

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

MARCOS GOBBO DAROLT

**IMPLANTAÇÃO DE CONTROLE DE BANDA PARA OTIMIZAÇÃO DO USO DA
REDE DE COMPUTADORES POR MEIO DA QUALIDADE DE SERVIÇO**

CRICIUMA, DEZEMBRO DE 2011

MARCOS GOBBO DAROLT

**IMPLANTAÇÃO DE CONTROLE DE BANDA PARA OTIMIZAÇÃO DO USO DA
REDE DE COMPUTADORES POR MEIO DA QUALIDADE DE SERVIÇO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da
Computação da Universidade do Extremo Sul
Catarinense.

Orientador: Prof. MSc. Rogério Antônio Casagrande

CRICIUMA, DEZEMBRO DE 2011

MARCOS GOBBO DAROLT

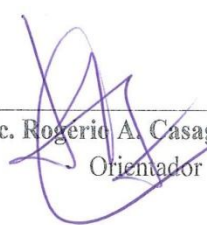
**IMPLANTAÇÃO DE CONTROLE DE BANDA PARA OTIMIZAÇÃO
DO USO DA REDE DE COMPUTADORES POR MEIO DA
QUALIDADE DE SERVIÇO**

Submetido ao corpo docente do Curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

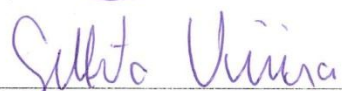


Profa. MSc. Ana Claudia Garcia Barbosa
Coordenadora do Curso de Ciência da Computação


Banca Examinadora:



Prof. MSc. Rogerio A. Casagrande (UNESC)
Orientador



Prof. Gilberto Vieira da Silva (UNESC)



Prof. Esp. Sérgio Coral (UNESC)

Dedico esse trabalho a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos amigos e colegas que colaboraram em qualquer aspecto para o desenvolvimento deste trabalho.

A empresa GD Informática que cedeu os recursos necessários para a realização da implantação.

Aos professores do curso, em especial o professor e orientador Rogério Antônio Casagrande que manteve-me focado e foi colaborativo em todas as suas sugestões.

A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original.

(Albert Einstein)

RESUMO

O uso descontrolado da Internet para os mais diversos serviços é motivo de preocupação para o setor de tecnologia da informação em corporações, isso se dá pelo fato de que as requisições ocorrem de forma simultânea e a largura de banda disponível se torna insuficiente para suprir as políticas estabelecidas para cada uma das tarefas, dessa forma um ou outro serviço acaba se tornando privilegiado e os demais em um todo prejudicados. Nesta pesquisa foi implementado um servidor de controle de banda baseado no pacote *Hierarchy Token Bucket*, essa ferramenta nativa do Linux, controla o fluxo dos *bytes* entre os *hosts* e o provedor de Internet e viabiliza o dimensionamento da largura de banda necessária para execução dos serviços dentro do planejamento.

Palavras-Chave: Controle de Uso de Banda, Qualidade de Serviço, Internet, Rede de Computadores, Roteadores.

ABSTRACT

The uncontrolled use of the Internet for different services is of concern to the sector of information technology corporations, this happens because the requests occur simultaneously and the available bandwidth becomes insufficient to meet the established policies for each task, so one or other service turns out to be privileged and others in a whole suffer. In this study we implemented a server-based bandwidth control package Hierarchy Token Bucket, this tool's native Linux, controls the flow of bytes between the hosts and ISP's of dimensions and enables the bandwidth required for services within the planning.

Keywords: Bandwidth Control, Quality of Service, Internet, Computer Networking, Routers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Arquitetura do TCP/IP.....	18
Figura 2. Cabeçalho IP.....	19
Figura 3. Estrutura do Datagrama UDP.....	22
Figura 4. Estrutura de Rede da Empresa GD.....	29
Figura 5. Estrutura Básica de um Roteador.....	37
Figura 6. Roteamento com Priorização de Tráfego.....	39
Figura 7. Estrutura de Rede da Empresa GD.....	47
Figura 8. Script de roteamento.....	48
Figura 9. IP Traffic Monitor.....	49
Figura 10. Detailed Interface Statistics.....	50
Figura 11. Menu principal do HTB tools.....	51
Figura 12. Esquema de distribuição do link disponível.....	53
Figura 13. Configuração adotada na implantação.....	54

LISTA DE SIGLAS

AF	<i>Assured Forwarding</i>
CoS	<i>Classe de Serviço</i>
DS	<i>Differentiated Services</i>
EF	<i>Expedited Forwarding</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
HTB	<i>Hierarchy Token Bucket</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IETF	<i>The Internet Engineering Task Force</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
RED	<i>Random Early Detection</i>
RSVP	<i>Resource Reservation Protocol</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
ToS	<i>Type of Service</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
2 ARQUITETURA TCP/IP.....	18
2.1 INTERNET PROTOCOL (IP).....	19
2.2 TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL (TCP).....	20
2.3 USER DATAGRAM PROTOCOL (UDP).....	21
3 ELEMENTOS GERAIS DE QUALIDADE DE SERVIÇO.....	23
3.1 QUALIDADE DE SERVIÇO.....	23
3.1.1 Serviços Integrados – IntServ.....	24
3.1.2 Serviços Diferenciados – DiffServ.....	26
3.2 CONTROLE DE BANDA.....	27
3.2.1 Descrição Objetiva do Problema na Empresa.....	28
3.2.2 Controle de Banda versus QoS.....	29
3.3 TÉCNICAS PARA A QUALIDADE DE SERVIÇO.....	31
3.3.1 Técnicas de Controle de Congestionamento.....	31
3.3.1.1 Escoamento de Carga.....	33
3.3.2 Modelagem de Tráfego.....	34
3.3.2.1 Algoritmo Leaky Bucket.....	34
3.3.2.2 Algoritmo Token Bucked.....	35
4 CONTROLE DO TRÁFEGO NA REDE.....	36
4.1 ESTRUTURA BÁSICA DE UM ROTEADOR.....	36

4.1.1 Portas de Entrada e Saída.....	37
4.1.2 Processador de Roteamento.....	38
4.1.3 Circuitos de Comutação.....	38
4.2 PRIORIZAÇÃO DE TRÁFEGO.....	39
4.2.1 Classificação e Marcação.....	39
4.2.2 Filas.....	40
4.2.3 Mecanismo de Escalonamento.....	40
4.3 HIERARCHICAL TOKEN BUCKET - HTB.....	41
5 TRABALHOS CORRELATOS.....	44
5.1 IMPLANTAÇÃO DE CONTROLE DE BANDA PARA OTIMIZAÇÃO DO USO DE REDE DE COMPUTADORES ATRAVÉS DE QOS.....	44
5.2 CONTROLE DE BANDA EM REDES TCP/IP UTILIZANDO O LINUX.....	44
5.3 ANÁLISE DE QUALIDADE DE SERVIÇO EM REDES CORPORATIVAS.....	45
6 TRABALHO DESENVOLVIDO.....	46
6.1 METODOLOGIA.....	46
6.2 RESULTADOS OBTIDOS.....	46
6.2.1 Mapeamento de portas e consumo de banda.....	48
6.2.2 Configuração do HTB.....	50
6.2.3 Configurações adotadas.....	52
CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	58
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....	61
APÊNDICE A - Artigo.....	62

1 INTRODUÇÃO

Conforme Gonzaga (2006) o poder computacional numa organização torna-se cada vez mais popular, pois a evolução tecnológica cresce rapidamente e há uma diminuição no custo dos computadores. Com a necessidade de troca de informações e compartilhamento de hardware e softwares, criou-se um ambiente onde havia a necessidade do desenvolvimento das redes de computadores. A criação destas redes trouxe muitos benefícios às organizações e serviços atraentes aos clientes, além de gerar oportunidades de negócios.

A disseminação dos links de Internet pelo mundo e o crescente aumento dos serviços disponibilizados estimularam a ampliação dos links de alta velocidade por parte dos provedores de Internet. As companhias de telefonia e provedores de acesso à Internet oferecem diversos pacotes de acesso para comercialização com as empresas, esses pacotes possuem um preço agregado considerando fatores como largura de banda disponível, tecnologia aplicada e disponibilidade de endereçamento de IP estático. A empresa contratante pode escolher o pacote que supra suas necessidades de acesso, uma vez disponibilizado na rede local, o link é dividido entre os membros da rede, a divisão adequada da banda deve ser controlada conforme a política estabelecida na empresa e o monitoramento do uso deve ser constantemente avaliado.

De acordo com Souza (2005) com o aumento da oferta de serviços de Internet, os usuários tiveram a sua disposição, altas velocidades de conexões. Porém o serviço oferecido é insuficiente, possui problemas de infra-estrutura, como congestionamento nas filas de requisições ocasionados pelos atrasos de transmissões, falta de prioridade nos serviços, falta de controle de erros entre outros. É necessário que

haja formas de processamento, tratamento e encaminhamento de informações mais eficazes que apresentem melhor qualidade.

Segundo Kamienski (2000) quando se fala em Qualidade de Serviço (QoS) a meta é ultrapassar os limites impostos pelo modelo de melhor esforço utilizado hoje pela Internet. Na busca de um determinado parâmetro, um requisito das aplicações é que estas estejam dentro de limites bem definidos (FERNANDES, 2001).

Para que as organizações consigam uma otimização no uso das redes de computadores na transmissão de dados, voz, serviços multimídia e aplicações avançadas; é necessário que exista uma distribuição e controle de tráfego adequado e uma qualidade de serviço capaz de prover serviços com tráfego diferenciado (SOUZA, 2005).

Atualmente a melhor alternativa para controle do tráfego de dados na rede é feita por meio do Hierarchy Token Bucket (HTB). O HTB controla todos os pacotes que saem de uma determinada placa de rede, ou seja, quando uma máquina recebe um pacote, este não fica parado no cabo de rede ou na onda de rádio (Wireless), esperando para entrar na placa rede, ao invés disso o pacote entra e fica armazenado no buffer. Assim, para se ter uma qualidade no controle de tráfego de dados, basta apenas controlar a saída dos pacotes do buffer para a rede (GONZAGA, 2006).

Este trabalho propõe um estudo de caso sobre Qualidade de Serviço (QoS) em uma empresa com acesso a Internet já disponível e propõe a implantação de um servidor Linux para controle de banda e monitoramento dos *hosts* considerando as classes de serviço, perfil de tráfego e planejamento. Com isso, as empresas serão beneficiadas, pois poderão encontrar quais problemas estão prejudicando o tráfego de dados na rede e obter um controle maior sobre o uso de banda da Internet, podendo evitar gastos desnecessários.

1.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar um estudo de caso sobre Qualidade de Serviço (QoS) e implantação de controle de banda em redes de computadores, considerando as classes de serviço, perfil de tráfego e planejamento, para ser empregado em uma empresa de Criciúma.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são descritos abaixo:

- a) entender os aspectos de funcionamento de redes Linux;
- b) estudar sobre a aplicação de Qualidade de Serviço (QoS);
- c) analisar as técnicas de controle do tráfego de dados;
- d) selecionar qual software de controle de banda será utilizado;
- e) compreender o funcionamento do HTB;
- f) implantar o controle de banda em redes Linux;
- g) estabelecer métricas de eficiência para distribuição de banda na empresa.

1.3 JUSTIFICATIVA

Conforme Pazzianotto (2006) com a crescente necessidade de qualidade de serviço na Internet, às organizações buscam evitar o congestionamento causado pelo grande tráfego de informações que circulam em sua rede, muitas vezes, ocasionados por funcionários para fins particulares.

Para que as organizações consigam um maior controle sobre tráfego de dados, é necessário que softwares como o HTB, sejam implantados em suas redes.

Dentre os sistemas operacionais mais conhecidos, estão o Microsoft Windows e as distribuições Linux conforme citado em 2005 na (Info Exame, n 229, p. 79). A plataforma Windows possui algumas ferramentas proprietárias de custo elevado para controle de tráfego de dados, que podem inviabilizar o planejamento financeiro de uma organização, porém as distribuições Linux, possuem uma grande quantidade de ferramentas livres e gratuitas que dispõem desta função (GONZAGA, 2006).

Segundo a pesquisa realizada pela Cisco, no mês de junho de 2008 as empresas apresentaram um crescimento de 6,6% no uso da Internet banda larga em relação ao trimestre anterior, o segmento de empresas já está próximo da saturação, por isso, estas começam a migrar intensamente para o IP dedicado (PERES, 2008).

Este trabalho tem o objetivo de implantar uma aplicação gratuita que controle a quantidade de dados que estão trafegando em uma rede de computadores, o HTB, e mostrar a sua eficiência para a distribuição de banda em cada setor da empresa, aliado a Qualidade de Serviço (QoS), reduzindo-se então, investimentos na infra-estrutura de comunicação.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em seis capítulos. No Capítulo 1 é apresentada uma introdução ao tema desenvolvido, os objetivos gerais e específicos e a justificativa para realização deste projeto.

No Capítulo 2 é abordado o tema referente à arquitetura TCP/IP, descrevendo os protocolos IP, TCP e UDP.

Os elementos gerais da qualidade de serviço, como serviços integrados e diferenciados, controle de banda, técnicas para ser manter uma boa qualidade de serviço,

controle de congestionamento, modelagem do tráfego da rede e prioridades de serviços são descritos no Capítulo 3.

O Capítulo 4 apresenta o controle do tráfego da rede, estrutura básica de um roteador, priorização de tráfego, bem como o algoritmo HTB.

No Capítulo 5 é descrito alguns dos trabalhos correlatos que contribuíram na realização deste projeto de pesquisa.

O trabalho desenvolvido e sua metodologia, são apresentados no Capítulo 6.

2 ARQUITETURA TCP/IP

De acordo com Torres (2001) o conjunto de protocolos denominado Protocolo de Controle de Transmissão (*Transmission Control Protocol* - TCP) / Protocolo de Internet (*Internet Protocol* - IP) é o principal responsável pela comunicação de computadores na Internet, ele tem por característica a transparência quanto ao uso por sistemas operacionais distintos. Sua abrangência é de tal maneira que une empresas, instituições de ensino, indivíduos entre outros do mundo inteiro.

