

Apresentação

Em uma rede de computadores, principalmente na internet, as informações trafegam por meio de fluxos de dados. Porém, nem todo fluxo de dado é igual a outro. Na grande maioria das vezes, os fluxos são originados das aplicações de usuário. Geralmente, fazer uma ligação por videochamada ou usar *streaming* de áudio ou vídeo sem interrupções é mais importante do que fazer um *download* de arquivo. Esse cenário só é possível devido aos recursos de rede que permitem que o tráfego de dados seja priorizado.

O recurso de qualidade do serviço (QoS, do inglês *quality of service*) é empregado por meio de algumas técnicas e serve para classificar, marcar e fazer policiamento dos pacotes que trafegam pela rede, para que recebam tratamento diferenciado nos roteadores. Por meio de uma implantação de QoS em uma rede, pode-se ter uma excelente experiência de *streaming* de vídeo enquanto um arquivo grande está sendo baixado. Ela também permite, por exemplo, que a sua navegação não se torne lenta enquanto há um usuário jogando jogos *on-line*.

Uma técnica muito utilizada no QoS é a classe de serviço. Essa técnica faz uso de categorias estabelecidas de acordo com as características do fluxo de dados, como *jitter*, atraso, perda de pacotes ou largura de banda. As classes de serviço, então, são aplicadas nos roteadores ao longo do percurso da origem até o destino, resultando em uma qualidade de serviço na rede. Aplicações que contam com videochamada, telefonia IP (*Internet Protocol*), *streaming* de vídeo e áudio, *download* de arquivos, navegação por páginas *web* e comunicação via *e-mail*, por exemplo, geram fluxos de dados. Assim, esses fluxos são tratados nos roteadores por meio da implementação de classes, com o objetivo de priorização do tráfego, para gerar uma boa experiência de uso por parte dos usuários finais.

Nesta Unidade de Aprendizagem, você vai compreender os requisitos associados a um projeto de QoS. Você também vai entender o conceito de classe de serviços em QoS e vai poder identificar as diretrizes de configuração de classes em uma rede de computadores.

Bons estudos.

Ao final desta Unidade de Aprendizagem, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Analisar as características de tráfego relevantes na definição do QoS.
- Organizar a construção de classes de serviços e sua configuração.
- Apontar as diretrizes de configuração de classes de serviço para os diferentes tipos de tráfego.

Desafio

Atualmente, com o aumento do uso da internet e o surgimento de novas tecnologias, mudanças significativas ocorrem no modo como as empresas propõem seus negócios no mercado de trabalho. Hoje, por razões como fidelização de clientes e liderança de mercado, grande parte das empresas oferecem serviços *on-line*. Nesse novo cenário, aumentou o número de aplicações *on-line*, e o resultado foi um aumento do fluxo variável e volumoso de dados, resultando em um gerenciamento qualificado desse fluxo.

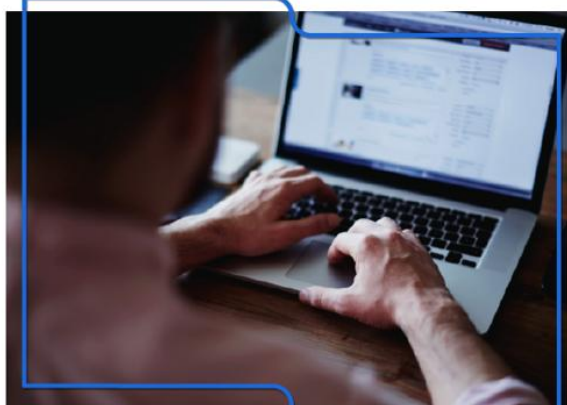
A empresa Solar Tecnologia é uma empresa que atua no ramo de tecnologia da informação (TI). O serviço principal é a **consultoria na área de redes de computadores** para pequenas e médias empresas da região norte do estado de São Paulo.



Entre elas, a Solar Tecnologia presta consultoria para uma empresa com matriz em São Paulo e filiais espalhadas pelo norte do estado. A empresa faz reuniões mensais com seus colaboradores via videoconferência, pois muitos colaboradores estão em regime *home office*.

Devido ao crescimento dos negócios, neste mês, a empresa abriu uma oportunidade para contratação de novos colaboradores especialistas em redes de computadores. Para ser contratado, o candidato deverá passar por algumas etapas no processo de contratação.

Uma das etapas é responder a questionamentos a respeito do QoS aplicado a redes de computadores. O motivo é simples: o histórico dos últimos serviços constata que **grande parte da demanda de serviços é a respeito de melhorias no desempenho das redes dos clientes**, devido às novas aplicações usadas pelos usuários e também pelas empresas.



Você é um profissional da área de redes de computadores e se candidata à vaga em questão. Assim, na etapa de Qos, você deve responder ao seguinte questionamento: se uma determinada classe *weighted fair queueing* (WFQ) não está usando sua largura de banda, outras classes podem usar a largura de banda? Justifique a sua resposta.

Infográfico

O *buffer* é um tipo de memória existente nos dispositivos de rede de computadores que ajuda na melhoria de desempenho, por exemplo, de um roteador. Roteadores têm *buffers* de entrada para armazenar os pacotes, tratá-los e encaminhá-los ao destino. Os pacotes são armazenados nos *buffers* em forma de filas. Existem diversas técnicas de filas que são aplicadas nos pacotes para que eles não sejam descartados pelos roteadores.

Veja no Infográfico a seguir os tipos de filas relacionados ao uso do recurso de QoS para a melhoria de congestionamento em uma rede de computadores.

TIPOS DE ENFILEIRAMENTO DE PACOTES

Uma fila é usada para armazenar o tráfego até que ele possa ser processado ou serializado. As interfaces do *switch* e do roteador têm **filas de entrada** (entrada) e **filas de saída** (saída). O QoS fornece aos *switches* e roteadores um mecanismo para enfileirar e atender ao tráfego de prioridade mais alta antes do tráfego de prioridade mais baixa. Veja a seguir:

Fila de espera justa ponderada (WFQ)

A fila de espera justa ponderada (WFQ, do inglês *weighted fair queue*) cria dinamicamente filas com base em fluxos de tráfego.

