servir diferentes valores para o **ToS**?

3. Para os três cenários, escolha a estatística **queuing delay** < -- (está sobre a opção **Link Statistics** ⇒ **point-to-point**) para o enlace entre os roteadores A e B. Rode novamente a simulação e gere o gráfico que compara o atraso no enfileiramento para todas as disciplinas de filas (cenários).

Referências

- [Noam03] Noam Koenigstein. *Laboratórios com OPNet – Queuing Disciplines*. Tel-Aviv University 2003.