A arquitetura do TCP/IP é dividida em quatro camadas conforme mostra a Figura 1:

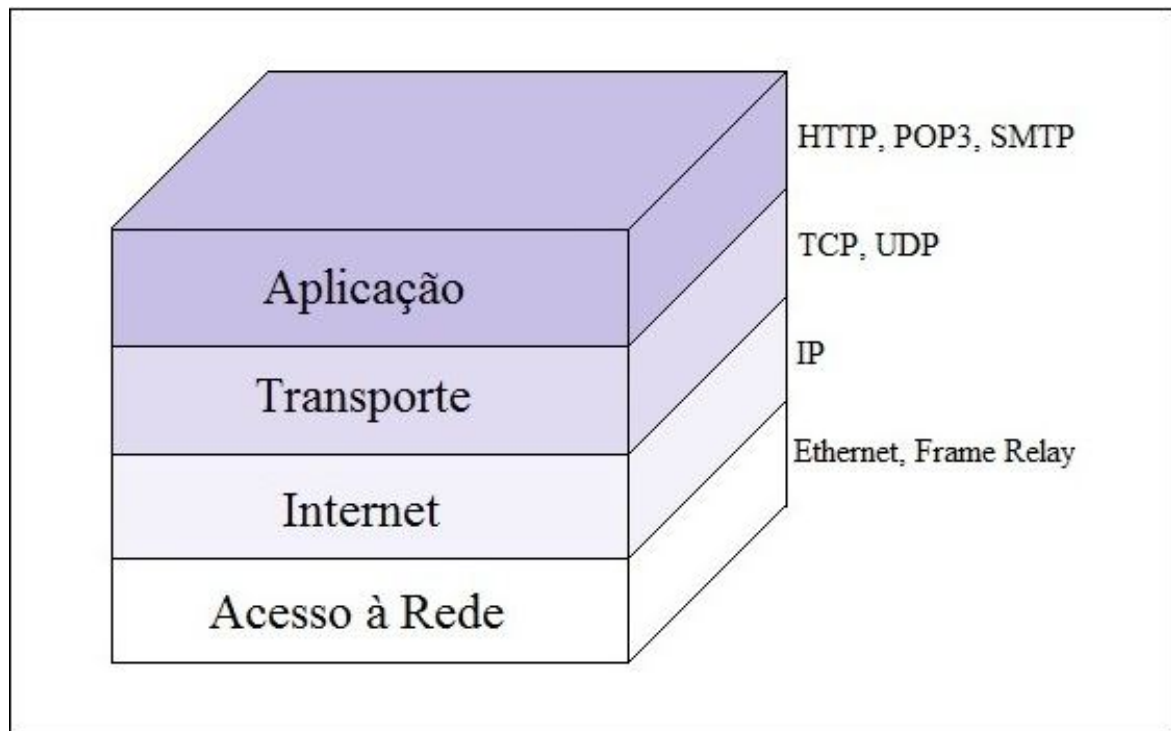


Figura 1. Arquitetura do TCP/IP
Fonte: Adaptado de TORRES, G. (2001, p.78)

Este conjunto opera nas camadas de Transporte e Internet, respectivamente, contudo eles não são os únicos (GONZAGA, 2006).

Com o objetivo de movimentar os datagramas de um pacote para outro, o IP é um dos principais protocolos desta arquitetura (MURHAMMER, 2000).

2.1 INTERNET PROTOCOL (IP)

O IP está localizado na camada de rede e é responsável por manter os *backbones* (conjunto de computadores e roteadores), unidos. Tanenbaum (2003) cita que o IP tem a função de prover a melhor maneira de transportar datagramas da origem para o seu destino.

Um datagrama IP é a *unidade básica de dados* no nível IP. É dividido em duas áreas, a saber: o cabeçalho e outra de dados. O cabeçalho possui todas as informações importantes que identificam o conteúdo do pacote. A área de dados é onde se encontra encapsulado os pacotes TCP ou UDP. A Figura 2 mostra a representação de um cabeçalho de datagrama IP.

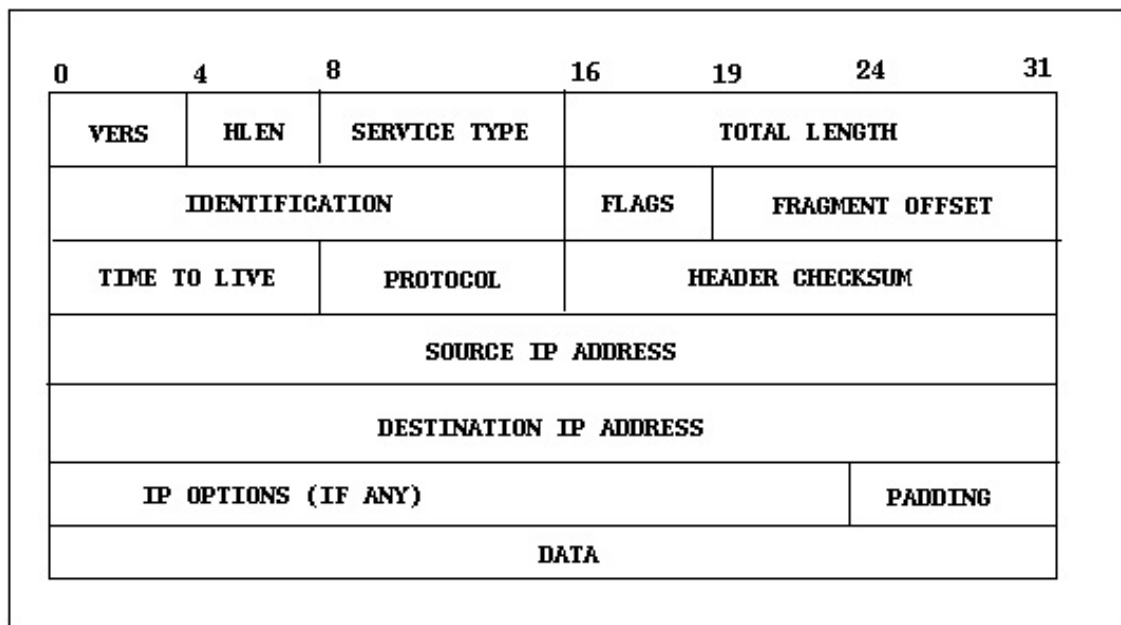


Figura 2. Cabeçalho IP
Fonte: Adaptado de TANENBAUM, A. (2003, p. 461)

O endereço IP é formado por um número de 32 bits, representado em decimal na forma de quatro números de oito bits separados por um ponto. O menor endereço IP disponível é 0.0.0.0 e o maior, 255.255.255.255 (TORRES, 2001).

Conforme Gonzaga (2006) cada computador conectado a Internet possui seu próprio endereço IP, que representa seu número de rede e número de identificação do *host*. Duas

máquinas não podem apresentar o mesmo endereço IP, porém, com o aumento considerável de *hosts* conectados a rede, problemas como insuficiência de endereços IP surgiram. “Uma solução adotada, foi à utilização de sub-redes com endereços inválidos, ou seja, invisíveis fora da rede local” (GONZAGA, 2006, p. 27).

Para que exista uma boa transição e compatibilidade entre os protocolos IPv4 e IPv6, para que não ocorra nenhuma perda ou prejuízo na comunicação de dados estes vem sendo muito trabalhados.

Quando se fala em comunicação de dados e no transporte de mensagens entre aplicações, o protocolo que se destaca por utilizar confirmação na entrega dos pacotes é o *Transmission Control Protocol* (Protocolo de Controle de Transmissão - TCP).

2.2 TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL (TCP)

O TCP é um protocolo que pertence à camada de Transporte. De acordo com Torres (2001) o TCP é o mais complexo do conjunto de protocolos TCP/IP. Sua função é receber os datagramas IP, colocá-los em ordem, já que em grandes redes, comumente os datagramas podem chegar fora de ordem, e verificar se todos eles chegaram corretamente.

O TCP oferece muitas possibilidades para aplicativos, como recuperação de erro, controle de fluxo e confiabilidade. Os datagramas podem sofrer atrasos, serem duplicados, perdidos entregues fora de ordem, danificados ou incompletos devido ao fato de que a camada IP não oferece controle de fluxo.

O propósito inicial do TCP é fornecer um circuito lógico ou serviço de conexão confiável entre pares de processos. Como o TCP não conta com a confidencialidade dos protocolos de níveis inferiores (como o IP), ele deve garantir isto por si mesmo (MURHAMMER, 2000, p.76).

De acordo com Gonzaga (2006) este protocolo funciona especificando três fases durante a sua conexão: estabelecimento da ligação, transferência e término da conexão.

Na fase de estabelecimento da ligação existe aquele designado de servidor, que espera passivamente por uma conexão, e no outro extremo o cliente. O cliente inicia a conexão enviando um pacote TCP e espera que o servidor aceite a ligação. Se durante um espaço de tempo o pacote não for recebido, este é reenviado. A ligação é concluída por parte do cliente que espera a confirmação de aceitação do servidor.

Na fase de transferência o TCP possui mecanismos que asseguram a confidencialidade, números de seqüência que garantem a entrega ordenada para detecção de falhas, confirmação de recepção e medidores de tempo que fazem com que exista um ajuste de eventuais atrasos e perdas de segmentos.

Na fase de encerramento, quando um deles deseja finalizar a sessão envia um pacote com a *flag* FIN ativa, devendo receber uma resposta. Por sua vez, o outro deverá proceder da mesma forma, recebendo a mensagem de fim.

Conforme Murhammer (2000) uma grande maioria de protocolos de aplicativos, como o Protocolo de Transferência de Arquivo (*File Transfer Protocol* - FTP), utilizam como meio de transporte o TCP, contudo, o protocolo que oferece serviços diferenciados do TCP é o UDP, possuindo alta velocidade, porém baixa confiabilidade, pois em redes de longa distância apresenta perda de pacotes.

2.3 USER DATAGRAM PROTOCOL (UDP)

Conforme cita Torres (2001) o UDP é um protocolo simples pertencente a camada de Transporte, ao contrário do TCP, o UDP não é orientado a conexão, ou seja, ele não examina se um pacote de dados chegou ou não ao seu destino, é por este motivo que o UDP não é usado no transporte de dados importantes.

Uma vantagem para programas usarem o UDP em vez do TCP, é que a transmissão de dados é realizada mais rapidamente. Isso ocorre pois, o tamanho do pacote de dados a ser transmitido fica menor devido ao cabeçalho UDP ser bem menor que o cabeçalho TCP, e no UDP não existe o mecanismo de verificação de chegada dos pacotes, como no TCP.

De acordo com Murhammer (2000) o uso do protocolo UDP é viável em redes locais confiáveis, pois quase não há a perda de pacotes. Contudo, em redes grandes, como na Internet, a aplicação pode ter muitos problemas devido a taxa de perda de pacotes ser alta demais.

O protocolo responsável por transportar as mensagens UDP é o IP. Para diferenciar os programas que estão sendo executados, o UDP utiliza portas para realizar o controle de comunicação entre os processos. No datagrama, juntamente com o cabeçalho do pacote, estão descritas as portas de origem e destino dos pacotes (GONZAGA, 2006). A Figura 3 mostra a estrutura do datagrama UDP.



Figura 3. Estrutura do Datagrama UDP

Fonte: Adaptado de TORRES, G. (2001, p. 99)

Todos os protocolos acima mencionados são de suma importância, pois a qualidade de serviço em redes não é apenas resolvida com um único algoritmo ou protocolo. Na maioria das vezes um conjunto de novos recursos deve ser utilizado, dependendo da necessidade da aplicação.

3 ELEMENTOS GERAIS DE QUALIDADE DE SERVIÇO

Neste capítulo será abordada a qualidade de serviço, relatando o que é QoS, seus serviços e sua importância em conjunto com o controle de banda.

3.1 QUALIDADE DE SERVIÇO

De acordo com Souza (2005) o termo Qualidade de Serviço (*Quality of Service - QoS*) atualmente é difícil de ser definido em redes de computadores. Por isso são listadas abaixo algumas de suas definições:

- a) **ISO/IEC 14476-6:** Conforme a ISO (2010) a Qualidade de Serviço é o efeito coletivo do desempenho de um serviço, o qual determina o grau de satisfação do usuário deste serviço;
- b) **redes de Computadores:** De acordo com Oliveira (2009) QoS para redes significa o desempenho de uma rede relativo à necessidade da aplicação, pode ser considerado também o conjunto de tecnologias que possibilitam às redes oferecer desempenho;
- c) **sistemas Multimídias:** QoS em sistemas multimídias é definido como sendo um conjunto de características quantitativas e qualitativas necessárias para alcançar a funcionalidade de uma aplicação.

Com a união destes conceitos listados acima, pode-se elaborar um conceito mais abstrato sobre QoS.

“QoS é um requisito da aplicação para a qual exige-se que determinados parâmetros (atraso, vazão, perdas, ...) estejam dentro de limites bem definidos (valor mínimo, valor máximo)” (MARTINS, 2006, p. 6).

Quando se fala de QoS logo surge a idéia de Classe de Serviço (CoS), os dois termos são praticamente sinônimos, porém o CoS surgiu para que os serviços (ou tráfego) pudessem ser divididos em classes para serem tratados diferenciadamente.

De acordo com Souza (2005) a QoS possui diferentes parâmetros, pois cada aplicação possui requerimentos diferentes. O que se espera é que a alta taxa de tráfego gerado pelas aplicações seja transmitida pela rede, algumas aplicações toleram algum tipo de atraso na transmissão enquanto outras não. Se os recursos da rede fossem ilimitados, todas as aplicações poderiam transmitir com a largura de banda requisitada, sem atrasos e sem perdas, contudo, os recursos da rede não são infinitos e em certas horas haverá a falta de recursos para atender a todas as requisições das aplicações. A QoS atua inteiramente fazendo o controle dos recursos da rede para o tráfego das aplicações, administrando todas estas requisições.

Ainda de acordo com Souza (2005) são listadas as duas principais abordagens para a implantação da QoS que estão em discussão atualmente.

3.1.1 Serviços Integrados - IntServ

Criada pela The Internet Engineering Task Force (IETF) este grupo de trabalho de Serviços Integrados teve o objetivo de tornar viável uma rede de serviços integrados de forma a se adaptar à nova era de comunicações multimídias que está se constituindo.