Os fluxos de tráfego são identificados com um valor *hash* gerado a partir dos seguintes campos de cabeçalho: endereço IP de origem e destino; porta de origem e destino TCP (ou UDP); número do protocolo IP ou valor do tipo de serviço definido por uma classe (voz, e-mail, etc.).

Assim que os fluxos são classificados, são enviados para a rede seguindo os recursos definidos e as suas respectivas prioridades.



Enfileiramento personalizado (CQ)

Uma forma menos estrita de enfileiramento é o enfileiramento personalizado (CQ, do inglês *custom queue*), que emprega uma metodologia de enfileiramento *round-robin* (RR) ponderado.

Cada fila é processada em ordem, mas cada uma pode ter um peso ou tamanho diferente (medido em *bytes* ou em número de pacotes). Cada fila processa todo o seu conteúdo durante sua vez. O CQ suporta no máximo 16 filas.

Para um CQ ser configurado, o tráfego deve primeiro ser identificado por protocolo ou com uma lista de acesso e, em seguida, colocado em uma fila personalizada.



Fila prioritária (PQ)

No algoritmo do tipo fila prioritária (PQ, do inglês *priority queue*), o tráfego de dados é atribuído a filas, geralmente usando listas de controle de acesso (ACLs, do inglês *access control lists*).

Os pacotes da fila Alta são sempre processados antes dos pacotes da fila Média. Da mesma forma, os pacotes da fila Média são sempre processados antes dos pacotes da fila Normal, etc. Lembre-se de que o tráfego dentro de uma fila é processado usando a metodologia de primeiro a entrar, primeiro a sair (FIFO, do inglês *first in, first out*).

Enquanto houver pacotes na fila Alta, nenhum pacote de nenhuma outra fila será processado. Mas, quando a fila Alta está vazia, os pacotes na fila Média são processados.



Primeiro a entrar, primeiro a sair (FIFO)

O algoritmo FIFO define que os primeiros pacotes de dados que entram pela interface de entrada do roteador, por exemplo, serão os primeiros a sair pela interface de saída.

Ele não requer configuração e simplesmente processa e encaminha os pacotes na ordem em que chegam. Se a fila ficar saturada, os novos pacotes que chegam na interface serão descartados.

Essa forma de enfileiramento pode ser insuficiente para aplicativos em tempo real, especialmente durante períodos de congestionamento.



Logo, por meio das técnicas de enfileiramento de pacotes de dados nos dispositivos de rede, o QoS permite que rajadas de dados, mesmo acima do limite, possam ser gerenciadas. Ainda, pacotes não precisam ser descartados ao longo do trajeto da origem até o destino.

Veja assuntos relacionados

ACL

A sigla ACL significa "lista de controle de acesso". O próprio nome define a sua função, já que as regras da ACL são configuradas para controlar o acesso dentro da rede (quais *hosts* são permitidos e quais não são). Às vezes, a ACL também é conhecida como *firewall* de filtro de pacote, pois ela filtra o pacote com base nas regras configuradas e decide qual pacote é permitido e qual pacote é negado. Quando ACLs são usadas para filtrar os pacotes, elas executam duas funções, dependendo da regra: permitir ou descartar o pacote. O termo "filtro de pacotes" significa simplesmente filtrar os pacotes.

Round-robin

O nome desse algoritmo vem do princípio *round-robin*, em que cada pessoa recebe uma parte igual de algo em turnos. É o algoritmo de agendamento mais antigo e simples, usado principalmente para sistemas multitarefa. Assim, cada processo é atribuído a um intervalo de tempo fixo para execução, que é chamado de *quantum*. O compartilhamento de tempo é o objetivo desse algoritmo. No algoritmo RR, cada processo é executado ciclicamente.

Camada de transporte

Com a crescente complexidade da internet e o uso em larga escala de computadores, vários programas são executados em computadores ao mesmo tempo. O tráfego é intenso entre os dispositivos conectados à internet, por exemplo. Podem existir conexões sem conexão e orientadas a conexão para um protocolo da camada de transporte. A camada de transporte é o centro de toda a hierarquia do protocolo. Dois protocolos exibem a camada de transporte: UDP (*User Datagram Protocol*), não orientado a conexão, e TCP (*Transmission Control Protocol*), orientado a conexão.



Aponte a câmera para o código e acesse o link do conteúdo ou clique no código para acessar.

Conteúdo do Livro

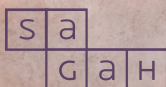
A internet é uma grande rede mundial que conecta outras redes, formando uma rede gigante, com milhares de usuários usando aplicações diversas. Essas aplicações geram diferentes fluxos de dados que, em muitos casos, precisam de tratamento especial nos roteadores até chegarem ao destino.

Esses fluxos de dados têm requisitos que determinam suas características, como atraso dos pacotes, *jitter*, perda de pacotes, confiabilidade da rede e largura de banda. Assim, esses fluxos precisam de tratamento especial ao longo do caminho pela rede nos roteadores. Esse tratamento é realizado para classificar um fluxo de dados em relação a outros. Nesse sentido, o QoS é usado como ferramenta para priorização dos fluxos de dados em uma rede de computadores, além de aplicar técnicas de classes de serviços relacionadas a um conjunto de características.

No capítulo **QoS em redes de computadores**, base teórica desta Unidade de Aprendizagem, você vai estudar as características dos fluxos de dados em QoS e vai compreender o uso das classes de serviços. Por fim, você vai conhecer as diretrizes de configuração associadas aos variados tipos de fluxo de dados.

Boa leitura.

