

ForceQoS: Ferramenta Open Source para Reconfiguração e Controle Eficiente de QoS

Cassiano Monego¹, Mateus Victorio Zagonel¹, Cristian Cleder Machado²

¹Pós Graduado em Resiliência de Redes e Sistemas Distribuídos – Universidade Regional Integrada (URI)

Caixa Postal 709 – 98.400-000 – Frederico Westphalen – RS – Brasil

²Professor do Curso de Ciência da Computação – Universidade Regional Integrada (URI)

Caixa Postal 709 – 98.400-000 – Frederico Westphalen – RS – Brasil.

cassianomonego@gmail.com, mateuszagonel@hotmail.com,
cristian@cristian.com.br

Abstract. *This paper presents the development of a tool to manage rules of Quality of Service (QoS) in TCP / IP networks. The tool is integrated with the scheduling algorithm Class Based Queueing (CBQ), but also have an intuitive web interface and high level management. The tool was titled ForceQoS, and through it may apply different traffic control rules, ranging from the management on a single IP address, IP ports or entire classes. Results visualization, the tool displays graphs traffic by devices, and also the total network traffic. You can also view tables showing the traffic rules and active firewall on the network, and also the devices attached to tool.*

Resumo. *O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de gerenciar regras de Qualidade de Serviço (QoS) em redes TCP/IP. A ferramenta foi integrada com o algoritmo de escalonamento Class Based Queueing (CBQ)- Enfileiramento Baseado em Classe, possuindo também uma interface web intuitiva e de alto nível para gerenciamento. A ferramenta foi intitulada de ForceQoS, e através dela poderão ser aplicadas diferentes regras de controle de tráfego, que vão desde o gerenciamento sobre um único endereço IP, portas ou classes IP inteiras. Para visualização de resultados, a ferramenta apresenta gráficos de tráfego por dispositivos, e também, do tráfego total da rede. Também é possível visualizar tabelas que apresentam as regras de tráfego e de firewall ativas na rede, e também, os dispositivos conectados a ferramenta.*

1. Introdução

Durante os últimos anos, as redes de computadores vêm apresentando um crescimento constante e, após a popularização da Internet, tornou-se uma ferramenta indispensável no cotidiano das pessoas. Isto se deve ao fato da grande quantidade de benefícios que a Internet proporciona aos usuários, que vão desde trocas rápidas de mensagens até compartilhamento de dados entre usuários. Devido a essa evolução, surgiram novos dispositivos capazes de se conectar à rede e, juntamente a eles, novos serviços começaram a circular pela Internet.

Com o aumento do número de usuários conectados, houve um aumento significativo no fluxo de dados que trafega na rede, o que está gerando problemas, pois a Internet não foi projetada para suportar os novos tipos de tráfego que estão surgindo. Para conter este problema, foram criadas regras de qualidade de serviço (QoS), que tem

por objetivo tornar o fluxo de dados uniforme entre os serviços disponibilizados na rede, fazendo com que cada um receba a quantidade de banda necessária para seu funcionamento.

Diante destes fatos, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de gerenciar regras de qualidade de serviço, chamada ForceQoS. Utilizando a ferramenta ForceQoS, o administrador da rede poderá criar diferentes tipos de regras para controle de tráfego, que vão desde o controle de um único endereço IP, até o controle de classes IP inteiras, podendo ser aplicadas também regras de controle sobre portas e limitações de horários em que as regras de tráfego estarão ativas na rede.

Para o gerenciamento da ferramenta, o administrador utilizará a interface *web* desenvolvida, que proporciona diversos recursos além do cadastro de regras de tráfego e de *firewall*, tais como gráficos de tráfego, dispositivos conectados na rede, *logs*, entre outros. A ferramenta ForceQoS foi testada em um ambiente residencial e em um ambiente empresarial, onde foram aplicadas regras pra controle de tráfego, com o objetivo de testar o desempenho da ferramenta. Os resultados obtidos após os testes comprovaram a eficácia da ferramenta nos dois cenários onde ela foi testada.

2. Qualidade de Serviço (QoS)

Com o grande avanço tecnológico dos últimos anos, foram criados diversos serviços e aplicações que utilizam a internet em seu funcionamento. Todo esse crescimento fez com que a quantidade de tráfego na rede aumentasse significativamente, e com isso, aplicações que são sensíveis a atrasos e necessitam de uma maior priorização de tráfego como o *VoIP* vem sendo afetadas pela má distribuição da banda.