De acordo com Santos (2010) o *IntServ* foi criado para melhorar a utilização de redes e recursos para os novos aplicativos, como multimídia em tempo real que sofrem com os retardos de roteamento e perdas devido aos congestionamentos. Os parâmetros que as aplicações precisam podem ser fornecidos graças a um mecanismo que permite a reserva prévia do recurso.

Conforme Santana (2006) a reserva acontece quando a aplicação solicita dinamicamente os recursos e em seguida repassá-os a cada dispositivo da rede entre a origem e o destino. Todos os dispositivos que possuem os recursos solicitados, reservam estes recursos para tal aplicação e assim permanecerá enquanto houver demanda para este fluxo.

Conforme cita Santos (2010) o *IntServ* especifica dois níveis de QoS:

- a) **controlled-load service (serviço de carga controlada):** oferece uma alta confiabilidade, ou seja, poucos pacotes são descartados e ocorre uma pequena variação do atraso. Esta classe fornece um nível de serviço “intermediário” muito semelhante ao que seria oferecido pela arquitetura do melhor esforço em uma rede não congestionada, é indicada para aplicações que apresentem um funcionamento satisfatório nessas condições;
- b) **guaranteed service (serviço garantido):** esta classe é indicada a aplicações que são sensíveis a atrasos, como por exemplo, conversas telefônicas. Essa classe oferece reservas de largura de banda, oferece também uma proteção contra a perda de pacotes que estiverem dentro dos limites do tráfego reservado.

Um dos protocolos mais utilizados pelo *IntServ*, apesar de não ser obrigatório, para realizar o controle de recursos é o Protocolo de Reserva de Recursos (*Resource Reservation Protocol - RSVP*), contudo, o grande problema do *IntServ* é que este possui baixa escalabilidade para ser utilizado em uma rede de grande porte, como a Internet, ou seja, para cada sessão RSVP conhecida por um roteador, este deve manter informações dos recursos reservados por esta sessão, o que impõe uma sobrecarga de processos e armazenamento adicional nos roteadores que podem ter de tratar milhares de sessões, dificultando a utilização deste modelo (BORGES, 2007).

3.1.2 Serviços Diferenciados - DiffServ

Conforme Souza (2005) os Serviços Diferenciados (*Differentiated Services - DiffServ*) surgiram devido aos problemas encontrados na implantação do *IntServ*, este modelo simplificado é aplicado localmente em cada roteador, não sendo necessário envolver todo o caminho até as pontas. O *DiffServ* é escalável pelo fato de não contemplar reserva de recursos para cada fluxo de dados.

De acordo com Borges (2007) a escalabilidade pode ser alcançada por meio da agregação do tráfego em classificações no nível do pacote IP, ou seja, é utilizado um campo específico no seu cabeçalho, o campo Serviços Diferenciados (*Differentiated Services - DS*) que antigamente era denominado Tipo do Serviço (*Type of Service - ToS*). O objetivo deste modelo é permitir que diferentes níveis de serviços sejam ministrados por uma estrutura de redes comuns.

Para garantir que tal objetivo seja alcançado uma grande variedade de técnicas de gerência de recursos pode ser utilizada, porém o resultado final alcançado será o mesmo: para cada tipo de tráfego os recursos da rede serão alocados de forma diferentes. O *DiffServ* apenas aponta comportamentos de encaminhamento, porém cada roteador terá uma descrição de como devem ser encaminhados os pacotes que pertencem a mesma classe.

Conforme mencionado em Santos (2010) existem dois padrões de comportamentos:

- a) **encaminhamento expresso (*Expedited Forwarding - EF*):** suas características são a baixa variação e retardo, largura de banda assegurada e taxa de erro controlada, estas características são ideais aos dados que precisam de rapidez, segurança e baixa taxa de erro. Os pacotes trafegam pela rede como se não existissem outros pacotes, encontrando a passagem livre;

b) **encaminhamento assegurado (*Assured Forwarding - AF*):** possui níveis de tráfegos distintos com uma grande variação de probabilidade de perda, ou seja, não há garantia de que os pacotes sejam entregues, o que existe é uma garantia de que os pacotes marcados possuem alta probabilidade de serem entregues. Nas horas de maior uso pode haver congestionamentos e os pacotes que excederam a taxa especificada no contrato tem maior possibilidade de serem descartados.

Desta forma, o *DiffServ* é uma medida que pode ser utilizada por parte dos usuários para regular o uso da rede, permitindo assim, um melhor controle de banda sobre a sua capacidade atual.

3.2 CONTROLE DE BANDA

O cotidiano de muitos escritórios é representado por um cenário formado por redes internas, onde a conexão com a Internet é compartilhada por todos os computadores e fornecida por um provedor.

Uma situação que se agrava nestes ambientes de rede é a crescente modernização das rotinas de trabalho por meio da adição de elementos tecnológicos, como por exemplo, sistemas online e consultas a base de dados remotas, que se tornam atualmente tão importantes, que algumas atividades não podem mais serem realizadas sem elas.

Na maioria das vezes o tempo para realização de determinadas tarefas está ligado ao desempenho oferecido pela rede às aplicações, durante a sua execução.

3.2.1 Descrição Objetiva do Problema na Empresa

A empresa GD Informática Ltda – Me, situada na Av. Centenário, 3265, Sala 208, Centro, Criciúma – SC, possui um cenário composto por 13 *hosts*, dispostos em seis grupos, que são eles: desenvolvimento composto por 4 desktops, suporte composto por 4 desktops, gerência composto por 2 notebooks, voip contendo 1 terminal, 2 servidores e mais um grupo chamado visitantes, com acesso wireless e número limitado a 5 *hosts*.

Toda essa estrutura compartilha uma largura de banda de 10MB para *download* e 1MB para *upload*. Cada grupo da rede possui necessidades diferentes e estas serão estudadas, devem ser analisadas tanto a largura de banda quanto as portas para os serviços. O intuito de implantar esse controle de banda é verificar e ajustar o mau uso da banda que está afetando o funcionamento do suporte em virtude de os mesmos necessitarem da maior fatia da largura de banda.

A Figura 4 demonstra a estrutura de rede da empresa GD:

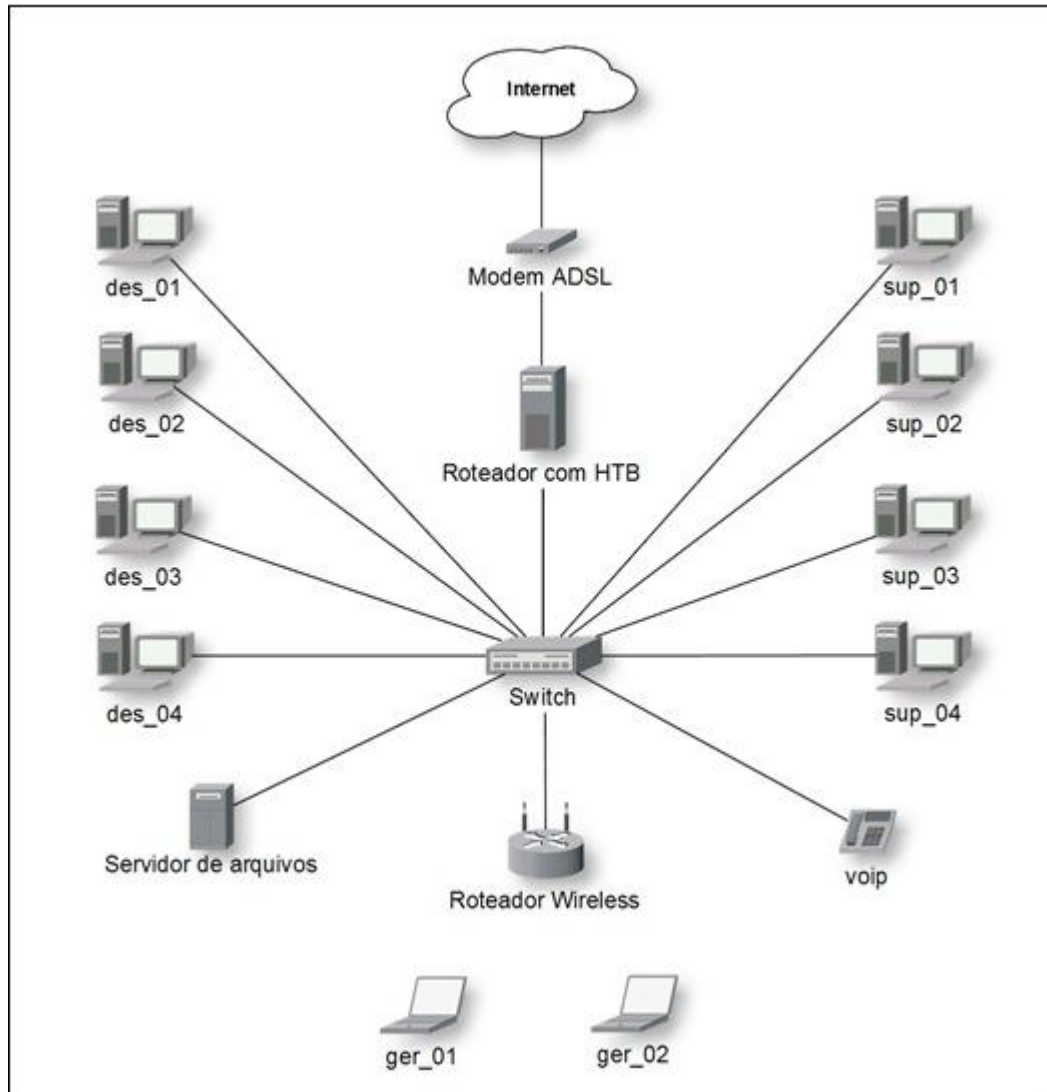


Figura 4. Estrutura de Rede da Empresa GD

3.2.2 Controle de Banda versus QoS

Controlar a distribuição de banda em uma rede, mesmo atuando sobre um único parâmetro, também é uma forma de abordagem de QoS. É comum encontrar similaridades entre um roteador com arquitetura *DiffServ* e um roteador implementando controle de banda, isto se dá devido ao fato de que algumas técnicas e mecanismos são as mesmas utilizadas nos dois casos.

De acordo com Loureiro (2004) implantar o controle de banda em uma rede é uma forma de oferecer a um fluxo qualquer de dados uma maneira diferenciada de serviço. Para

que este serviço seja oferecido de forma diferenciada, cada pacote que pertence a um fluxo privilegiado precisa ser reconhecido e fazer parte de alguma forma de classificação. Para isto são utilizadas classes que agrupam pacotes de tratamento similar, sendo que os algoritmos de escalonamento de tráfego são comuns entre elas.

Ao se propor melhorias em redes em ambientes pequenos, um dos desafios é o de se trabalhar apenas com um dos parâmetros da QoS: a largura de banda. Em muitas situações quando o desempenho da rede não é satisfatório, a solução recai junto ao provedor, buscando-se um aumento na largura de banda da conexão. Porém, o aspecto econômico levado em consideração é o custo do produto, já que este é inversamente proporcional a sua oferta.

Conforme Santos (2010) além do custo, existem casos em que o provedor não consegue aumentar a largura de banda que é oferecida aos seus clientes, isso se deve a tecnologia empregada, ao meio físico utilizado, ou pelo fato do provedor ser dependente de outras empresas que lhe fornecem um serviço já limitado.

Mesmo que o aumento da largura de banda seja tecnicamente possível e economicamente comportado pelo orçamento do cliente, isto não garante que o problema seja totalmente sanado, já que muitas aplicações utilizam o máximo de banda disponível na rede, independente de quanta banda existir, assim, novas aplicações serão criadas para consumi-la (KAMIENSKI, 2000).

Deve-se levar em consideração que a contratação de um serviço de conexão com a Internet é feita para suprir necessidades de aplicações específicas, contudo é difícil manter o seu uso apenas restrito a elas, devido a quantidade de opções oferecidas na rede mundial, isto acarreta no compartilhamento da banda com diversas outras aplicações, como acessos a páginas *HyperText Transfer Protocol* (HTTP), transferências de arquivos e uso do correio eletrônico.

Para se obter um melhor aproveitamento da conexão deve-se demarcar um ponto bem específico: “o máximo possível de uso que não interfira no motivo central da aquisição” (SANTOS, 2010). Para que este ponto seja demarcado com certa exatidão é necessário o uso de alguma tecnologia que controle a distribuição de banda na rede para se obter maior qualidade nos serviços.

Desta maneira, o aumento na largura de banda e um controle de distribuição desta banda são abordagens que podem ser combinadas para se alcançar um objetivo principal de sustentar um desempenho satisfatório no maior número possível de aplicações.

3.3 TÉCNICAS PARA A QUALIDADE DE SERVIÇO

Conforme cita Silva (2005) a qualidade de serviço é uma forma de garantir a transmissão eficiente e segura a fim de que os serviços sejam executados da melhor forma possível, independente das variações que a rede apresente, ou seja, é a garantia de que um ou mais serviços consigam acesso a rede da melhor maneira por meio de políticas de prioridades, dando atenção aqueles que necessitam de maior largura de banda na rede ou de prioridade no tratamento dos pacotes. Para garantir a qualidade dos serviços surgiram técnicas de controle de congestionamento e modelagem do tráfego na rede.

3.3.1 Técnicas de Controle de Congestionamento

De acordo com Borges (2007) os mecanismos de controle de congestionamento são importantes para a implantação da qualidade de serviços nas redes IP. A idéia deste mecanismo é inibir durante os congestionamentos, o fluxo de pacotes, de forma que os geradores de fluxos de pacotes IPs tenham sua carga sobre a rede reduzida. Com uma

quantidade menor de pacotes sendo despejado na rede, o nível de congestionamento é diminuído.

Tanenbaum (2003) cita alguns dos princípios de controle de tráfego da rede para evitar o congestionamento:

- a) monitorar o ambiente para detectar quando e onde ocorrem os congestionamentos:** este princípio pode ser adotado observando algumas métricas, por exemplo, a porcentagem de pacotes descartados, o retardo e o número de retransmissões dos pacotes, com estas informações é possível medir o nível de congestionamento da rede;
- b) enviar essas informações para lugares onde alguma providência pode ser tomada:** Enviar essas informações para um ponto da rede dificulta ainda mais o problema de congestionamento, porém não tratar o congestionamento é um problema ainda maior;
- c) ajustar as operações para corrigir problemas:** Existem algumas técnicas para o tratamento do congestionamento, como políticas de retransmissão, confirmação e *timeout*.