PROJETO DE REDES DE COMPUTADORES



SOLUÇÕES
EDUCACIONAIS
INTEGRADAS

QoS em redes de computadores

Paulo Sérgio Pádua de Lacerda

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- > Analisar as características de tráfego relevantes na definição do QoS.
- > Organizar a construção de classes de serviços e sua configuração.
- > Apontar as diretrizes de configuração de classes de serviço para os diferentes tipos de tráfego.

Introdução

Na era da internet, a rede de computadores tornou-se um ativo essencial para o bom funcionamento dos negócios. Hoje, praticamente, qualquer tipo de comunicação é realizado via internet.

É fato que, com o passar do tempo, o tráfego não é mais o mesmo, pois, com o avanço das tecnologias e o crescimento da internet, diversos mecanismos de comunicação surgiram, como *streaming* de vídeo, telefonia IP (Internet Protocol), telemedicina, entre outros. Sem um bom funcionamento de uma rede de computadores, uma empresa está *off-line*, ou seja, sem conexão com o mundo.

Nesse novo cenário, a rede de computadores deve ser gerenciada de modo a permitir que tráfegos de alguns serviços tenham prioridade sobre o tráfego de outros para que os serviços disponibilizados e utilizados pelos usuários na rede sejam de boa qualidade. Portanto, a qualidade de serviços (QoS) em uma rede de computadores garante que os serviços considerados críticos tenham desempenho satisfatório por meio de um conjunto de mecanismos.

Neste capítulo, você vai estudar as características essenciais de tráfego em uma rede de computadores que definem o QoS, vai reconhecer o que são classes

de serviços e suas configurações e vai identificar as diretrizes usadas em classes de serviços para os diferentes tipos de classes.

Características de tráfego

Você já imaginou uma organização com uma rede de computadores sem qualquer tipo de controle? Quais são os problemas que poderiam ocorrer? Por quê? Como resolvê-los? Nesta seção, veremos os problemas que ocorreriam caso não houvesse qualquer tipo de controle nessa rede de computadores.

Imagine que nessa rede corporativa há somente um *link* de acesso de internet. Todos os acessos são compartilhados pelos colaboradores por esse *link*. Diversos serviços são usados pelos usuários, como *download* de arquivos ou vídeos, acesso a páginas de internet, uso do sistema administrativo, envio de dados para impressão, acessos a videoconferência, bem como os dados de controle da própria rede. Nesse cenário, todos os serviços são concorrentes uns dos outros na rede e são executados em paralelo. Com resultado dessa concorrência ou falta de priorização de tráfego, alguns desses serviços podem ter o desempenho falho e não ser executados de forma correta. Por exemplo, uma chamada de videoconferência pode ser comprometida, pois algum colaborador está fazendo *download* de episódios de um *streaming* de vídeo, ou outro demorar a fazer conexão na rede devido ao congestionamento.

Então, sem um controle, cada fluxo de serviço vai demandar da rede algumas características como confiabilidade, atraso, *jitter* e largura de banda; em contrapartida, a rede não consegue individualizar essas características para cada serviço. Por essa razão, há a necessidade de controle do fluxo de uma rede de computadores levando-se em consideração as características de um fluxo de dados (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

Logo, pode-se definir qualidade de serviços (QoS) em uma rede de computadores como os mecanismos usados para determinar prioridade de fluxo de dados, garantindo a qualidade de serviços disponibilizados em uma rede.

Hoje, esse fluxo de dados tem crescimento exponencial e gera muito tráfego na rede, muito em razão do crescimento de usuários conectados à internet e do aumento de uso de aplicações geradoras de tráfego de dados, como redes sociais, videoconferência, jogos *on-line*, telemedicina, etc. Muitos desses fluxos de dados exigem da rede um tratamento especial com relação ao tráfego e não aceitam variação de atraso no fluxo de dados (*jitter*), atrasos, falta de largura de banda e perdas de pacotes de dados (COMER, 2016).

De acordo com a RFC 4594 de 2006, há alguns fatores que criam congestionamento de dados em rede de computadores (BABARZ; CHAN; BAKER, 2006):

- a queda da largura de banda, mas ao mesmo tempo, a necessidade de aumentar a largura de banda provada pela necessidade de cada empresa e resultante da utilização de novas aplicações que consomem demasiadamente largura de banda;
- no acesso à rede, esse congestionamento está muitas vezes associado à limitação imposta na configuração com relação à taxa de transmissão de dados ou ao aumento de conexões;
- alguns sistemas, como servidores de banco de dados para sistemas *web* e *mobile*, podem gerar pontos de contenção como no armazenamento de arquivos, mas também configurações de *firewall* e roteadores que limitam a largura de banda.



Fique atento

Um RFC (*request for comments*) é um documento técnico que detalha determinada tecnologia. Os RFCs são criados por indivíduos e mantidos por organizações como a Internet Engineering Task Force (IETF). O RFC 4594, de autoria de Jozef Babiarz, Kwok Ho Chan e Fred Baker, foi publicado em 2006, e descreve classe de serviços em QoS.

O ponto comum entre essas fontes geradoras de congestionamento é o fluxo de dados. Ele tem algumas características extremamente importantes e que são exigidas pelas aplicações, como atraso, variação do atraso, perda de pacote, largura de banda e confiabilidade. A Figura 1 apresenta um resumo dessas características.



Figura 1. Características de fluxo de dados.

Fonte: Adaptado de Forouzan (2008).

Forouzan (2008) define algumas dessas características, como descrito a seguir.

- **Confiabilidade** — É uma característica associada ao funcionamento de uma rede de computadores, mesmo na ocorrência de uma falha, ou

seja, a probabilidade de funcionamento da rede em um período. Essa probabilidade é inversamente proporcional ao número de falhas — quanto menos falhas, maior será a probabilidade de o sistema funcionar normalmente. Na manutenção de bons índices de confiabilidade de rede de computadores, muitas empresas implantam sistema de tolerância a falhas como redundância de servidores.