Pensando em uma maneira de solucionar este problema, foi desenvolvido o QoS (Qualidade de Serviço) que é um conjunto de técnicas e mecanismos que são aplicados na rede com o objetivo de garantir um melhor aproveitamento e desempenho da banda disponível, fazendo com que cada serviço receba as garantidas de tráfego que necessita para seu funcionamento (FOROUZAN E MOUSHRAFF, 2013).

2.1. Arquiteturas para Aplicação de QoS em Redes IP

Atualmente existem duas arquiteturas que são mais utilizadas para fornecimento de QoS na internet, o *IntServ* (Serviços Integrados) e o *DiffServ* (Serviços diferenciados). No decorrer deste título, serão abordados tópicos referentes a essas duas arquiteturas de QoS.

2.1.1. *IntServ* (Serviços Integrados)

A arquitetura *IntServ* realiza uma reserva de recursos para um serviço ou aplicação, antes mesmo de iniciar a comunicação entre ambos. Este procedimento é realizado para que quando o serviço ou aplicação começar a enviar dados na rede, possa ter garantias de que terá um fluxo contínuo e a garantia do uso dos recursos da rede que foi reservado (STATO, 2009).

A arquitetura *IntServ* realiza uma especificação de cada fluxo. Esta especificação é composta por dois elementos, o *Rspec* (Especificação do Recurso) que define quais recursos são reservados pelo fluxo, e o *TSpec* (Especificação do Tráfego) que define a caracterização de tráfego do fluxo. Após feita a especificação do fluxo, os roteadores da rede executam o processo de admissão, ou seja, aceitar ou não a reserva dos recursos por determinado serviço (FOROUZAN E MOUSHRAFF, 2013).

2.1.2. DiffServ (Serviços Diferenciados)

A arquitetura *DiffServ* (Serviços Diferenciados) foi desenvolvida para fornecer um método diferenciado de QoS criando diferentes tipos e níveis de serviço ao tráfego da rede (STATO, 2009). Nesta arquitetura, a priorização dos pacotes é feita de acordo com as classes a qual pertencem, sendo que, após a marcação dos pacotes, os roteadores e *switches* utilizam diversos tipos de estratégias para encaminhar os pacotes da melhor maneira possível (FOROUZAN E MOUSHRAFF).

Segundo Kamienski e Sadok (2000), a maior vantagem do DiffServ é a sua capacidade de escalabilidade. Quando é realizada a classificação e mapeamento dos pacotes, estes procedimentos são feitos somente no nó de entrada do domínio DiffServ, cabe aos nós intermediários ler o pacote e mapear de acordo com as prioridades definidas.

2.2. Mecanismos de Escalonamento

Após ser realizada a marcação dos pacotes, é realizado um processo de escalonamento dos pacotes que receberão um tratamento diferenciado. As técnicas de escalonamento têm como objetivo tratar os fluxos de dados de forma justa e adequada (FOROUZAN E MOUSHRAFF, 2013). Existem diversas técnicas de escalonamento que podem ser aplicadas em um fluxo de dados para garantir uma melhor qualidade de serviços. Neste artigo será abordado apenas o mecanismo de escalonamento *Class Based Queuing CBQ* que foi utilizado no desenvolvimento deste protótipo.

O *Class Based Queuing (CBQ)* -, Enfileiramento Baseado em Classes - é um escalonador que cria hierarquias de classes de tráfego, podendo, desta maneira, reservar um percentual da banda para cada aplicação. Os pacotes são classificados em uma árvore com hierarquias de classes, onde cada tipo de tráfego é tratado como uma folha. Com isso, o CBQ pode definir a quantidade de banda que será destinada para cada folha da árvore melhorando a distribuição da banda entre os serviços. (STATO, 2009).

O CBQ proporciona as classes de tráfego a possibilidade de utilizarem um percentual maior de largura de banda do que possuem atualmente, desde que não seja prejudicado o fluxo de outras classes. Este tipo de procedimento faz com que o CBQ atue no sentido de dar maior prioridade as aplicações que necessitam de maiores garantias de tráfego (DE MELO, 2005). A Figura 1 mostra o funcionamento do algoritmo CBQ apresentando uma estrutura hierárquica onde os módulos A e B recebem uma quantia de banda da classe principal. Após isso, é realizada a distribuição da banda pelos módulos a suas classes folha, que são aplicações com diferentes requisitos de funcionamento.