O controle de congestionamento pode ser empregado por meio de técnicas que seguem os princípios citados acima, uma destas técnicas é o Escoamento de Carga.

3.3.1.1 Escoamento de Carga

Esta técnica consiste no último esforço feito pelo roteador quando outros meios empregados não conseguiram resolver o problema de congestionamento.

De acordo com Tittel (2003) escoamento de carga significa que os roteadores irão descartar pacotes que não conseguem processar, porém é possível que os roteadores

selecionem os pacotes a serem descartados, em vez de simplesmente descartá-los aleatoriamente. Isso acontece, por exemplo, nos serviços prestados pelo Protocolo de Transferência de Arquivo (*File Transfer Protocol* - FTP), onde um pacote velho tem mais importância que um novo, contudo isso depende muito da aplicação, já que em aplicações de fluxo multimídia (como voz), um pacote mais novo tem mais valor que um mais antigo.

Para que os pacotes importantes não sejam descartados, uma política de descarte de pacotes pode ser adotada, garantindo que apenas o que é essencial e auxiliar permaneça. Para que isto aconteça às aplicações devem marcar seus pacotes com classe de prioridade.

Conforme Borges (2007) o mecanismo para prevenção e inibição do congestionamento é a Detecção Aleatória Prematura (*Random Early Detection* - RED). O RED monitora com antecedência todo o tráfego da rede, utilizando funções e controle de congestionamento, como a gerência do comprimento de suas filas. Quando esta fila excede seu limite o meio está congestionado e os pacotes são eliminados aleatoriamente.

Tittel (2003) cita que a aplicação verifica que seu pacote não foi entregue e diminui a taxa transmissão para evitar congestionamento, antes que aconteçam picos de tráfego, é possível configurar a taxa de descarte de pacotes, porém em redes sem fio esta configuração não é possível, pois geralmente os pacotes são perdidos devido a ruídos no meio.

Para se obter uma maior qualidade no fluxo de dados, modelagens de tráfego e suas estratégias podem ser adotadas.

3.3.2 Modelagem de Tráfego

Muitas vezes um servidor manipula muitos fluxos ao mesmo tempo, isto faz com que as saídas de dados não sejam uniformes devido às muitas solicitações e ao fato do roteador não estar baseado em uma regra.

Conforme Oliveira (2003) a modelagem de tráfego serve para estabelecer esta regra, fazendo com que o roteador envie os dados a uma velocidade constante aumentando assim, a qualidade de serviço dos fluxos de informação. Esta modelagem é feita controlando-se a taxa média de envio e o volume de dados da transmissão.

Existem estratégias para realizar a modelagem do tráfego, pode-se destacar o **Algoritmo Leaky Bucket** e o **Algoritmo Token Bucked**.

3.3.2.1 Algoritmo Leaky Bucket

Leaky Bucket ou Balde Furado vem da analogia de que não importa a que velocidade a água entra no balde, a saída pelo “furo” do balde sempre será a uma taxa constante, a não ser que o balde esteja vazio. Porém, se estiver cheio, a água escorre pelas bordas, ou seja, é descartada (BORGES, 2007).

Esta estratégia foi proposta para controlar a velocidade de envio de dados. Hirchoren (2000) cita que o princípio de funcionamento desta técnica é muito simples, um cliente é conectado em uma rede por meio de uma interface que contém uma fila finita, esta fila libera os pacotes a uma taxa constante, porém se a fila estiver cheias os pacotes são imediatamente descartados.

Este algoritmo também pode usar uma contagem de *bytes*, ou seja, ao invés da contagem de pacotes o host envia um número de *bytes* fixo para a rede a cada pulso de *clock*. Isso mantém regular o fluxo de envio de dados minimizando o congestionamento.

A desvantagem apresentada por este método é que ele determina uma taxa média de saída rígida, não dependendo do comportamento do tráfego.

3.3.2.2 Algoritmo Token Bucket

Token Bucket ou Balde de Símbolos é semelhante ao Leaky Bucket, contudo, sua forma de manipular a capacidade de transmissão dos dados é diferente.

Conforme Borges (2007) neste algoritmo o balde gera símbolos a uma determinada taxa de tempo, para que o pacote seja transmitido o balde se associa a um símbolo, assim que autorizada a transmissão, descarta-se o símbolo do balde. Este algoritmo permite que seja feita uma economia de símbolos para que quantidades maiores possam ser enviadas posteriormente. Esta economia é de no máximo o tamanho do balde possibilitando uma resposta mais rápida aos envios repentinos.

Independentemente da estratégia utilizada para modelar o tráfego da rede, os dados que trafegam possuem prioridades de serviços diferentes e cada um deles necessita de um tratamento específico onde a sua transmissão acontece de acordo com seus parâmetros de garantia de serviço.

4 CONTROLE DO TRÁFEGO NA REDE

Controlar o tráfego de uma rede implica em inibir o fluxo de recursos desta rede, de forma que alguns dos fluxos sejam privilegiados em relação a outros. Esta intervenção na concorrência da rede é implementada nos roteadores por meio de mecanismos de controle de tráfego.

Este capítulo apresenta o funcionamento básico dos roteadores e de alguns elementos que ao serem adicionados conseguem obter maior eficiência na tarefa de controlar o fluxo de dados em uma rede.

4.1 ESTRUTURA BÁSICA DE UM ROTEADOR

De acordo com Oliveira Filho (2006) os roteadores são dispositivos responsáveis por encaminhar pacotes entre pontos diferentes de uma rede. A entrega dos pacotes é feita mediante a verificação do cabeçalho de cada pacote, o qual determina a interface de saída que deverá encaminhá-lo até o próximo ponto do caminho.

Mesmo existindo muitas formas de implementar mecanismos de comutação de pacotes nos roteadores, a lógica desta operação não sofre muitas alterações entre as diversas arquiteturas utilizadas.

A Figura 5 apresenta a estrutura básica de um roteador:

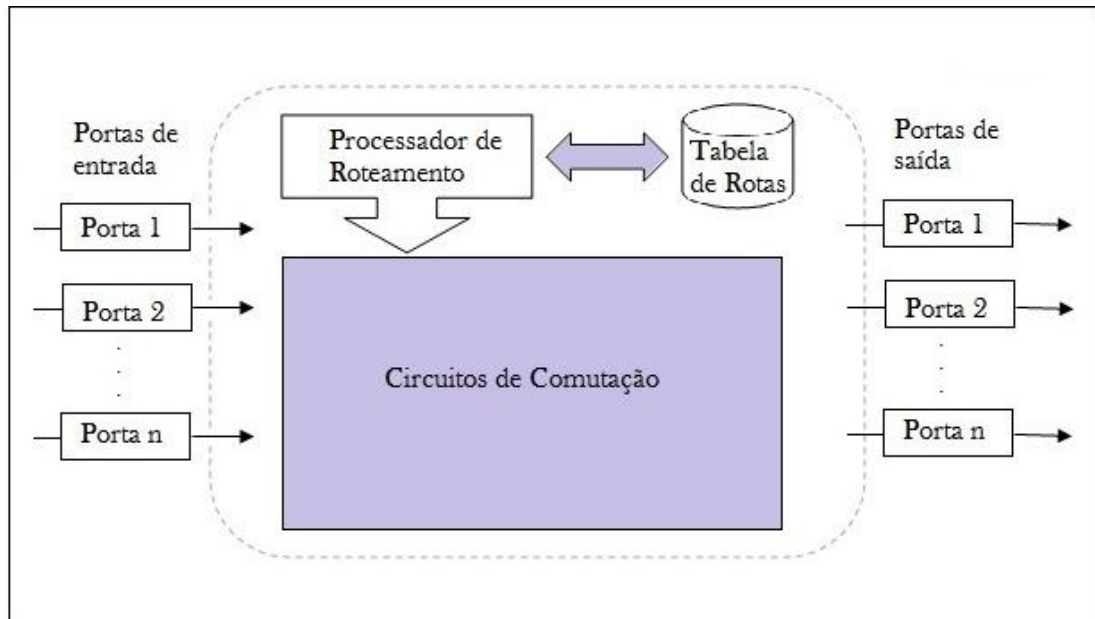


Figura 5. Estrutura básica de um roteador
 Fonte: Adaptado de FOROUZAN, B. (2006, p. 771)

Em um roteador os componentes do circuito de comutação trabalham com pacotes, a unidade de dados da camada de Internet (TCP/IP) ou a camada de Rede, de forma que as portas representam os circuitos que são responsáveis por trabalharem com as demais unidades de dados das camadas inferiores, incluindo as interfaces de rede e os demais componentes relacionados a este processamento (SANTOS, 2010).

4.1.1 Portas de Entrada e Saída

Conforme Forouzan (2006) as portas de entrada trabalham desde fazendo a recepção dos dados, até realizando a entrega dos pacotes ao circuito de comutação. As portas de saída trabalham de forma inversa, ou seja, recebendo os pacotes que devem ser entregues ao meio de transmissão. Dependendo da direção do fluxo de dados direcionado a ela, uma porta realiza a função de entrada ou saída.

Conforme Santos (2006) os dados chegam pela interface de entrada, de modo que cada porta de entrada ou saída está associada a um *buffer*, quando os dados chegam são

convertidos em pacotes, direcionados aos seus respectivos *buffers* e processados pelo circuito de comutação. No envio de um pacote, é determinada uma porta de saída, o pacote será direcionado ao *buffer* desta porta convertido em sinais elétricos e enviado a interface de rede correspondente.

4.1.2 Processador de Roteamento

Ao serem recebidos na porta de entrada, os pacotes são encaminhados aos seus respectivos *buffers*, uma vez ali, se tornam acessíveis ao processador de roteamento que faz a leitura por meio do cabeçalho do endereço de destino, mediante consulta na tabela de rotas, definindo assim, o próximo destino do pacote e qual a porta de saída será utilizada para realização deste envio (OLIVEIRA FILHO, 2006).

4.1.3 Circuitos de Comutação

O circuito de comutação é responsável pela execução das regras de encaminhamento que são determinadas pelo processador de roteamento. Porém, é um desafio do roteador fazer com que os pacotes sejam movidos dos *buffers* de entrada para os *buffers* de saída com eficiência, pois, a velocidade empregada na realização desta tarefa afeta o tamanho dos *buffers* e, conseqüentemente o desempenho do processo, registrando assim, atraso na entrega dos pacotes (FOROUZAN, 2006).

Existem componentes de *hardware* nos dispositivos específicos de roteamento que implementam a tarefa de comutação de várias maneiras, isto depende muito da arquitetura utilizada pelo dispositivo.

Santos (2010) cita que a estrutura básica de um roteador possui algumas limitações, sendo a mais comum, a falta de mecanismo para distinção de tráfego, ou seja, o roteador apenas realiza a função de encaminhamento dos pacotes o mais rápido possível, observando somente a ordem de chegada dos mesmos.

4.2 PRIORIZAÇÃO DE TRÁFEGO

É possível alterar nos roteadores, a ordem em que os pacotes são encaminhados entre as interfaces de entrada e saída, isto é feito priorizando o atendimento a determinados fluxos de dados em relação ao restante do tráfego.

A Figura 6 apresenta algumas modificações na estrutura do roteador para que este seja capaz de realizar a priorização de fluxos:

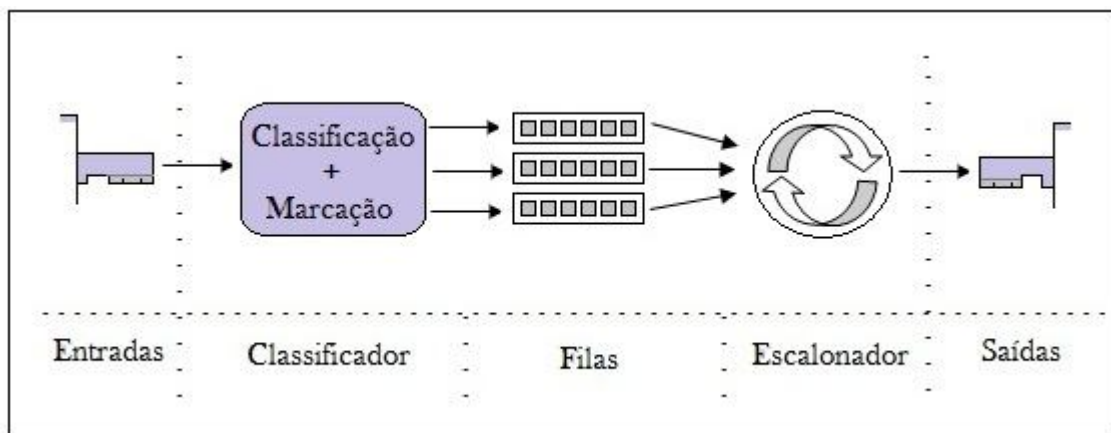


Figura 6. Roteamento com Priorização de Tráfego
Fonte: Adaptado de OLIVEIRA FILHO, J. (2006, p. 39)

4.2.1 Classificação e Marcação

Conforme Santos (2010) para se oferecer QoS, um dos pontos básicos é examinar os fluxos de dados que chegam ao roteador, o objetivo desta análise não é tratar cada um dos pacotes da rede individualmente e sim, identificar e agrupar todos os pacotes que devem

receber o mesmo tratamento. Este agrupamento é chamado de “classe” e então esta etapa é chamada de “classificação”.

Santana (2006) cita que existem critérios para a classificação dos pacotes, ou seja, para um pacote pertencer a uma classe, um conjunto de características combinadas são analisadas e muitas vezes estas características podem estar espalhadas pelas camadas do modelo.

O processo de desempacotar muitas camadas para verificar seu conteúdo em busca de características em comum apresenta um alto custo computacional, para que este processo não se repita por diversas vezes, é realizada a marcação dos pacotes, onde um código é inserido no cabeçalho IP, facilitando o reconhecimento da classe ao qual o pacote pertence apenas pela leitura do seu cabeçalho.