Fique atento

Confiabilidade não é a mesma coisa que tolerância a falhas, pois a tolerância consiste em mecanismos que garantem que o sistema funcione normalmente mesmo na ocorrência de falhas, por exemplo, redundância de *links* ou servidores.

Por exemplo, uma rede de computadores que utiliza cabo de fibra óptica para transmissão dos dados é mais confiável do que uma rede que usa cabos pares-trançados ou coaxiais, pois a fibra bloqueia interferências externas que afetam o fluxo de dados em relação aos cabos que são mais suscetíveis. Com relação aos programas usados pelos usuários, a sensibilidade com relação a confiabilidade não é igual. Para um programa de *e-mail*, de transferência de arquivos ou de conexão de internet é mais importante ter canais para transmitir o fluxo de dados de forma confiável do que aplicações de telefonia (FOROUZAN, 2008).

- **Atraso** — Essa característica está associada ao tempo que um fluxo de dados gasta da origem até o destino, ou seja, do emissor ao receptor. O atraso é medido em milissegundos (ms). Por exemplo, em uma rede local, um atraso pode ser de 10 ms; já para uma rede intercontinental, esse tempo pode aumentar para 20 ms.

Um fluxo de dados passa por diversos elementos ao longo de uma rede de computadores, e geralmente, esses elementos afetam o tempo total de transmissão do pacote até o destino. Pode-se, então, classificar o atraso em quatro tipos: atraso de processamento, atraso de fila, atraso de propagação e de transmissão (COMER, 2016). O Quadro 1 resume esses tipos.

Quadro 1. Tipos de atraso

Tipos de atraso	Descrição
Atraso de processamento	O tempo que um dispositivo como roteador leva para fazer a análise de cabeçalho, checar a integridade e determinar a rota para transmissão.
Atraso de fila	O tempo que um pacote espera na fila para ser retransmitido por um roteador. Esse atraso depende do tamanho da fila; sem fila, o atraso é zero.
Atraso de propagação	Esse atraso está diretamente associado com o meio físico por onde o fluxo de dados será propagado (fibra, cabos, ondas). Na verdade, é o tempo gasto entre dois nós da rede. Fibras ópticas são meios de propagação mais rápidos do que cabos pares-trançado ou coaxiais.
Atraso de transmissão	É o tempo gasto por cada bit do fluxo de dados que é inserido na rede de computadores. Está relacionado à taxa de transmissão do enlace de dados.

Como exemplos de fluxos de dados de aplicações influenciados pelo atraso tem-se videoconferência, telemedicina, sistema de avião, jogos *on-line*, telefonia.

- **Variação do atraso (*jitter*)** — Um fluxo de dados é composto por diversos pacotes. Cada pacote tem um tempo de transmissão, sendo assim, o *jitter* é a diferença ou a variação desses tempos. Isso resulta em tempos diferentes dos pacotes entre o emissor e o receptor, causando uma flutuação, e a experiência do usuário na internet é afetada; por exemplo, no uso de chamadas de voz e vídeo (KUROSE; ROSS, 2013). Outro exemplo é um serviço que é disponibilizado a um volume de usuários ao mesmo tempo, resultando, por exemplo, no não carregamento de páginas ou em sistema fora do ar, caso o a rede não esteja preparada para a demanda de usuários. O ideal é *jitter* zero, mas *jitters* menores que 20 ms são considerados uma boa rede. Entretanto, hoje, devido às novas demandas de fluxo de dados, quanto mais próximo de zero, melhor. A Figura 2 ilustra o programa SIMET, que faz algumas medições *on-line* como *jitter* IPv4 e IPv6 (Internet Protocol versão 4 e versão 6).

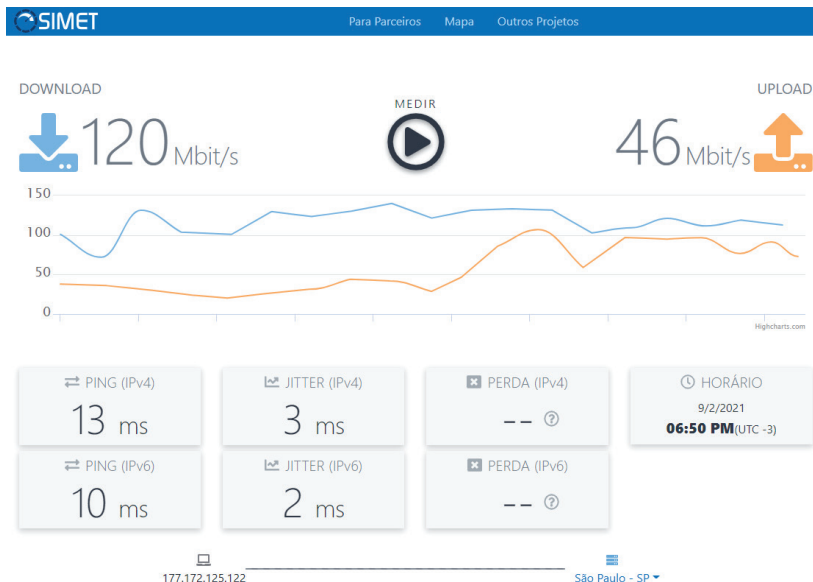


Figura 2. Medição do jitter.

Logo, temos algumas aplicações que demandam uma variação de pacotes menores, como áudio por demanda, vídeo por demanda, videoconferência, telefonia.