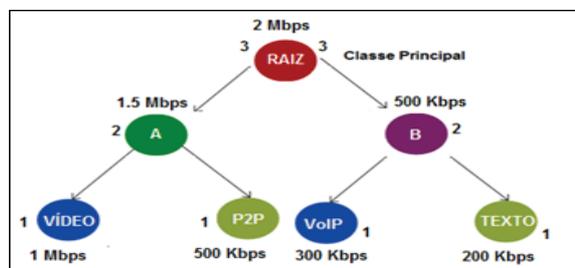


Figura 1. Exemplo de Funcionamento do Algoritmo CBQ. De Melo (2005, p.72)

3. Desenvolvimento do Sistema

As Linguagens de Programação utilizadas no desenvolvimento da ferramenta ForceQoS, foram o *Python* que foi utilizado no desenvolvimento da Interface *Web* da ferramenta e o *ShellScript* que foi utilizado para a criação das regras de tráfego. No desenvolvimento da Interface *Web*, também foram utilizados os *Frameworks Django* e *Bootstrap*. Para armazenar os dados e informações da ferramenta, foi utilizado o banco de dados MySQL.

O algoritmo de escalonamento escolhido para realizar o controle de tráfego na ferramenta ForceQoS, foi o *Class Based Queuing (CBQ)* -, Enfileiramento Baseado em Classes. Com o CBQ, será realizado o controle sobre o tráfego de entrada (*download*) e também sobre o tráfego de saída (*upload*), utilizando diferentes regras de classificação e priorização de pacotes. Em relação a outras ferramentas de QoS a sua grande vantagem é a utilização de classes de prioridade utilizando o algoritmo CBQ.

A implementação da interface *web* da ferramenta ForceQoS foi dividida em dois módulos. O primeiro módulo implementado foi o administrativo, onde o responsável pela rede poderá criar, editar ou excluir regras de tráfego e de firewall, sendo possível também cadastrar e gerenciar os usuários da ferramenta. O segundo módulo é o de análise, onde os usuários poderão ver quais regras de tráfego e de firewall estão ativas na rede, monitorar o tráfego através de gráficos de controle, visualizar os dispositivos conectados à rede e analisar os logs da ferramenta. A Figura 2 apresenta a tela inicial do Módulo de Administração da ferramenta.

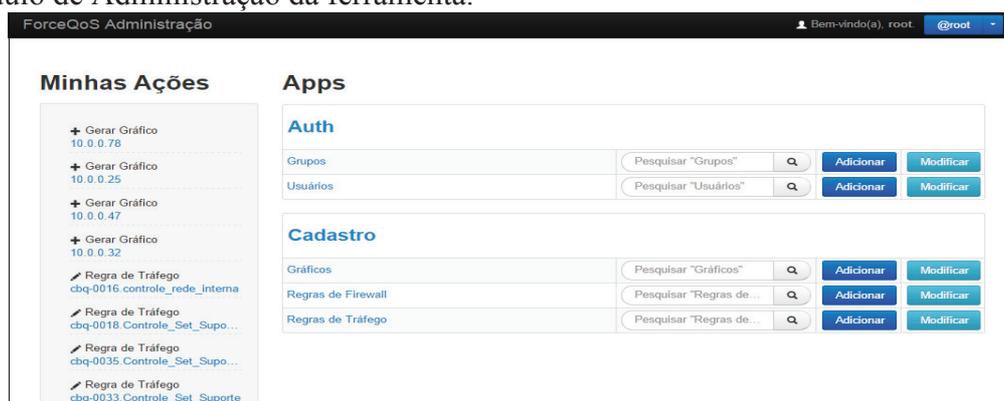


Figura 2. Tela Inicial do Módulo de Administração

Como pode ser visto na Figura 2, o painel de Administração possui duas Apps que contêm as funções da Ferramenta, as Apps foram chamadas de Auth e Cadastro. A App Auth realiza o gerenciamento dos usuários e grupos da ferramenta, enquanto a App cadastro, realiza o gerenciamento das regras de tráfego e de Firewall da ferramenta e também da geração dos gráficos de tráfego dos dispositivos.