4.2.2 Filas

De acordo com Melo (2001) as filas são regiões de memórias alocadas pelos componentes do mecanismo de controle de fluxo, estas auxiliam nas tarefas de classificação e controle da saída de determinados fluxos de dados. Em roteadores que implementam a priorização de tráfego, as filas são essenciais pois, cada fluxo identificado é direcionado para a fila correspondente à sua classe.

4.2.3 Mecanismo de Escalonamento

Depois de analisar todo o tráfego que entra no roteador, classificá-lo, marcá-lo e redirecioná-lo para as filas, o mecanismo de escalonamento é o responsável por decidir que

pacote terá prioridade sobre os demais em um sistema de filas múltiplas (OLIVEIRA NETO, 2006).

Os pacotes disputam o recurso de acesso à interface de saída e o escalonador é quem gerencia a distribuição deste recurso. Dependendo de qual mecanismo é utilizado o escalonador desempenha uma tarefa diferente, na próxima sessão é apresentada um mecanismo de escalonamento chamado *Hierarchical Token Bucket* (HTB).

4.3 HIERARCHICAL TOKEN BUCKET - HTB

Conforme Dallabona (2010) o algoritmo Balde de Símbolos Hierárquicos (*Hierarchical Token Bucket* - HTB) foi criado por Martin Devera e inserido no Kernel do Linux a partir da versão 2.4.20 onde implementa uma fila com suporte a várias classes para controle de tráfego. O Kernel do Linux oferece diversos recursos que permitem enviar pacotes da forma que for mais recomendado mantendo total controle no envio de pacotes. Este conjunto de recursos é denominado Disciplina de Enfileiramento (*Queueing Discipline* - qdisc).

De acordo com Stato (2009) o Linux suporta vários tipos de filas de disciplina. Essas filas são divididas em duas categorias *Classless* e *Classfull*. As qdisc do tipo *Classless* não podem conter classe definidas por usuários, já as *Classfull* podem conter subclasses definidas ou criadas por usuários, o que permite maior flexibilidade para o tratamento da banda.

De acordo com Oliveira (2009) o objetivo do HTB é dividir um link de dados, seja ele privado ou de Internet, de forma que muitos tipos de tráfegos de todos os usuários consigam utilizar este recurso igualmente. Porém é possível filtrar os pacotes quanto a prioridade, ou seja, os serviços que precisam de uma taxa mínima de largura de banda, serão

tratados com este mínimo possível que foi configurado pelo administrador utilizando o algoritmo HTB (STATO, 2009).

Este algoritmo garante que o serviço destinado a uma classe é no mínimo o requerido por esta e conforme o que foi designado para esta. Se uma classe requisita menos do que o destinado a ela, esta sobra de largura de banda é remanejada para outras classes que requisitarem serviços, caso esta opção seja configurada pelo administrador (DEVERA, 2002).

Conforme citado em Souza (2005) o HTB utiliza o conceito de balde de símbolos combinado com um sistema de classes e filtros, isto permite a configuração de um sistema de controle de tráfego bastante preciso e complexo. Alguns dos conceitos do HTB são:

- a) **class:** as classes são uma forma de dividir o tráfego para se empregar um tratamento diferenciado;
- b) **filter:** os filtros determinam em que classe um pacote será enfileirado dentro de um qdisc classfull;
- c) **classificador:** é utilizado para identificar certos padrões e/ou características dos pacotes e fluxos permitindo a separação dos mesmos.

Devido ao fato do HTB ser uma disciplina de enfileiramento (qdisc) com suporte a classes, este pode ser utilizado como um escalonador ou como uma classe. Na sua utilização como classe, o HTB possui apenas um parâmetro opcional “default” que é responsável por definir em qual subclasse um pacote deve ser enfileirado caso não seja classificado por nenhum filtro. Contudo, se utilizado como escalonador o HTB suporta os seguintes parâmetros:

- a) **rate:** velocidade de transmissão garantida;
- b) **burst:** tamanho máximo de bytes para envio de pacotes;
- c) **ceil:** velocidade máxima que a classe pode adotar.

A partir desta breve descrição sobre o HTB pode-se verificar que este possui grande influência sobre o controle de banda. Embora existam muitas ferramentas, o uso do HTB é uma escolha viável e de baixo custo.

5 TRABALHOS CORRELATOS

Esta seção relaciona alguns dos trabalhos científicos com teor semelhante a esta fundamentação teórica utilizados no desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

5.1 IMPLANTAÇÃO DE CONTROLE DE BANDA PARA OTIMIZAÇÃO DO USO DE REDE DE COMPUTADORES ATRAVÉS DE QOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por Nathan Franklin Saraiva de Souza, para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação, em 2005, pela Universidade Federal de Piauí – UFPI.

O trabalho é dividido em duas partes, a primeira apresenta um estudo sobre Qualidade de Serviço, formas de abordagem de QoS, das quais pode-se citar *IntServ* e *DiffServ* e a segunda parte é prática, apresentando a implantação de controle de banda e propondo uma solução à ser empregada no controle do fluxo de dados em algumas instituições.

5.2 CONTROLE DE BANDA EM REDES TCP/IP UTILIZANDO O LINUX

Monografia de Pós-Graduação de Aldir Lopes dos Santos, apresentanda em 2010, para obtenção do título de Especialista em “Administração em Redes Linux” pelo curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

O trabalho apresenta uma proposta onde se utilizam ferramentas de software livre para realizar o controle do fluxo de dados, devido ao grande fluxo de informações que transitam pela rede, tentando assim, melhorar as atividades administrativas realizadas em uma

instituição pública estadual que é atendida por um link de 256 kbps e que necessita racionalizar e dividir esta banda com todos os seus computadores.

5.3 ANÁLISE DE QUALIDADE DE SERVIÇO EM REDES CORPORATIVAS

Dissertação de Mestrado de Dinailton José da Silva apresentada ao Instituto de Computação da UNICAMP em 2004 para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação em Campinas, São Paulo.

O Trabalho apresenta uma análise dos modelos de QoS que se mais se adequam às redes corporativas, de forma que as aplicações de maior interesse de tráfego da corporação obtenham garantias de recursos na transmissão de dados. Também são apresentadas, por meio de teoria e prática, as funcionalidades e as características dos modelos de QoS, tendo como escopo uma análise estratégica quanto à aplicabilidade dos modelos para as redes corporativas.

6 TRABALHO DESENVOLVIDO

Este projeto tem como objetivo apresentar os resultados provenientes de um estudo de caso sobre Qualidade de Serviço (QoS) em uma empresa de Criciúma por meio da implantação de um servidor Linux para realização do controle de banda e monitoramento dos computadores, levando em consideração as classes de serviço, perfil do tráfego e planejamento.

6.1 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado a partir das etapas metodológicas a seguir:

As etapas realizadas da metodologia para a elaboração do projeto constituíram-se de levantamento bibliográfico, onde foi utilizada a busca em livros, revistas online, sites e trabalhos científicos com conteúdos referentes à fundamentação teórica.

A segunda etapa constituiu-se de estudos sobre o funcionamento de redes em Sistemas Operacionais Linux onde foram feitas buscas em livros, trabalhos de conclusão de curso que apresentavam o conteúdo, estrutura das redes e sites. Conforme segue etapas a seguir:

- a) compreensão do funcionamento da ferramenta para controle de banda;
- b) aplicação do controle de banda para realizar a otimização do tráfego de dados em uma rede de computadores.

6.2 RESULTADOS OBTIDOS

Para efetivar uma implementação de controle de banda de Internet se fez necessário conhecer a estrutura de rede interna, os softwares utilizados na organização e a política de priorização da empresa em relação as tarefas.

O fator que consumiu o maior tempo na implementação foi o estudo do tráfego de dados individual dos *hosts* na rede, para tal foi necessário efetuar mudanças na configuração de rede visando um padrão de nomes e endereços de IP entre as máquinas de cada setor, essa padronização facilitou a identificação das mesmas no mapeamento da rede.

A Figura 7 representa a configuração de rede adotada:

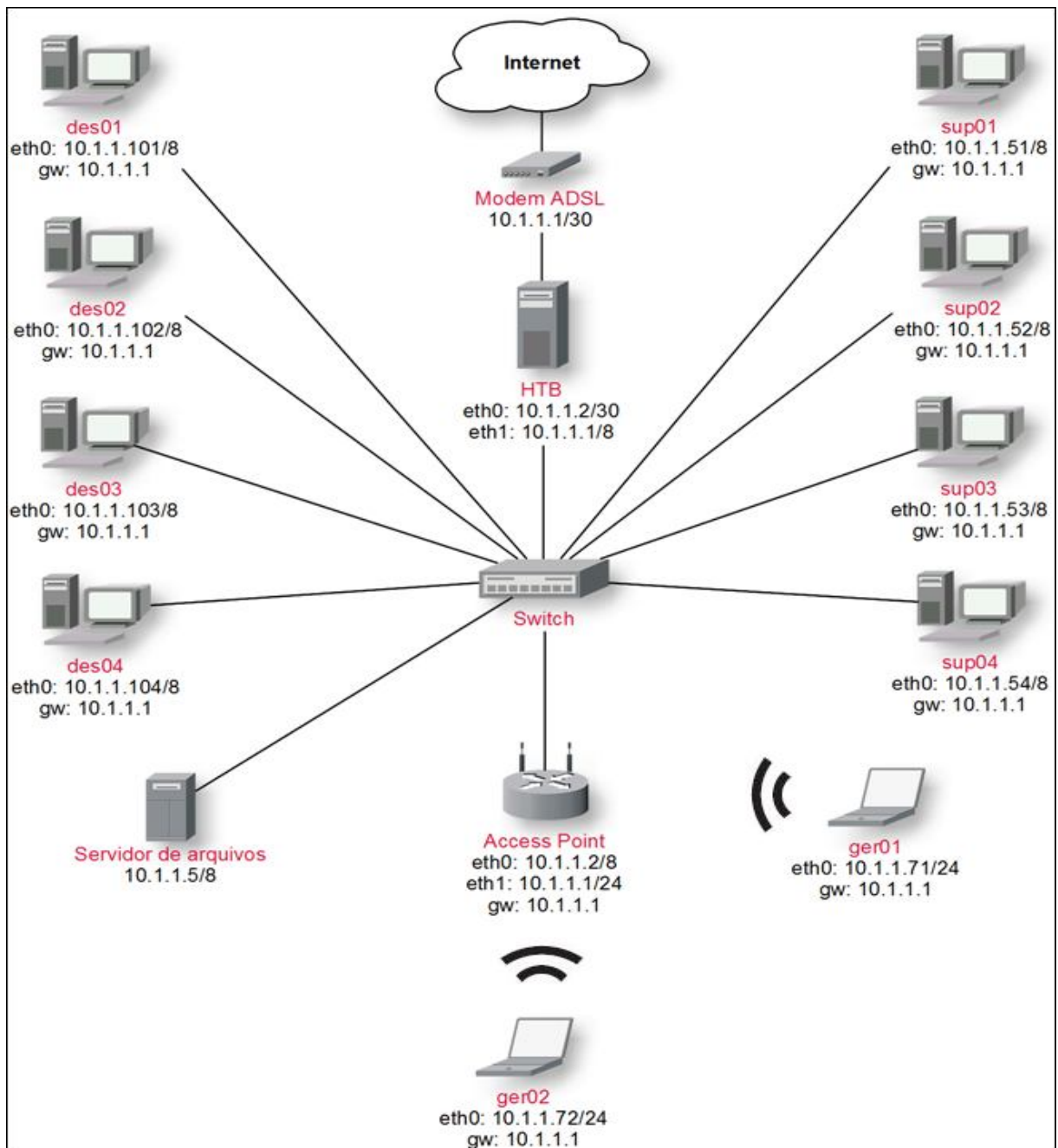


Figura 7. Estrutura de Rede da Empresa GD

6.2.1 Mapeamento de portas e consumo de banda

Para realização do mapeamento, utilizou-se o próprio servidor traçando uma rota entre as interfaces eth0 e eth1, unindo dessa forma a rede externa com a interna e agindo como intermediador de pacotes, nos quais foram capturados pelo software *iptraf*. Para criar a rota entre as interfaces do roteador, criou-se um *script* e o mesmo foi adicionado na inicialização do sistema operacional, o arquivo de script foi alocado em: "/usr/local/sbin/firewall".

A Figura 8 detalha o contexto do script de roteamento:

```
#!/bin/bash
SBINDIR=/sbin
$SBINDIR/iptables -F
$SBINDIR/modprobe iptable_nat

# Tradução de endereços (NAT)
$SBINDIR/iptables -t nat -A POSTROUTING -o eth0 -j MASQUERADE
echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
~
7,1 Tudo
```

Figura 8. *Script* de roteamento.

O *iptraf* é um software de linha de comando que fornece informações valiosas para monitoramento de tráfego em protocolo de Internet, ele possui visual simplificado e agrega recursos de configuração para isolamento de interfaces, entre outros. Dentre as opções que mais foram exploradas no software, pode-se citar o *IP Traffic Monitor* e o *Detailed Interface Statistics* que, respectivamente, determinaram as portas utilizadas e o consumo em kbytes/s de cada serviço nos *hosts* da rede.

Visto que um programa tem como assinatura na rede o padrão de portas utilizadas, pode-se utilizar essa característica para identificá-lo em um contexto de tráfego de dados, o levantamento da lista de portas foi o primeiro passo para estabelecer a prioridade dos serviços no tráfego da rede.

A Figura 9 demonstra o *iptraf* com a opção *IP Traffic Monitor*:

```

IPTraff
TCP Connections (Source Host:Port)  Packets  Bytes  Flags  Iface
-----
10.1.1.1:55256  >      168    35840  -PA-   eth1
10.1.1.2:1203  >       83    3910  --A-   eth1

TCP:      1 entries  Active

Elapsed time:  0:00

Pkts captured (all interfaces):  251 | TCP flow rate:  4,40 kbytes/s
Up/Dn/PgUp/PgDn-scroll  M-more TCP info  W-chg actv win  S-sort TCP  X-exit

```

Figura 9. *IP Traffic Monitor*.