- **Perda de pacotes** — Ao longo do percurso percorrido por um fluxo de dados da origem até o destino, os pacotes de dados passam por diversos roteadores. Os pacotes são enfileirados na entrada dos roteadores conforme a chegada no roteador. Entretanto, essa fila tem um limite de armazenamento de pacotes, e, quando esse limite é esgotado, os novos pacotes que chegam aos roteadores são descartados e considerados perdidos (KUROSE; ROSS, 2013). O percentual de perda de pacotes sobe à medida que aumenta o volume do tráfego de dados.
- **Largura de banda** — Essa característica está relacionada à capacidade do meio de transmissão dos dados, conexão ou da própria rede. A largura de banda determina a velocidade do fluxo de dados na rede e é medida em bits por segundos (bps). Por exemplo, a internet que chega à sua casa tem uma determinada velocidade que é justamente a largura de banda disponível para uso — 1 Mbps, 50 Mbps, 200 Mbps (KUROSE; ROSS, 2013). Aplicativos que precisam de muita largura de

banda são aqueles de vídeo por demanda. A Figura 3 ilustra um mediador *on-line* (SpeedTest) que consegue medir a velocidade de internet (largura de banda).

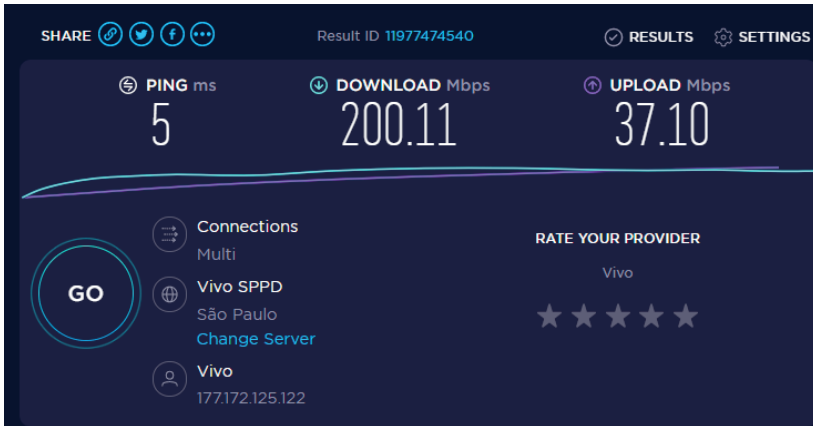


Figura 3. Medição da largura de banda.

Não confunda a largura de banda com o *throughput* da rede. O *throughput* é a capacidade da rede em enviar um volume dados dentro de um período (tempo) e é medido em bits por segundos (bps), mas muitos medem usando pacotes de dados por segundos.

QoS sobre IP

A internet é baseada no protocolo IP, e os dois principais tipos de QoS sobre IP são IntServ (serviços integrados) e DiffServ (serviços diferenciados) (FOROUZAN, 2008).

- Os **serviços integrados** têm o objetivo de classificar o fluxo de dados dando garantia no nível de serviço de ponta a ponta, ou seja, desde a origem até o destino. Os recursos necessários para permitir o fluxo de dados ao longo do caminho são reservados previamente pelo protocolo RSVP (Resource Reservation Protocol). Esse protocolo é responsável pela reserva de recursos ao longo da rede, por exemplo, largura de banda.



Fique atento

O protocolo RSVP foi especificado inicialmente pela RFC 2205, de 1997, porém diversas outras RFCs foram criadas como melhorias do protocolo. Se você deseja saber mais sobre o protocolo RSVP, busque pela RFC 2205.

- Os **serviços diferenciados** não reservam antecipadamente recursos para o fluxo de dados como nos serviços integrados, ao contrário, é implementada em cada roteador uma estratégia criada pela IETF com o conceito baseado em classes, em vez de em fluxo. Assim, o Diffserv é escalável, mais simples e flexível.

As classes de serviço para QoS são técnicas utilizadas para suporte a diferentes fluxos de dados gerados por diferentes aplicações, principalmente na internet. O conceito de classe de serviços usados para QoS é o tema do próximo tópico.

Classe de serviços para QoS

As classes de serviços representam os fluxos de dados que tenham características semelhantes de atraso, *jitter* e perda. Geralmente, as classes de serviços estão associadas a aplicações semelhantes e requisitos similares para um bom desempenho na rede. As classes, então, são agrupadas de acordo com as características de fluxo (COMER, 2016). Pode-se dividir as classes de serviços em dois grupos ou categorias: rede e usuário. A categoria de rede está associada a configurações de gerenciamento da rede e à transmissão dos dados propriamente. Já a categoria usuário está relacionado com as aplicações usadas pelos usuário em dispositivos finais como *tablets*, *smartphones* e *notebooks* na internet, como *streaming* de vídeo e jogos *on-line*.

Categoria de rede

Em uma rede como a internet, há a necessidade de gerenciamento do fluxo de dados que são transmitidos de roteador a roteador, pois esses roteadores requerem informações para fazerem o roteamento dos pacotes ou entre sistemas administrativos. Essa classe é importante para manter o funcionamento operacional da rede e enviar os pacotes no tempo correto.



Fique atento

Os sistemas administrativos de rede são redes constituídas por diversos roteadores que são regidas pela mesma política administrativa e conhecidos com sistemas autônomos (AS). Há roteadores que interligam esses sistemas mantendo ASs diferentes conectados entre si.

Como exemplo de aplicações e protocolos que devem usar a classe de serviço de controle de rede há os protocolos de roteamento OSPF (Open Shortest Path First), BGP (Border Gateway Protocol) e RIP (Routing Information Protocol).

Pode-se também usar esse tipo de classe em pontos de *peering* (um método usado nos roteadores que conectam sistemas autônomos para trocar tráfego de dados, permitindo o fluxo normal pela internet), possibilitando a troca de pacotes de dados da mesma rede administrativa ou entre domínios administrativos diferentes, porém desde que o *service level agreement* (SLA) esteja em vigor — um SLA é o contrato de prestação de serviços entre o provedor de internet (ISP) e seus clientes, por exemplo (KUROSE; ROSS, 2013). Além disso, pode ser adotado como classe em sistema MPLS (Multiprotocol Label Switching) para configuração de LPS (*label switched paths*) no uso dos protocolos CD-LDP (Constraint-based Routing Label Distribution Protocol) e RSVP-TE (Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering).