4. Cenários de Teste

Para a realização dos testes a ferramenta ForceQoS, juntamente com o algoritmo CBQ, foi instalada e configurada em um servidor, que serve como Gateway da rede. É neste servidor, que são aplicadas as regras de QoS aplicadas aos Protocolos e dispositivos pertencentes a cada ambiente de teste. A ferramenta ForceQoS foi implementada em dois cenários de teste, sendo o primeiro cenário um ambiente residencial e o segundo um ambiente empresarial. Em ambos os cenários foi utilizado DHCP para configuração

dos dispositivos da rede. Importante salientar que o ForceQoS pode ser utilizado em qualquer equipamento que implemente o protocolo TCP/IP.

A Figura 3 mostra o Ambiente Residencial onde a ferramenta foi implementada, neste modelo pode-se visualizar, um autenticador que tem como função realizar a autenticação de usuário na rede e um roteador responsável pela distribuição da internet para dois *notebooks* e dois *Smartphones*.



Figura 3. Ambiente Residencial

A Figura 4 apresenta o Ambiente Empresarial onde a ferramenta foi implementada. Este cenário conta com um número maior de dispositivos conectados à rede e, por este motivo, foi necessário ser realizada a divisão dos dispositivos por setores, facilitando assim a identificação dos equipamentos e agilizando o processo de testes da ferramenta.

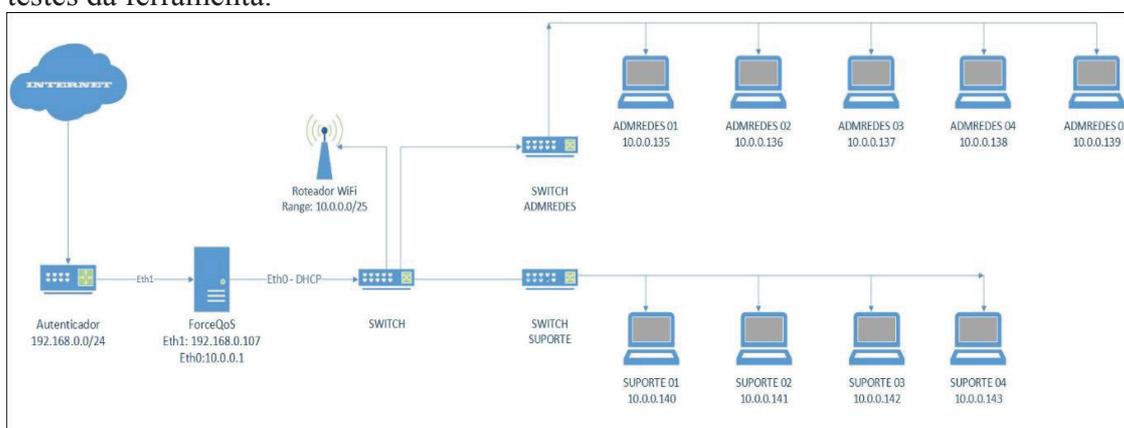


Figura 4. Ambiente Empresarial

5. Testes e Resultados

No primeiro teste realizado no ambiente residencial, foi feita uma simulação onde o *Notebook 1* está realizando o *download* de um arquivo e, desta forma, consumindo praticamente todo o *link* disponível, fazendo com que o restante dos dispositivos conectados apresente lentidão para navegação ou utilização de serviços. A Figura 5 apresenta o gráfico de tráfego do *Notebook 1*.



Figura 5. Gráfico de Tráfego Notebook 1

No gráfico de tráfego apresentado na Figura 5, pode-se perceber que durante o período em que não havia nenhuma regra limitando seu tráfego, o *notebook* 1 estava consumindo todo do *link* disponível e, em certo momento, seu tráfego caiu para menos da metade. Esta queda no tráfego se deve a uma regra de tráfego criada na ferramenta, onde foi definido que o *notebook* 1, representado pelo endereço IP 10.0.0.117, utilizaria somente 500 Kbits do *link* disponível.

No segundo teste realizado, o *link* de 2 Mbps disponível no ambiente residencial foi dividido de forma igualitária entre os dispositivos. Para realizar a divisão do *link* entre os dispositivos, foi criada uma regra de tráfego na ferramenta estabelecendo que cada dispositivo irá receber a quantia máxima de *link* de 500 Kbit para sua utilização. A Figura 6 apresenta o gráfico de tráfego dos dispositivos após a aplicação da regra.