O uso das aplicações isoladamente nos *hosts* em conjunto com a opção *Detailed Interface Statistics* do *iptraf* permitiu estabelecer mínimas e máximas necessárias para cada serviço executado. O critério utilizado para tal foi a estabilização visual das aplicações de acesso remoto em paralelo com o *download* de arquivos da rede externa.

A Figura 10 demonstra o *iptraf* com a opção *Detailed Interface Statistics* em ação:

```

IPTraff
Statistics for eth1
-----
                Total      Total      Incoming  Incoming  Outgoing  Outgoing
                Packets    Bytes     Packets    Bytes     Packets    Bytes
Total:           248      53200         82      5104         166      48096
IPv4:            248      49260         82      3488         166      45772
IPv6:             0         0           0         0           0         0
TCP:             248      49260         82      3488         166      45772
UDP:             0         0           0         0           0         0
ICMP:            0         0           0         0           0         0
Other IP:        0         0           0         0           0         0
Non-IP:          0         0           0         0           0         0

Total rates:           6,5 kbytes/sec      Broadcast packets:      0
                   29,4 packets/sec      Broadcast bytes:       0

Incoming rates:       0,6 kbytes/sec
                   9,6 packets/sec

Outgoing rates:       6,0 kbytes/sec
                   19,8 packets/sec
Elapsed time: 0
X-exit

```

Figura 10. *Detailed Interface Statistics*

6.2.2 Configuração do HTB

O sinal de Internet fornecido é demodulado por um Modem D-Link 500B e transmitido para a interface eth0 do roteador. A interface eth1 é ligada diretamente no Switch, que distribui o *link* para todas as máquinas da rede.

O pacote HTB *tools* é uma interface que interpreta uma lógica de configuração simplificada e espelha a mesma no funcionamento do *kernel* do sistema operacional, o serviço HTB em si é o responsável pelo controle do fluxo de dados conduzido entre as interfaces roteadas, ele executa essa tarefa escalonando o intervalo de tempo para transmissão dos pacotes, seu funcionamento é baseado nas configurações estabelecidas nos arquivos `"/etc/htb/eth0-qos.cfg"` e `"/etc/htb/eth1-qos.cfg"` para rede externa e interna, respectivamente.

Esta implementação abranje somente o arquivo de configuração da rede interna, visto que para a rede externa manteve-se abertura total do fluxo de dados.

O acesso ao ambiente visual do HTB *tools* se dá por meio da execução do binário *setup* que fica localizado na pasta onde foi instalado o pacote, dentre as opções destacam-se:

a) *Configure*: Oferece opção para geração, edição e checagem sintática do arquivo de configuração.

b) *Start/Stop*: Inicializa, finaliza e reinicializa a ação do controle de banda sobre a interface selecionada.

c) *Traffic*: Exibe o tráfego de dados passando em cada classe configurada.

A Figura 11 exemplifica o menu principal do HTB *tools*:

```

HTB-tools 0.3.0 - This installer (c) army <arny[at]army.ro>
HTB-tools SETUP
HTB-tools is a set of tools that generates scripts for bandwidth
management using the HTB queueing discipline and lets you see the traffic
passing through each queue in real time.

Select an option below using the up and down arrow keys and press ENTER.

HELP          READ before using SETUP --->
INSTALL       Install or upgrade HTB-tools --->
CONFIGURE     Configure HTB-tools --->
START/STOP   Start, stop, restart HTB-tools --->
TRAFFIC      Watch real time traffic --->
UNINSTALL    Uninstall HTB-tools --->
LOG          See HTB-tools SETUP log file --->
CHANGELOG    See HTB-tools Change log --->
CREDITS      People who made HTB-tools --->
EXIT         Exit SETUP

<aceitar >          <Cancelar >
  
```

Figura 11. Menu principal do HTB *tools*

Os arquivos de configuração acessados através do menu *configure* possuem uma estrutura organizada em classes e clientes. As classes são grupos formados por clientes que compartilham os recursos disponíveis, estes recursos são dispostos em forma de parâmetros e seguem a seguinte configuração:

a) *bandwidth*: Largura de banda mínima garantida.

- b) *limit*: Largura de banda máxima.
- c) *burst*: Número máximo de kbits enviado para o cliente de uma só vez (A versão atual 0.3.0 do HTB *tools* calcula essa taxa automaticamente).
- d) *priority*: É a prioridade da classe sobre as demais, determina a ordem na qual a classe será executada.

Cada classe age de forma isolada e são executadas dentro da ordem de prioridade estabelecida. Os clientes são as redes onde se deseja incorporar o controle, cada rede pode ser formada por um ou mais *hosts*, para maior precisão de controle usa-se uma classe para cada *host*, esse isolamento reflete uma melhor performance na atribuição das prioridades estabelecidas.

6.2.3 Configurações adotadas

Na implementação foram estabelecidas duas classes distintas seguindo esta ordem de priorização:

A primeira denominada `administracao_servidor`, garante a comunicação via SSH dos terminais com o servidor para fins de manutenção, esta classe reserva uma taxa de 12KB/s unicamente para conexões através da porta 55256. A regra citada vale para todos os *hosts* da rede 10.0.0.0/8, isto é, ela não interfere no tráfego de dados para a rede externa. O identificador do cliente dentro desta classe se chama `ADM_SSH`.

A segunda classe, intitulada `servicos_controlados`, reserva a largura de banda de 1280KB/s e dimensionamento para os serviços de acesso remoto (VNC atuando no intervalo de portas 5501-5504) e navegação web (porta 80 e 443).

Em termos de largura de banda, o software VNC versão 1.0.8.2 trabalhando com configuração de 256 cores, consome em baixa 32KB/s, essa taxa pode elevar-se a picos de até

175KB/s conforme constatado com a análise do *iptraf*. Considerando como objetivo a priorização deste serviço, estabeleceu-se para o funcionamento ideal, a taxa mínima de 160KB/s e máxima de 240KB/s para cada um dos quatro *hosts* existentes no setor de suporte técnico.

A taxa para navegação *web*, tendo este serviço como secundário, abrange toda a fatia restante do *link* disponível, isto é, 32KB/s garantidos, podendo elevar-se a até 64KB/s para cada um dos dez terminais navegadores.

Vale caracterizar que a soma da carga total mínima reservada para os quatro terminais de acesso remoto iguala-se a 50% do *link* total disponível, sendo que os mesmos trabalhando com a carga máxima consomem 75%, nessas condições, o serviço de navegação *web* terá recursos de 50% e 25% respectivamente para o total de dez terminais.

A largura de banda de 1280KB/s dividida entre os serviços citados, corresponde ao valor estável do pacote de Internet assinado, o valor de pico constatado pode elevar-se a até 1350KB/s, sendo assim, o valor excedente de 70KB/s foi configurado na classe default para ser usado por qualquer outro serviço não controlado.

A Figura 12 expressa as taxas adotadas:

host	taxa mínima	taxa máxima	Legenda
sup01_VNC	160 KB/s	240 KB/s	25% do link
sup02_VNC	160 KB/s	240 KB/s	50% do link
sup03_VNC	160 KB/s	240 KB/s	75% do link
sup04_VNC	160 KB/s	240 KB/s	pico excedente
sup01_WEB	32KB/s	64KB/s	
sup02_WEB	32KB/s	64KB/s	
sup03_WEB	32KB/s	64KB/s	
sup04_WEB	32KB/s	64KB/s	
des01_WEB	32KB/s	64KB/s	
des02_WEB	32KB/s	64KB/s	
des03_WEB	32KB/s	64KB/s	
des04_WEB	32KB/s	64KB/s	
ger01_WEB	32KB/s	64KB/s	
ger02_WEB	32KB/s	64KB/s	
default	-	70KB/s	

Figura 12. Esquema de distribuição do link disponível

A Figura 13 a seguir especifica a configuração adotada na implantação:

```

1  class administracao_servidor {
2      bandwidth 96; # 96Kb/s = 12KB/s
3      limit 96;
4      burst 0;
5      priority 0;
6
7      client ADM_SSH {
8          bandwidth 96; # 12Kb/s
9          limit 96;
10         burst 0;
11         priority 0;
12         src {10.0.0.0/8 55256;};
13         dst {10.0.0.0/8;};
14     };
15 };
16
17 class servicos_controlados { # (100% do link estavel)
18     bandwidth 10240; # 10240Kb/s = 1280KB/s = 100%
19     limit 10240;
20     burst 0;
21     priority 1;
22
23     client sup01_VNC {
24         bandwidth 1280; # 1280Kb/s = 160KB/s = 50%/4
25         limit 1920; # 1920Kb/s = 240KB/s = 75%/4
26         burst 0;
27         priority 1;
28         src {0.0.0.0/0 5501;};
29         dst {10.1.1.51/32;};
30     };
31     client sup02_VNC {
32     };
33     client sup03_VNC {
34     };
35     client sup04_VNC {
36     };
37     client sup01_WEB {
38         bandwidth 256; # 256Kb/s = 32KB/s = 25%/10
39         limit 512; # 512Kb/s = 64KB/s = 50%/10
40         burst 0;
41         priority 2;
42         src {0.0.0.0/0 80 443;};
43         dst {10.1.1.51/32;};
44     };
45     client sup02_WEB {
46     };
47     client sup03_WEB {
48     };
49     client sup04_WEB {
50     };
51     client des01_WEB {
52     };
53     client des02_WEB {
54     };
55     client des03_WEB {
56     };
57     client des04_WEB {
58     };
59     client ger01_WEB {
60     };
61     client ger02_WEB {
62     };
63 };
64
65 class default { bandwidth 560; }; # Padrao de 70KB/s para
66 #classes nao referenciadas acima (pico do link)
67

```

Figura 13. Configuração adotada na implantação

Note que a linha 31 da Figura 13 inicia com um sinal de positivo, este sinal indica que a configuração referente ao cliente `sup02_VNC` está oculta, este efeito foi adotado aqui somente para melhorar a organização e facilitar o entendimento do extenso arquivo de configuração, vale lembrar que os clientes com a mesma terminação possuem as mesmas características básicas com exceção do endereço de IP que é diferenciado para cada *host*.

O nível de priorização de atendimento aos clientes pode ser observado claramente no parâmetro *priority*, onde , o valor adotado é diretamente ligado a ordem na qual o tráfego será tratado, o intervalo adotado foi de zero a dois mas essa escala pode ser estendida até sete.

CONCLUSÃO

A pesquisa realizada abordou a implementação de um servidor para controle de banda da Internet na empresa GD Informática LTDA, propondo uma solução de baixo custo através do sistema operacional Linux e o pacote HTB *tools*, ambos são recursos de aquisição livre e necessitam apenas de estudo do ambiente e configuração dentro das necessidades da empresa.

A rede em questão apresentava problemas com o uso da largura de banda da Internet, que apesar de ter considerável potencial, se tornava ineficiente no cumprimento da tarefa exercida pelo setor de suporte técnico, que utilizava-a para acesso remoto ao cliente.

Foram encontradas dificuldades na elaboração dos valores referentes a priorização e largura de banda para os *hosts* da rede, visto que este processo deve ser feito sem o uso do *link* de Internet. Este requisito só foi alcançado em horários específicos e reduzidos, e os valores adotados foram frutos de inúmeros testes, sendo aplicáveis isoladamente para a rede estudada.

Durante os testes e no pós-implantação pôde-se observar que controlar a banda reflete em administrá-la de forma ostensiva onde se estabelece normas visando objetivos. Essa forma de administrar agregou retorno satisfatório por parte do setor de suporte técnico que agora não possui concorrência ameaçadora na realização de seus serviços.

A pesquisa efetuada agregou conhecimentos extras nas áreas de mapeamento de tráfego, conversão de unidades métricas, comandos no sistema operacional Linux e principalmente a aplicação do conceito de QoS.

Para trabalhos futuros sugere-se:

- a) Implementar o roteamento de um link de redundância na entrada prevendo regras para ambas as interfaces.

- b) Adicionar o pacote *WebHTB* para configuração e monitoramento através do navegador nos clientes.
- c) Implementar a geração de *log* de tráfego para auxiliar no monitoramento *off-line*.
- d) Aprimorar o servidor para realizar filtro de conteúdo permitindo bloquear o tráfego de softwares específicos.

REFERÊNCIAS

BORGES, José Benjamim Carvalho de Santana. **Impacto da Utilização de Técnicas de QoS para o Serviço de VoIP**. 2007. 62 f. Curso de Ciência da Computação, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

DALLABONA, Jaison. **Software de Controle de Banda para Gateways Linux**. 2010. 67 f. Curso de Sistemas de Informação, FURB, Blumenau, 2010.

DEVERA, M. **HTB Home**. República Checa, 2002. Disponível em <<http://luxik.cdi.cz/~devik/qos/htb/>>. Acesso em: 04 mai. 2011.

FERNANDES, Pedro; CUNHA, Filipe; PINA, Bernardo. **Mecanismo de Escalonamento**. Portugal. 2001.

FILHO, Jorge Lima de Oliveira. **Tecnologias DiffServ como Suporte para a Qualidade de Serviço (QoS) de Aplicações Multimídia: Aspectos de configuração e integração**. 122 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Redes de Computadores) - UNIFACS, Salvador, 2006.

FOROUZAN, B. A. **Comunicação de Dados e Redes de Computadores**. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2006.

GONZAGA, Carol Pereira. **WebLimit: Aplicação proxy experimental para controle do uso de banda em redes de computadores**. Criciúma. 2006.

HIRCHOREN, Gustavo Abraham. **Predição e Estimação de Parâmetros de Processos Auto-Similares para Redes de Faixa Larga**. Campinas. 2000. 95 p. Tese (Doutorado) – Unicamp, Campinas. 2000.

INFO Exame. **As Melhores Marcas de Tecnologia no País**. São Paulo, nº 229, Abril. 2005.

ISO/IEC 14476-6. 01 mai. 2010. Disponível em: <http://webstore.iec.ch/preview/info_isoiec14476-6%7Bed1.0%7Den.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2011.

KAMIENSKI, Carlos Alberto. **Qualidade de Serviço na Internet**. 2000. 10 f. Tese (Doutorado) - UFPE, Paraíba, 2000.