Entretanto, uma classe de controle de rede não pode ser usada para tráfego de usuário, pois são características diferentes. Nesse caso, a classe de serviço de controle de rede tem características como fluxo de dados entre os roteadores e servidores e a variação do tamanho dos pacotes trocados por esses elementos, pois o tráfego gerado pelo usuário é de dispositivos que se conectam a rede como *smartphones*, notebooks e as aplicações usadas nesses dispositivos por esses usuários.

Outra classe usada para rede é a classe associada a OAM (operação, administração e gerenciamento). Essa classe é altamente recomendada para operações de OAM&P (provisionamento) em rede de computadores. O conceito de OAM&P está associado às ferramentas, aos processos e atividades, às ferramentas e aos padrões aplicados para manter o bom funcionamento de um sistema. Essa classe é aplicada para protocolo como SNMP (Simple Network Management Protocol), FTP (File Transfer Protocol) e Telnet (*teletype network*), por exemplo. Geralmente esses serviços possuem características de baixa perda de pacotes e são pouco sensíveis a atrasos.

Tráfego de usuário

O tráfego dito de usuário é definido pelas diferentes aplicações usadas pelos usuários de internet nos dispositivos de conexões com a rede internet. Cada aplicação tem requisitos diferentes e são configuradas de acordo com a classe determinada. O Quadro 2 (BRADEN *et al.*, 1997) traz um resumo das classes criadas para o tráfego do usuário.

Quadro 2. Tipos de classe de usuário

Classe	Uso
Classe de serviço de telefonia	Usada para telefonia como Voz sobre IP (VoIP) usando protocolos com H.323 ou SIP (Session Initiation Protocol).
Classe de serviço de sinalização	Usada em telefonia tradicional, aplicações de IPTV, VoIP usando SIP.
Classe de serviço de conferência multimídia	Usada para aplicações de videoconferência usando protocolo H.323, IP VPN (<i>virtual private network</i>), aplicações de missão crítica de uso 24x7.
Classe de serviço interativo em tempo real	Usada em cenários com jogos <i>on-line</i> , videoconferências.
Classe de serviço de transmissão de vídeo	Definida para serviço de <i>streaming</i> de vídeo e áudio, sistema de segurança.
Classe de serviço de dados de baixa latência	Aplicações cliente-servidor, transações de cartão, aplicações de ERP (<i>enterprise resource planning</i>).
Classe de serviço de dados de alto rendimento	Usada para <i>e-mails</i> , transferência de arquivos (FTP).
Classe de serviço padrão	Essa classe está relacionada a serviços de rede como DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) e DNS (<i>domain name system</i>).
Dados de baixa prioridade	Qualquer fluxo de dados de aplicação baseada em TCP que é transportado em rede para serviços diferenciados que não requer largura de banda.

Os serviços de QoS Intserv usam duas classes de serviços: serviço de carga garantido, que usa algoritmos para controlar os atrasos nas pilhas de envio de pacotes que são criadas nos roteadores, e serviço de rede de carga controlada, aplicada a sistema de multimídia, permitindo o não descarte de pacotes, porém o seu funcionamento é melhor quando não há congestionamento, pois não oferece garantia de desempenho. Já nos serviços diferenciados (DiffServ), as classes são tratadas diferentemente em cada roteador, dependendo das características de cada pacote. Por exemplo, nos roteadores principais, as cargas volumosas, é usada a classe de controle de rede; para os roteadores de bordas associados ao tráfego de usuário, são usadas as classes de usuário, mais específicas.

Entretanto, o fluxo de dados é diferente para cada aplicação e situação, sendo assim, as características são diferentes para cada categoria de fluxo de dados. Esses requisitos que determinam as categorias das classes serão vistos na próxima seção.

Diretrizes para os diferentes tipos de tráfego

Os fluxos de dados são baseados em características como atraso, *jitter*, perda de pacotes e largura de banda. Essas características influenciam no bom funcionamento de um serviço de rede de computadores. Hoje, muitas aplicações, como vídeo e áudio por *streaming*, aulas síncronas virtuais, telemedicina, telefonia IP, etc, demandam certas características para que o usuário tenha uma boa experiência de uso.

As classes de serviços são subdivididas levando em conta, além das similaridades de aplicações, também as suas características, resumidas no Quadro 3 (BRADEN *et al.*, 1997).

Quadro 3. Característica para classes de serviços

Classe	Características de tráfego	Nível de tolerância		
		Perda	Atraso	Jitter
Controle de rede	Pacote de tamanho variável	Baixo	Baixo	Sim
Telefonia	Pacote pequeno de tamanho fixo, taxa de envio constante, fluxo inelástico e de baixa taxa	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo
Sinalização	Pacotes de tamanho variável	Baixo	Baixo	Sim
Conferência multimídia	Pacotes de tamanho variável, intervalo de transmissão constante, taxa adaptativa, reage à perda	Baixo a médio	Muito baixo	baixo
Interativo em tempo real	<i>Streams</i> RTP/UDP, inelásticos, principalmente de taxa variável	Baixo	Muito baixo	Baixo
<i>Streaming</i> de multimídia	Pacotes de tamanho variável, elástico com taxa variável	Baixo a médio	Médio	Sim
Vídeo de <i>broadcast</i>	Taxa constante e variável, fluxos inelásticos e não estourados	Muito baixo	Médio	Baixo
Dados de baixa latência	Taxa variável, fluxos elásticos de curta duração com rajadas	Baixo	Baixo a médio	Sim
OAM	Pacotes de tamanho variados, fluxos elásticos e inelásticos	Baixo	Médio	Sim
Dados de alto rendimento	Taxa variável, fluxos elásticos de longa duração em rajadas	Baixo	Médio a alto	Sim
Padrão	Todos os tipos	Não especificado		
Dados de baixa prioridade	Não em tempo real e elástico	Alto	Alto	Sim

Com relação ao Quadro 3, o valor “Sim” indica que há uma variação dos fluxos de pacotes, porém essa variação de forma moderada induzida pela rede não afeta o uso do aplicativo pelo usuário. Entretanto, as classes de serviços sinalizam quais características devem ser tratadas para atenderem às necessidades do fluxo da aplicação, e como resultado, o usuário terá uma ótima experiência de uso da aplicação.