Figura 6. Gráficos de Tráfego com Limite de Banda a 500 Kbit.

Para a realização dos testes no ambiente empresarial, o mesmo foi dividido em setores, onde foram criadas regras de controle de tráfego específicas para cada setor da empresa, visando controlar de forma eficaz o *link* de 10 Mbps disponível para os usuários. O primeiro teste realizado foi no setor de suporte, onde foi criada uma regra que limita a taxa de tráfego dos dispositivos deste setor em 3 Mbps. A Figura 7 apresenta os gráficos de tráfego de cada dispositivo do setor do suporte após a aplicação da regra.

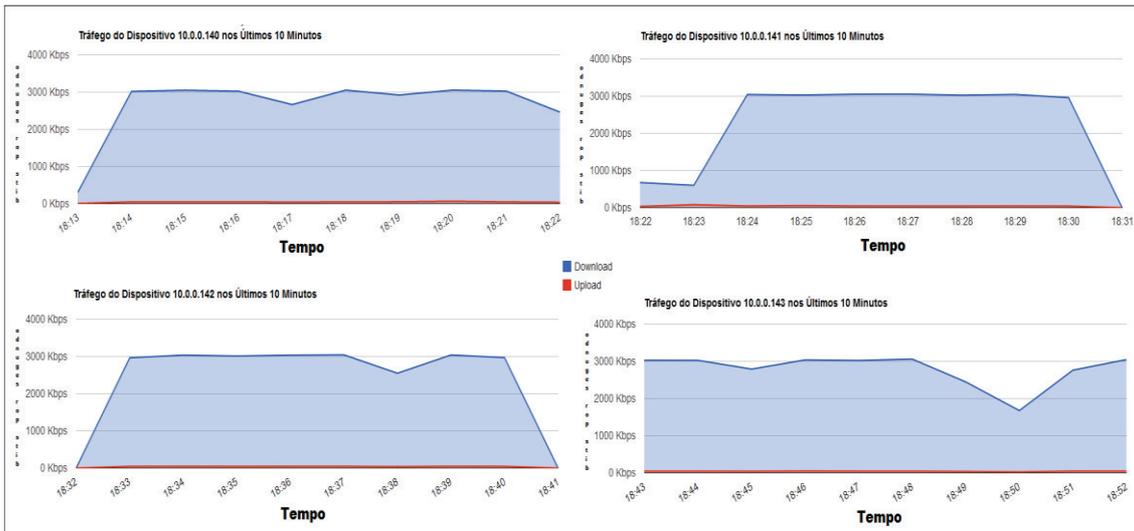


Figura 7. Gráficos de Tráfego do Setor de Suporte

O segundo teste foi realizado no setor de Administração de Redes, onde foi criada uma regra limitando sua taxa de tráfego em 6 Mbps para o setor. A Figura 8 apresenta os gráficos de tráfego de cada dispositivo do setor de Administração de Redes, após a aplicação da regra.