LOUREIRO, Hélio. **Roteamento avançado e controle de banda**. 2004. Disponível em: <<http://eng.registro.br/gter17/videos/05-roteamento-avancado-linux.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2010.

MARTINS, Joberto. **Qualidade de Serviço (QoS) em Redes IP: Princípios Básicos, Parâmetros e Mecanismos**. São Paulo. 2006.

MELO, E. T. L. **Qualidade de Serviço em Redes IP com DiffServ: Avaliação através de medições**. 153 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - UFSC, Florianópolis, 2001.

MURHAMMER, Martin W. et al. **TCP/IP: Tutorial e Técnico**. São Paulo: Makron Books, 2000.

OLIVEIRA NETO, E. M. S. **Especificação de uma Rede MPLS Fim-a-Fim com Diferenciação de Serviços**. 173 p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). UFRN, Natal, 2006.

OLIVEIRA, Josiane Lima de. **Processo de Modelagem de Qualidade de Serviço em Redes sem Fio**. 2003. 54 f. UFPA, Pará, 2003.

PAZZIANOTTO, Carlos Benjamin. **Implementação de controle de banda com Packet Filter - PF e Alternate Queueing - ALTQ em FreeBSD**. 2006. 62 f. Mestrado - UFLA, Minas Gerais, 2006.

PERES, Mauro. **Barômetro Cisco de Banda Larga Brasil 2005-2010**. Disponível em: <http://www.cisco.com/web/BR/barometro/baro_segtrimest07.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2008.

SANTOS, C. R. d. **Proposta e Análise de Desempenho de um Comutador de Pacotes com Enfileiramentos na Entrada e na Saída**. 83 p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Unicamp, Campinas, 2006.

SANTOS, Aldir Lopes Dos. **Controle de Banda em Redes TCP/IP Utilizando o Linux**. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado) - UFLA, Minas Gerais, 2010.

SANTANA, S. F. L. **Proposta de Referência para Projetos de Qualidade de Serviço (QoS) em Redes Corporativas**. 2006. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Unifacs, Salvador, 2006.

SILVA, Anderson et. al. **VoIP: Voz Sobre IP**. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

SOUSA, Nathan Franklin Saraiva de. **Implantação de controle de banda para otimização do uso de rede de computadores através de QoS**. 2005. 68 f. Curso de Ciência da Computação, Departamento de Informática e Estatística, UFPI, Teresina, 2005.

STATO, A. F. **Linux Controle de Redes: firewall Iptables, balanceamento de link, qualidade de serviços e roteamento dinâmico**. Florianópolis: VISUAL BOOKS, 2009.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

TITTEL, Ed. **Redes de Computadores**. São Paulo: Bookmarks, 2003.

TORRES, Gabriel. **Redes de computadores: Curso completo**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2001.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

COMER, Douglas E. **Interligação em Rede com TCP/IP: Princípios, protocolos e arquitetura**. Campus: Rio de Janeiro. 1998.

COMER, Douglas E; STEVENS, David L. **Interligação em rede com TCP/IP: Projeto, implementação e detalhes internos**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

DEVIK, Martin Devera Aka. **HTB**. Disponível em: <<http://luxik.cdi.cz/~devik/qos/htb/>>. 2003. Acesso em: 17 out. 2010.

FAGUNDES, Marcelo Borges. **Abordagem de controle de banda com QoS na prefeitura de Ubatuba**. São Paulo. 2008.

FREITAS, Allan Edgard Silva. **Roteamento avançado com Linux**. Disponível em: <http://www.rnp.br/newsgen/0201/roteamento_linux.html>. Acesso em: 17 out. 2010.

LESSA, Carlos Virgílio Beltrão. **Controle de Banda com HTB**. 2004. Disponível em: <<http://br-linux.org/tutoriais/001648.html>>. Acesso em: 17 out. 2010.

MAXWEEL, Gregory et. al. **Linux 2.4 Advanced Routing HOWTO**. Linux Documentation Project. 2001. Disponível em: <<http://www.linux.org/docs/ldp/howto/Adv-Routing-HOWTO.html>>. Acesso em 17. out. 2010.

MOTA FILHO, João Eriberto. **Controle de Tráfego com Iptables e HTB**. Brasília. 2009.

OLIVEIRA, José Geraldo de. **QoS transparente com GNU/Linux**. 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, UFMG, Lavras, 2009.

SANTOS, Aldir Lopes Dos. **Controle de Banda em Redes TCP/IP Utilizando o Linux**. 2010. 79 f. UFMG, Lavras, 2010.

SCHULZ, Cleiton. **Controle de banda aplicando qualidade de serviço no sistema operacional Linux**. 2007. 72 f. Curso de Sistema de Informação, Sociedade Educacional de Santa Catarina - SOCIESC, Joinville, 2007.

APÊNDICE A - Artigo

IMPLANTAÇÃO DE CONTROLE DE BANDA PARA OTIMIZAÇÃO DO USO DA REDE DE COMPUTADORES POR MEIO DA QUALIDADE DE SERVIÇO

Marcos Gobbo Darolt

Curso de Ciência da Computação - Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)

Caixa Postal 3167 - 88806-000 Criciúma - SC - Brasil

marcosmgd@gmail.com

***Abstract.** The vast majority of companies have no tool to control the bandwidth available to Internet users on the network, this is the main reason for the malfunction of applications that exploit the resource cited, since the problem is occurring due to the absence an agent of the flow on the network administrator. The implementation of a controller bandwidth, and ensuring the necessary resource to share applications, provides cost savings by investing in a solution by third parties and also cited the solution revolves around a free software operating in a product does not differential cost. The great advantage of this controller is the ease of configuring the clients, each class is arranged on a scale of priority stipulating maximum rates and minimum bandwidth guarantees for each customer, the excess amount is automatically available to other users, featuring this solution as flexible.*

***Resumo.** A grande maioria das empresas não possuem nenhuma ferramenta para controlar a largura de banda de Internet disponibilizada para os usuários da rede, esse é o principal motivo pelo mal funcionamento das aplicações que exploram o recurso citado, visto que o problema é ocorrido em função da ausência de um agente administrador do fluxo na rede. A implantação de um controlador de banda, além de garantir a fatia necessária de recurso para as aplicações, proporciona redução de custo com investimento em solução por parte de terceiros e além disso a solução citada gira em torno de um software livre atuando em um equipamento não diferencial de baixo custo. O grande diferencial deste controlador é a facilidade de configuração dos clientes, cada classe é disposta em uma escala de priorização estipulando-se taxas máximas e mínimas para a garantia de banda de cada cliente, o valor excedente é automaticamente disponibilizado aos demais usuários, caracterizando essa solução como flexível.*

1. Introdução

Toda empresa têm, ou ao menos deveria ter um cronograma para execução de ações de forma planejada afim de alcançar melhores rendimentos em um todo, o controle e monitoramento de uso da banda de Internet é um dos tópicos que devem estar nesse cronograma, tendo ainda maior prioridade quando a empresa possui serviços relacionados ao recurso citado.

Atualmente os setores ligados ao Ti de empresas de pequeno e médio porte ao se depararem com a problemática de insuficiência de banda larga consideram sempre o fator

aumento do *link* com o fornecedor do serviço, essa técnica além de não resolver a questão, pode dar ainda mais poder de fogo aos elementos causadores do problema.

É tido como solução ideal, o controle e monitoramento de banda aplicando as técnicas de qualidade de serviço, sempre visando atender aos requisitos de política da empresa e mantendo a boa prática do monitoramento de uso para realização de maiores ajustes baseados na experiência de uso.

Afim de alcançar a solução proposta e tendo como empecilho uma alternativa de baixo custo configurei um servidor de rotas, ou seja, um computador com múltiplas interfaces de rede capacitadas a realizar uma rota bidirecional de pacotes entre as mesmas seguindo especificações descritas em um arquivo de configuração de propósito único: priorizar as classes de serviço agindo como escalonador entre o fluxo de pacotes trafegados.

A pesquisa relacionado ao problema e a solução adequada apontou ao uso de um pacote de serviços dispostos nativamente no sistema operacional Linux. Esse pacote além de oferecer a priorização dos serviços, permitiu também o estabelecimento de métricas para ajustar a largura de banda necessária para o uso das aplicações no meio corporativo, a implementação desta solução reflete em bom funcionamento das aplicações alvo pois dessa forma pode-se oferecer o recurso necessário com base sólida.

2. Problema

O cenário estudado apresentava os seguintes problemas, nos quais tomo como base para inicialização do artigo:

- Utilização do *link* de Internet para fins pessoais: Existem softwares de compartilhamento de arquivos, que fazem uso de múltiplas conexões simultâneas para envio e recebimento de arquivos compartilhados entre os usuários destes, essa classe de softwares são as mais prejudiciais quando se fala em concorrência no uso da Internet.
- Conteúdo multimídia: O acesso descontrolado de páginas que oferecem conteúdo multimídia está em segundo na lista de agentes maléficos. É comum encontrar usuários visualizando vídeos ou explorando rádios on-line em ambiente e horário de trabalho, fator e infringe a política de uso da Internet imposta pela empresa.
- Navegação WEB: A menos hostil porém de maior incidência na rede, quando se trata de navegação WEB em intervalos alternados os usuários são campeões e apesar de não refletir em demasia, se não controlado pode ser um fator de desequilíbrio na distribuição de recursos.

O cotidiano de muitos escritórios é representado por um cenário formado por redes internas, onde a conexão com a Internet é compartilhada por todos os computadores e fornecida por um provedor. Uma situação que se agrava nestes ambientes de rede é a crescente modernização das rotinas de trabalho por meio da adição de elementos tecnológicos, como por exemplo, sistemas online e consultas a base de dados remotas, que se tornam atualmente tão importantes, que algumas atividades não podem mais serem realizadas sem elas.

Na maioria das vezes o tempo para realização de determinadas tarefas está ligado ao desempenho oferecido pela rede às aplicações, durante a sua execução.

A empresa GD Informática LTDA – Me, situada na Av. Centenário, 3265, Sala 208, Centro, Criciúma – SC, possui um cenário composto por 13 *hosts*, dispostos em seis grupos, que são eles: desenvolvimento composto por 4 desktops, suporte composto por 4 desktops, gerência composto por 2 notebooks, *voip* contendo 1 terminal, 2 servidores e mais um grupo chamado visitantes, com acesso wireless e número limitado a 5 *hosts*.

Toda essa estrutura compartilha uma largura de banda de 10MB para *download* e 1MB para *upload*. Cada grupo da rede possui necessidades diferentes e estas serão estudadas, devem ser analisadas tanto a largura de banda quanto as portas para os serviços. O intuito de implantar esse controle de banda é verificar e ajustar o mau uso da banda que está afetando o funcionamento do suporte em virtude de os mesmos necessitarem da maior fatia da largura de banda.

3. Priorização de tráfego

É possível alterar nos roteadores, a ordem em que os pacotes são encaminhados entre as interfaces de entrada e saída, isto é feito priorizando o atendimento a determinados fluxos de dados em relação ao restante do tráfego.

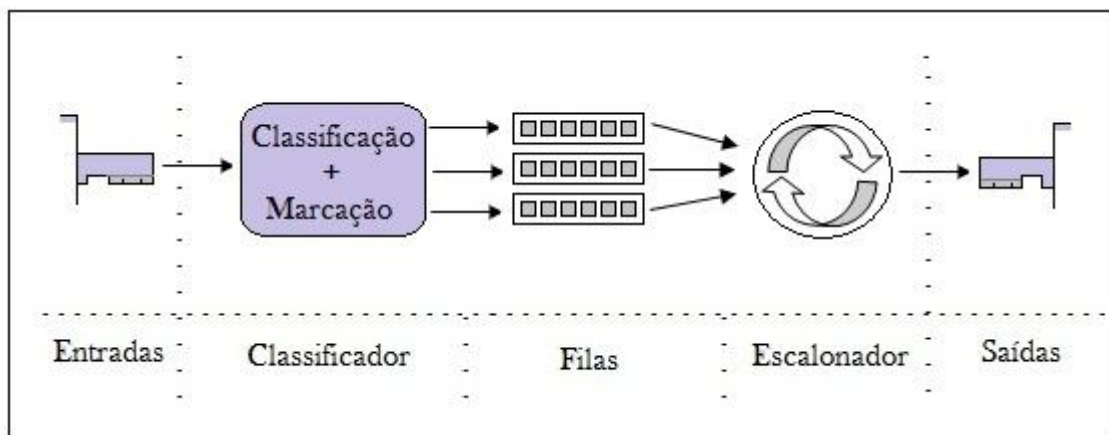


Figura 1. Roteamento com Priorização de Tráfego

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA FILHO, J. (2006, p. 39)

3.1 Classificação e Marcação

Conforme Santos (2010) para se oferecer QoS, um dos pontos básicos é examinar os fluxos de dados que chegam ao roteador, o objetivo desta análise não é tratar cada um dos pacotes da rede individualmente e sim, identificar e agrupar todos os pacotes que devem receber o mesmo tratamento. Este agrupamento é chamado de “classe” e então esta etapa é chamada de “classificação”.

Santana (2006) cita que existem critérios para a classificação dos pacotes, ou seja, para um pacote pertencer a uma classe, um conjunto de características combinadas são analisadas e muitas vezes estas características podem estar espalhadas pelas camadas do modelo.

O processo de desempacotar muitas camadas para verificar seu conteúdo em busca de características em comum apresenta um alto custo computacional, para que este processo não se repita por diversas vezes, é realizada a marcação dos pacotes, onde um código é inserido no cabeçalho IP, facilitando o reconhecimento da classe ao qual o pacote pertence apenas pela leitura do seu cabeçalho.

3.2 Filas

De acordo com Melo (2001) as filas são regiões de memórias alocadas pelos componentes do mecanismo de controle de fluxo, estas auxiliam nas tarefas de classificação e controle da saída de determinados fluxos de dados. Em roteadores que implementam a priorização de tráfego, as filas são essenciais pois, cada fluxo identificado é direcionado para a fila correspondente à sua classe.

3.3 Mecanismo de Escalonamento

Depois de analisar todo o tráfego que entra no roteador, classificá-lo, marcá-lo e redirecioná-lo para as filas, o mecanismo de escalonamento é o responsável por decidir que pacote terá prioridade sobre os demais em um sistema de filas múltiplas (OLIVEIRA NETO, 2006).