Exemplo

Carlos é um profissional autônomo especialista em redes de computadores e atende a diversos clientes. Um deles, a empresa StarBar, que trabalha com vendas de produtos no ramo alimentício unicamente de forma *on-line*, enfrenta alguns problemas com a sua rede. A empresa conta com diversas equipes de venda compostas por um líder (que trabalha presencialmente na empresa) e cinco vendedores. Todos os vendedores trabalham em sistema *home office*. Toda semana, o líder de cada equipe faz reunião *on-line* por videochamada com suas equipes para alinhamento das estratégias de vendas. Nesta semana, as reuniões tiveram que ser canceladas, pois diversos problemas de conexão, picotagem da fala, não visualização dos vendedores ocorreram, impossibilitando a transmissão. Carlos, então, foi acionado para prestar o suporte e resolver o problema. Após uma análise da rede por meio de ferramentas *on-line* para checar requisitos do *link*, Carlos obteve como resposta um *jitter* alto, um atraso alto e uma alta taxa de perda de pacotes. Nesse cenário e diante da aplicação utilizada, videoconferência, ele compreendeu que precisava tomar medidas que melhorassem o desempenho do *link* recebido. Carlos entrou em contato com a empresa fornecedora do *link*, fez ajustes no contrato e atualizou o SLA para uma classe de serviço aplicada no *link* tipo classe de serviço conferência multimídia.

Com essa solução, após testes de uso da ferramenta na empresa, Carlos conseguiu solucionar o problema. A qualidade do *link* melhorou e o sistema ficou muito mais estável.

Diversos requisitos como atraso, *jitter*, largura de banda e perda de pacotes são barreiras que impedem que o usuário tenha uma boa experiência no uso das novas aplicações, como telemedicina, videochamada, *streaming* de áudio e vídeo, etc.

Por consequência, na melhoria dos serviços de rede (QoS), mecanismos são aplicados aos *links* de uma rede de computadores para proporcionar uma priorização do tráfego de dados em relação a outros ao longo da rede, e essa priorização traz uma melhoria de desempenho desde a origem até o destino.

Logo, categorias de classes foram criadas com base nas características de fluxo de dados de cada aplicação, como classe de telefonia, classe de controle de rede, classe de videoconferência, de dados de baixa latência e diversas outras. Essas classes estão associadas a características como *jitter*, atraso, perda de pacote, largura de banda e confiabilidade da rede.

Por fim, tem-se uma tendência de uso de QoS nos *links* de internet usando a técnica de classes com o intuito de sempre proporcionar uma experiência positiva para o usuário no uso de aplicações que demandam uma boa qualidade de rede na internet.

Referências

BABIARZ, J.; CHAN, K. H.; BAKER, F. *RFC 4594: Configuration Guidelines for DiffServ Service Classes*. Wilmington: Internet Engineering Task Force, Aug. 2006. 57 p. Disponível em: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4594>. Acesso em: 22 set. 2021.

BRADEN, R. *et al.* *RFC 2205: Resource ReSerVation Protocol (RSVP)*. Wilmington: Internet Engineering Task Force, Sep. 1997. 112 p. Disponível em: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2205>. Acesso em: 22 set. 2021.

COMER, D. E. *Redes de computadores e internet*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 584 p.

FOROUZAN, B. A. *Comunicação de dados e redes de computadores*. 4. ed. Porto Alegre: AMGH; Bookman, 2008. 1134 p.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. *Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down*. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013. 656 p.

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. J. *Redes de computadores*. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2011. 600 p.



Fique atento

Os *links* para *sites* da *web* fornecidos neste capítulo foram todos testados, e seu funcionamento foi comprovado no momento da publicação do material. No entanto, a rede é extremamente dinâmica; suas páginas estão constantemente mudando de local e conteúdo. Assim, os editores declaram não ter qualquer responsabilidade sobre qualidade, precisão ou integridade das informações referidas em tais *links*.

Conteúdo:



Dica do Professor

Usa-se o recurso de QoS para melhorar o desempenho da rede e gerenciar o congestionamento por meio de ferramentas. Nesse cenário, é preciso classificar, marcar e fazer o policiamento dos pacotes de acordo com a porta TCP (*Transmission Control Protocol*). Caso não haja enquadramento dos pacotes junto a classes, eles são descartados.

Na Dica do Professor, você vai conhecer os fundamentos de classificação, marcação e policiamento aplicados pelo QoS para controlar o congestionamento da rede.



Aponte a câmera para o código e acesse o link do conteúdo ou clique no código para acessar.

Exercícios

- 1) O fluxo de dados que trafega em uma rede de computadores é volumoso e variado, sendo oriundo das diversas aplicações, principalmente associadas à internet, que envolvem videoconferências, *e-mail* e navegação de páginas, por exemplo. Cada fluxo de dados conta com determinadas características necessárias para a aplicação, visando a permitir uma experiência de uso agradável ao usuário.

Com relação aos requisitos associados aos fluxos de dados, leia as afirmações a seguir.

I — A largura de banda é um requisito necessário para aplicações como *streaming* de vídeo e áudio.

II — Navegar pela *web* por meio de *links* de páginas não exige requisitos especiais — ou seja, atraso e *jitter* são indiferentes para essa aplicação.

III — Aplicações como jogos *on-line* são sensíveis à largura de banda e ao atraso, mas aceitam uma flutuação pequena.

IV — Aplicações conhecidas como cliente-servidor necessitam de requisitos como alto *throughput*.

Quais afirmações estão corretas?

A) I e II.

B) II e IV.

C) I, II e III.

D) III e IV.

E) I e IV.