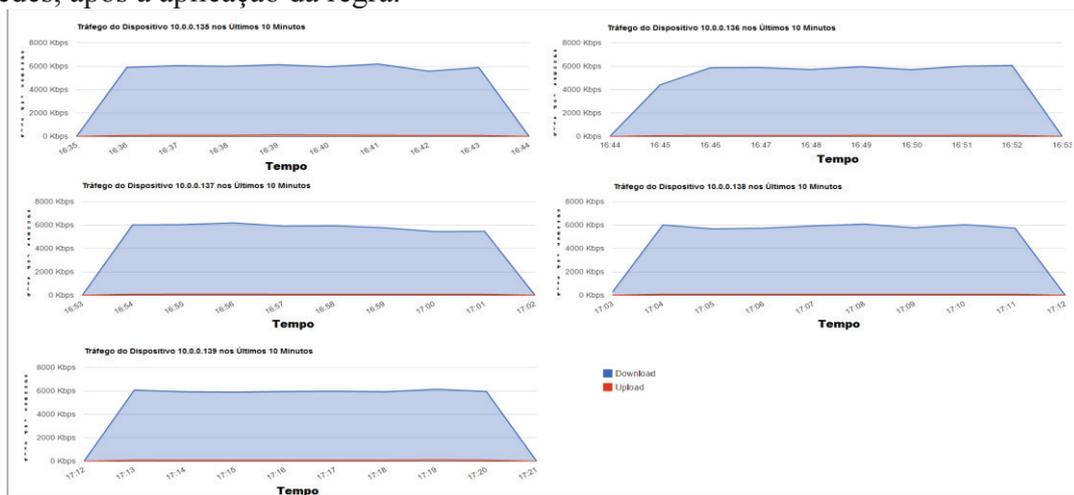


Figura 8. Gráficos de Tráfego do Setor de Administração de Redes

6. Conclusão

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de ser criada uma ferramenta capaz de gerenciar regras de Qualidade de Serviço em redes TCP/IP. Devido a constante evolução da tecnologia e o surgimento de novos dispositivos capazes de se conectar à Internet, percebeu-se a necessidade de ser criada uma maneira de gerenciar esses novos tipos de tráfego que estão surgindo, de forma que, todos os serviços utilizados em uma rede de computadores recebam a quantidade de tráfego necessária para seu funcionamento.

Visando encontrar uma maneira para ser realizada a aplicação de regras de Qualidade de Serviço (QoS) em redes TCP/IP, foi realizado o desenvolvimento da ferramenta ForceQoS, sendo que através dela poderão ser criadas diferentes tipos de regras para controle de tráfego, que vão desde o controle de um único endereço IP, até o

controle de classes IP inteiras. Poderão ser aplicadas também regras de controle sobre portas e limitações de horários em que as regras de tráfego estarão ativas na rede.

Para comprovar a eficiência da ferramenta ela foi testada em dois ambientes, sendo o primeiro um ambiente residencial e o segundo um ambiente empresarial. Através da aplicação da Ferramenta ForceQoS nestes dois ambientes, foram implementadas diferentes regras de QoS, buscando testar a eficácia, precisão e eficiência da ferramenta desenvolvida.

Os resultados obtidos através dos testes aplicados nos ambientes residencial e empresarial foram satisfatórios, pois em todos os testes realizados os resultados foram positivos e as regras de Qualidade de Serviço aplicadas funcionaram corretamente. Para comprovar que as regras de Qualidade de Serviço aplicadas na rede estavam funcionando, foram gerados gráficos de tráfego total da rede, e também do tráfego de cada dispositivo conectado a ela.

Enfim, após a realização dos testes foi comprovado que a utilização da ferramenta ForceQoS para gerenciamento de Qualidade de Serviço em redes TCP/IP torna-se viável, pois através dela, o administrador da rede poderá definir de forma simples e prática as prioridades de tráfego de cada dispositivo conectado a sua rede e também, fixar os horários em que estas regras estarão ativas.

6.1. Trabalhos Futuros

Existem várias possibilidades de trabalhos futuros utilizando a ferramenta ForceQoS. Primeiramente, poderia ser criada uma seção com trabalhos relacionados, a fim de buscar soluções similares a proposta deste trabalho, realizando um comparativo com a aplicação desenvolvida. Também poderiam ser ampliados os testes, criando mais cenários e utilizando outra ferramenta de forma a comparar o ForceQoS em relação a esta, em se tratando de administração de QoS, interface com o usuário, facilidade de gerenciamento da rede e facilidade na criação de regras de tráfego.

Também poderia ser adicionado o algoritmo de escalonamento HTB a ferramenta, proporcionando ao usuário a escolha de qual algoritmo irá utilizar para gerar suas regras de controle de Qualidade de Serviço. Adicionalmente poderiam ser gerados novos modelos de gráficos, apresentando diferentes informações, tais como, IP que mais consumiu link, IP com maior tempo de conexão, setor que mais consome *Internet*, entre outros.

Referências

- De Melo, J. C. (2005). “Estudo da Utilização de Mecanismos de QoS em Redes com Enlaces de Banda Estreita”, Dissertação de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Maranhão.
- Forouzan, B. A., Mosharraf, F. (2013). “Redes de Computadores: Uma Abordagem Top-Down”. AMGH.
- Kamienski, C. A., Sadok, D. (2000). “Engenharia de Tráfego em uma Rede de Serviços Diferenciados”. 18º SBRC, Belo Horizonte/MG.
- Stato, A. F. (2009). “Linux controle de redes”. Editora-Visual Books