Os pacotes disputam o recurso de acesso à interface de saída e o escalonador é quem gerencia a distribuição deste recurso. Dependendo de qual mecanismo é utilizado o escalonador desempenha uma tarefa diferente, na próxima sessão é apresentada um mecanismo de escalonamento chamado *Hierarchical Token Bucket* (HTB).

4. HTB

O HTB é um pacote nativo no sistema operacional Linux e está presente desde a versão 2.4.20, ele é um algoritmo que implementa uma fila com suporte para várias classes de controle de tráfego. O Kernel do Linux oferece diversos recursos que permitem enviar pacotes da forma que for mais recomendado mantendo total controle no envio de pacotes. Este conjunto de recursos é denominado Disciplina de Enfileiramento.

De acordo com Oliveira (2009) o objetivo do HTB é dividir um link de dados, seja ele privado ou de Internet, de forma que muitos tipos de tráfegos de todos os usuários consigam utilizar este recurso igualmente. Porém é possível filtrar os pacotes quanto a prioridade, ou seja, os serviços que precisam de uma taxa mínima de largura de banda, serão tratados com este mínimo possível que foi configurado pelo administrador utilizando o algoritmo HTB (STATO, 2009).

Alguns dos conceitos do HTB são:

- d) **class:** as classes são uma forma de dividir o tráfego para se empregar um tratamento diferenciado;
- e) **filter:** os filtros determinam em que classe um pacote será enfileirado dentro de um qdisc classfull;
- f) **classificador:** é utilizado para identificar certos padrões e/ou características dos pacotes e fluxos permitindo a separação dos mesmos.

Devido ao fato do HTB ser uma disciplina de enfileiramento (qdisc) com suporte a classes, este pode ser utilizado como um escalonador ou como uma classe. Na sua utilização como classe, o HTB possui apenas um parâmetro opcional “default” que é responsável por definir em qual subclasse um pacote deve ser enfileirado caso não seja classificado por nenhum filtro. Contudo, se utilizado como escalonador o HTB suporta os seguintes parâmetros:

- d) **rate:** velocidade de transmissão garantida;
- e) **burst:** tamanho máximo de bytes para envio de pacotes;
- f) **ceil:** velocidade máxima que a classe pode adotar.

A partir desta breve descrição sobre o HTB pode-se verificar que este possui grande influência sobre o controle de banda. Embora existam muitas ferramentas, o uso do HTB é uma escolha viável e de baixo custo.

5. Resultados obtidos

Para efetivar uma implementação de controle de banda de Internet se fez necessário conhecer a estrutura de rede interna, os softwares utilizados na organização e a política de priorização da empresa em relação as tarefas.

O fator que consumiu o maior tempo na implementação foi o estudo do tráfego de dados individual dos *hosts* na rede, para tal foi necessário efetuar mudanças na configuração de rede visando um padrão de nomes e endereços de IP entre as máquinas de cada setor, essa padronização facilitou a identificação das mesmas no mapeamento da rede.

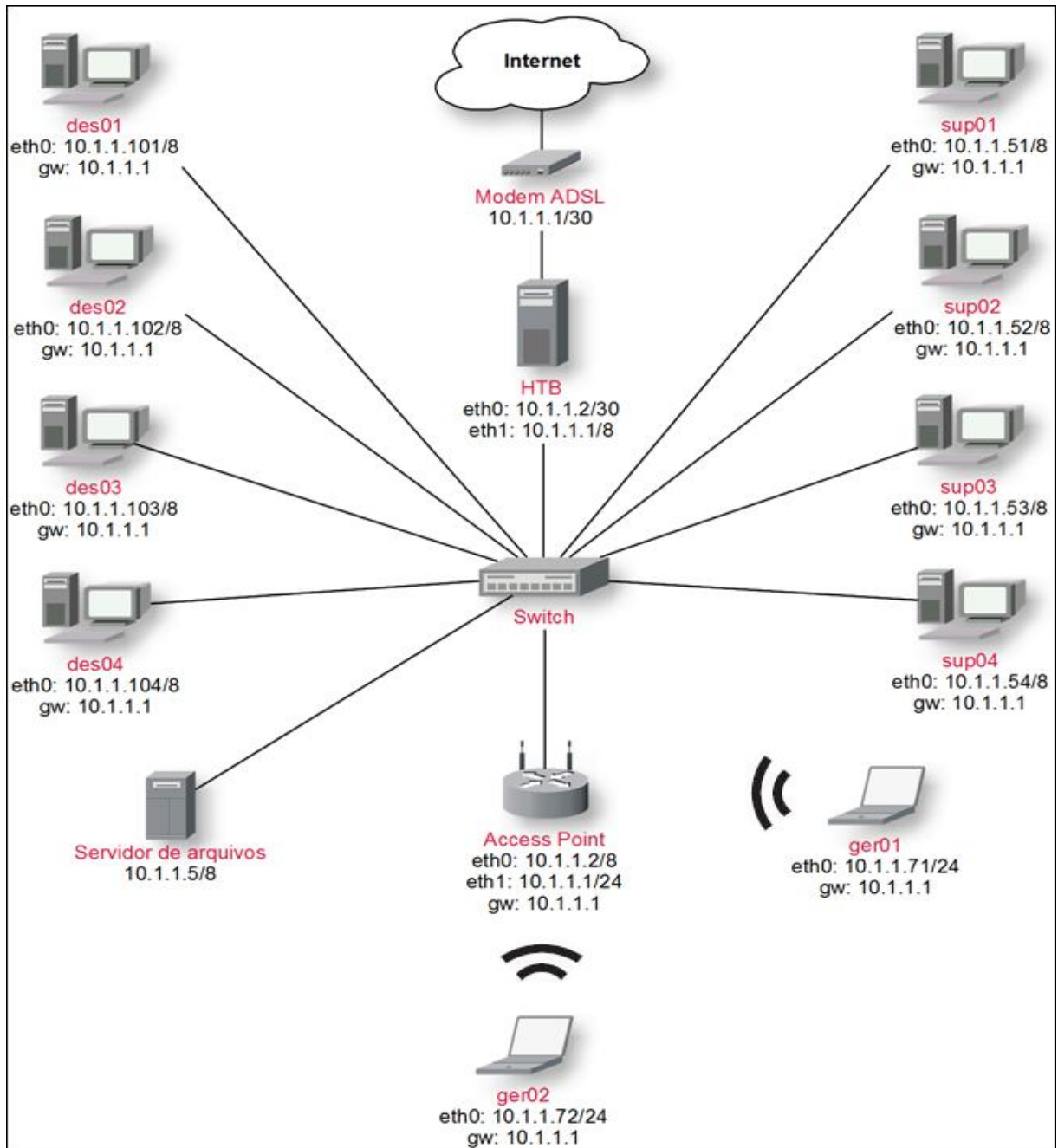


Figura 2. Estrutura de Rede da Empresa GD

5.1 Configuração do HTB

O acesso ao ambiente visual do HTB *tools* se dá por meio da execução do binário *setup* que fica localizado na pasta onde foi instalado o pacote, dentre as opções destacam-se:

a) *Configure*: Oferece opção para geração, edição e checagem sintática do arquivo de configuração.

b) *Start/Stop*: Inicializa, finaliza e reinicializa a ação do controle de banda sobre a interface selecionada.

c) *Traffic*: Exibe o tráfego de dados passando em cada classe configurada.

Os arquivos de configuração acessados através do menu *configure* possuem uma estrutura organizada em classes e clientes. As classes são grupos formados por clientes que compartilham os recursos disponíveis, estes recursos são dispostos em forma de parâmetros e seguem a seguinte configuração:

a) *bandwidth*: Largura de banda mínima garantida.

b) *limit*: Largura de banda máxima.

c) *burst*: Número máximo de kbits enviado para o cliente de uma só vez (A versão atual 0.3.0 do *HTB tools* calcula essa taxa automaticamente).

d) *priority*: É a prioridade da classe sobre as demais, determina a ordem na qual a classe será executada.

Cada classe age de forma isolada e são executadas dentro da ordem de prioridade estabelecida. Os clientes são as redes onde se deseja incorporar o controle, cada rede pode ser formada por um ou mais *hosts*, para maior precisão de controle usa-se uma classe para cada *host*, esse isolamento reflete uma melhor performance na atribuição das prioridades estabelecidas.

5.2 Configurações adotadas

Na implementação foram estabelecidas duas classes distintas seguindo esta ordem de priorização:

A primeira denominada *administracao_servidor*, garante a comunicação via SSH dos terminais com o servidor para fins de manutenção, esta classe reserva uma taxa de 12KB/s unicamente para conexões através da porta 55256. A regra citada vale para todos os *hosts* da rede 10.0.0.0/8, isto é, ela não interfere no tráfego de dados para a rede externa. O identificador do cliente dentro desta classe se chama *ADM_SSH*.

A segunda classe, intitulada *servicos_controlados*, reserva a largura de banda de 1280KB/s e dimensionamento para os serviços de acesso remoto (VNC atuando no intervalo de portas 5501-5504) e navegação web (porta 80 e 443).

Em termos de largura de banda, o software VNC versão 1.0.8.2 trabalhando com configuração de 256 cores, consome em baixa 32KB/s, essa taxa pode elevar-se a picos de até 175KB/s conforme constatado com a análise do *iptraf*. Considerando como objetivo a priorização deste serviço, estabeleceu-se para o funcionamento ideal, a taxa mínima de 160KB/s e máxima de 240KB/s para cada um dos quatro *hosts* existentes no setor de suporte técnico.

A taxa para navegação *web*, tendo este serviço como secundário, abrange toda a fatia restante do *link* disponível, isto é, 32KB/s garantidos, podendo elevar-se a até 64KB/s para cada um dos dez terminais navegadores.

Vale caracterizar que a soma da carga total mínima reservada para os quatro terminais de acesso remoto iguala-se a 50% do *link* total disponível, sendo que os mesmos trabalhando com a carga máxima consomem 75%, nessas condições, o serviço de navegação *web* terá recursos de 50% e 25% respectivamente para o total de dez terminais.

A largura de banda de 1280KB/s dividida entre os serviços citados, corresponde ao valor estável do pacote de Internet assinado, o valor de pico constatado pode elevar-se a até 1350KB/s, sendo assim, o valor excedente de 70KB/s foi configurado na classe default para ser usado por qualquer outro serviço não controlado.

```

1  class administracao_servidor {
2      bandwidth 96; # 96Kb/s = 12KB/s
3      limit 96;
4      burst 0;
5      priority 0;
6
7      client ADM_SSH {
8          bandwidth 96; # 12Kb/s
9          limit 96;
10         burst 0;
11         priority 0;
12         src {10.0.0.0/8 55256;};
13         dst {10.0.0.0/8;};
14     };
15 };
16
17 class servicos_controlados { # (100% do link estavel)
18     bandwidth 10240; # 10240Kb/s = 1280KB/s = 100%
19     limit 10240;
20     burst 0;
21     priority 1;
22
23     client sup01_VNC {
24         bandwidth 1280; # 1280Kb/s = 160KB/s = 50%/4
25         limit 1920; # 1920Kb/s = 240KB/s = 75%/4
26         burst 0;
27         priority 1;
28         src {0.0.0.0/0 5501;};
29         dst {10.1.1.51/32;};
30     };
31     client sup02_VNC {
32     };
33     client sup03_VNC {
34     };
35     client sup04_VNC {
36     };
37     client sup01_WEB {
38         bandwidth 256; # 256Kb/s = 32KB/s = 25%/10
39         limit 512; # 512Kb/s = 64KB/s = 50%/10
40         burst 0;
41         priority 2;
42         src {0.0.0.0/0 80 443;};
43         dst {10.1.1.51/32;};
44     };
45     client sup02_WEB {
46     };
47     client sup03_WEB {
48     };
49     client sup04_WEB {
50     };
51     client des01_WEB {
52     };
53     client des02_WEB {
54     };
55     client des03_WEB {
56     };
57     client des04_WEB {
58     };
59     client ger01_WEB {
60     };
61     client ger02_WEB {
62     };
63 };
64
65 class default { bandwidth 560; }; # Padrao de 70KB/s para
66 #classes nao referenciadas acima (pico do link)

```

Figura 3. Configuração adotada na implantação

Note que a linha 31 da Figura 13 inicia com um sinal de positivo, este sinal indica que a configuração referente ao cliente sup02_VNC está oculta, este efeito foi adotado aqui somente para melhorar a organização e facilitar o entendimento do extenso arquivo de configuração, vale lembrar que os clientes com a mesma terminação possuem as mesmas características básicas com exceção do endereço de IP que é diferenciado para cada *host*.

O nível de priorização de atendimento aos clientes pode ser observado claramente no parâmetro *priority*, onde , o valor adotado é diretamente ligado a ordem na qual o tráfego será tratado, o intervalo adotado foi de zero a dois mas essa escala pode ser estendida até sete.

6. Conclusão

A implantação do controlador de banda garante o funcionamento adequado das aplicações priorizadas e impõe métricas para uso adequado dos recursos disponibilizados. O caso em específico estudado neste trabalho atendeu satisfatoriamente aos requisitos técnicos de funcionamento das aplicações e retornou qualificação positiva por parte do público usuário.

Além de proporcionar a resolução do problema com baixo recurso financeiro o trabalho em questão proporcionou inúmeras experiências relacionadas ao contato com o sistema operacional Linux, suas ferramentas de rede, planejamento e montagem de mapa da estrutura de rede entre outros. Para alcançar o ganho intelectual citado foram encontrados algumas dificuldades que exigiram desde o estudo aprofundado relacionados a conversão de taxas de velocidades na rede, edição e confecção de *scripts* para automatização de requisitos de funcionamento até as inúmeras reconfigurações efetuadas em virtude da convivência com o teste de funcionamento do roteador no ambiente final.

Apesar de atender satisfatoriamente a que se diz respeito o problema envolvido, a implementação do pacote de priorização deixou a desejar em facilidades para a configuração de clientes fazendo uso de DHCP, forçando a atribuição de endereços de endereçamento de IP nos equipamentos móveis visitantes que esporadicamente necessitam de acesso a Internet.