- 2) O QoS faz a classificação, a marcação e o policiamento dos pacotes IP que trafegam da origem até o destino e que necessitam de uma priorização de uso de recursos, visando ao desempenho satisfatório e à promoção de experiências agradáveis de uso das aplicações pelo usuário.

Nesse sentido, considere as seguintes asserções:

I – O protocolo RSVP (Resource Reservation Protocol) é usado no QoS, por exemplo, de classe de sinalização, para reservar recursos ao longo do percurso do fluxo de dados de aplicações que necessitam de tratamento especial de priorização.

PORQUE

II – Aplicações como *streaming* de vídeo e áudio precisam de requisitos da rede, como baixo atraso, baixo *jitter*, baixa perda de pacotes e uma largura de banda grande, para que um filme, por exemplo, não sofra interferências como picotagem de fala, atrasos de *frames* ou travamento.

Assinale a alternativa que apresenta a análise correta das asserções:

- A) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não justifica a I.
 - B) As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II justifica a I.
 - C) A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II, falsa.
 - D) A asserção I é uma proposição falsa, e a II, verdadeira.
 - E) As asserções I e II são proposições falsas.
- 3) O uso das classes de serviços em QoS consiste em uma técnica que classifica o fluxo de dados com base nas suas características. Esse fluxo é oriundo da aplicação usada pelo usuário via *notebook* ou *smartphone*, por exemplo.

Considerando esse contexto, marque V para verdadeiro e F para falso nos itens a seguir:

- 1. () O áudio por demanda necessita de uma largura de banda alta; por isso, é aplicada uma classe do tipo interativo em tempo real.
- 2. () O correio eletrônico tem como requisito uma baixa largura de banda; nesse caso, a classe de serviço padrão pode ser usada.
- 3. () A transferência de arquivos demanda uma largura de banda média, então o uso da classe de serviço de alto *throughput* pode ser adequado.
- 4. () A classe de serviço de sinalização pode ser aplicada tanto para telefonia tradicional quanto para VoIP.

Feito isso, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta:

- A) V – V – V – V.

B) F – F – F – V.

C) F – V – F – F.

D) V – F – V – V.

E) F – V – V – V.

- 4) A confiabilidade da rede é um requisito associado à capacidade da rede de não falhar, pois a falha vai gerar em algumas aplicações o chamado defeito — ou seja, o sistema não funcionará perfeitamente. Algumas aplicações necessitam de uma alta confiabilidade do sistema, porém sem necessidade de ter características altas de *jitter*, atraso ou largura de banda.

Esse contexto faz referência a que tipo de aplicação usada pelo usuário? Marque a opção correta:

A) *Login* remoto.

B) Áudio por demanda.

C) Vídeo por demanda.

D) Telefonia.

E) Videoconferência.

- 5) O termo QoS se refere à tecnologia utilizada para gerenciar o tráfego de dados através da rede. Projetado para reduzir interferências como perda de pacotes, *jitter* e latência, o QoS supervisiona o controle e o gerenciamento de recursos de rede. O QoS também estabelece limites e prioridades para diferentes categorias de dados que viajam entre redes IP, como tráfego de largura de banda em toda a rede.

Nesse sentido, a técnica de _____ em QoS consiste essencialmente no gerenciamento de tráfego de pacotes de dados que viajam através de uma rede simultaneamente. As políticas de QoS foram desenvolvidas para permitir que melhores administradores de rede _____ certos aplicativos de acordo com suas necessidades principais de negócios, alocando maior importância para tipos específicos de entrega de dados em relação a outros. Por exemplo, a característica de _____ se refere a um efeito ruim do congestionamento da rede e resulta em uma degradação na _____ de dados de voz, áudio e vídeo.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas:

- A) policiamento — priorizem — *jitter* — qualidade.
- B) classificação — qualifiquem — atraso — transferência.
- C) marcação — qualifiquem — largura de banda — qualidade.
- D) policiamento — priorizem — *jitter* — transferência.
- E) classificação — qualifiquem — atraso — qualidade.

Na prática

Com o aumento do fluxo de dados na internet, aumenta também a quantidade de problemas causados por esse volume de dados, como o congestionamento. Nesse cenário, alguns fluxos precisam de prioridade de tráfego em relação a outros. Sendo assim, o tratamento deve ser diferenciado. Para classificar e priorizar fluxos de tráfego específicos, o QoS é implementado nas redes de computadores.

Veja, Na Prática, como Tereza encontrou uma solução por meio da implementação de QoS na rede interna da empresa Mecânica Soluções Integradas.

Conteúdo interativo disponível na plataforma de ensino!

Saiba mais

Para ampliar o seu conhecimento a respeito desse assunto, veja abaixo as sugestões do professor:

O futuro é do 5G? O que se sabe sobre a 5ª geração de internet móvel

Com o passar do tempo, novas tecnologias favorecem ainda mais a geração de fluxos de dados na internet, e novos desafios precisam ser enfrentados. Veja neste vídeo o conceito de 5G, a nova geração de internet, que é mais veloz e tem maior probabilidade de produção de fluxos de dados.



Aponte a câmera para o código e acesse o link do conteúdo ou clique no código para acessar.

Teste de velocidade da internet

A velocidade de internet é uma das características mais marcantes na escolha de um *link*, além de ser uma métrica para problemas em aplicações de videochamada ou *streaming*. Caso você tenha problemas ou simplesmente queira medir a velocidade de sua internet, use esta ferramenta *on-line* e faça o teste.



Aponte a câmera para o código e acesse o link do conteúdo ou clique no código para acessar.

Aplicações tradicionais da internet

As aplicações da internet, em grande parte, são as responsáveis pela geração dos fluxos de dados. O Capítulo 4 da obra *Rede de computadores e internet* traz uma lista de aplicações tradicionais usadas na internet e os protocolos associados a elas. Trata-se de um ótimo complemento para esta Unidade de Aprendizagem.

Conteúdo interativo disponível na plataforma de ensino!