



INSTITUTO DE ENSINO SUPERIOR - FACULDADE LABORO
TECNÓLOGO EM REDES DE COMPUTADORES

ADEMILSON PIRES DE MIRANDA
SARA STEFANI DE SOUSA COSTA

A QUALIDADE DE SERVIÇOS(QoS): Um estudo sobre os mecanismos e tecnologias de QoS e sua importância em redes IP.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

SÃO LUÍS - MA
2019

ADEMILSON PIRES DE MIRANDA
SARA STEFANI DE SOUSA COSTA

A QUALIDADE DE SERVIÇOS(QoS): Um estudo sobre os mecanismos e tecnologias de QoS e sua importância em redes IP.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Tecnólogo em Redes de Computadores da Faculdade Laboro, para obtenção do título de Tecnólogo em Redes de Computadores.

Orientador: Prof. Esp. Carlos Rayllan Lima Sousa

SÃO LUÍS - MA
2019

ADEMILSON PIRES DE MIRANDA
SARA STEFANI DE SOUSA COSTA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso Tecnólogo em Redes de Computadores da
Faculdade Laboro, para obtenção do título de
Tecnólogo em Redes de Computadores.

Aprovado em: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Carlos Rayllan Lima Sousa (Orientador)

Prof.

Prof.

RESUMO

Miranda, Ademilson P.; Stefane. Sara S. S. **A QUALIDADE DE SERVIÇOS(QoS):** Um estudo sobre os mecanismos e tecnologias de QoS e sua importância no dimensionamento de redes. 2019. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Tecnólogo em Redes de Computadores. Instituto de Ensino Superior – Faculdade Laboro. São Luís - MA, 2019.

A ciência da computação revolucionou o modo de vida da sociedade seja no trabalho, educação ou entretenimento, mas nada foi tão revolucionário quanto a capacidade de tornar esses recursos computacionais algo quase onipresente no cotidiano de seus usuários através das redes de computadores. Atualmente todos esses recursos de tecnologia se tornaram um produto como qualquer outro no mercado e exige da mesma forma que seja oferecido com qualidade, qualidade essa que é determinada pela opinião do usuário final. A qualidade de serviços em redes de computadores possui um conjunto de mecanismos para controle do fluxo de dados na rede, classificação dos tipos de tráfego e priorização de determinados tipos de conteúdo, a correta aplicação desses mecanismos e tecnologias de qualidade em paralelo com o adequado dimensionamento da rede são cruciais para a entrega de uma rede de qualidade. Este trabalho tem como objetivo estudar os mecanismos e técnicas de implementação de QoS, sua importância no dimensionamento de redes levando em consideração o cenário tecnológico brasileiro. Do ponto de vista técnico a implantação de QoS é forte aliada dos especialistas que operam a rede e lidam com situações de crise do fluxo de dados e os resultados mostram que quanto melhor a qualidade na prestação de serviços em redes maior é o potencial de crescimento da região, maior a satisfação do usuário e maior a difusão das tecnologias na sociedade e índice de inclusão digital.

Palavras-chave: Qualidade de serviços; fluxo de dados, congestionamento; serviços de redes; internet; tecnologias da informação e comunicação.

ABSTRACT

Miranda, Ademilson P.; Stefane, Sara S. S. QUALITY OF SERVICES (QoS): A study on the mechanisms and technologies of QoS and their importance in the design of networks. 2019. 40 f. Course Completion Work (Undergraduate) - Technologist in Computer Networks. Institute of Higher Education - Laboro College. São Luís - MA, 2019.

Computer science revolutionized society's way of life as work, education or entertainment, but nothing revolutionary was the ability to become computational resources almost ubiquitous in the everyday of its own resources through computer networks. All technology features have become a product like any other market and require end user quality. The quality of service in computer networks has a set of tools for controlling data flow, networks of types of traffic and the prioritization of certain types of content of the network are crucial for the delivery of a quality network. This work aims to present the main methods of implementation of QoS, its importance in the design of networks taking into account the Brazilian technological scenario. The point of view of QoS deployment is strong allied with those operating with a data flow crisis data network and the results of the results that increase the quality in the provision of services in networks is the potential for growth of the region, user satisfaction and greater diffusion of technologies in society and index of digital inclusion.

Keywords: Quality of services; data flow, congestion; network services; Internet; information and communication technologies.

LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Características do fluxo de dados	15
Figura 2 - Comparação entre modelos OSI X TCP/IP	16
Figura 3 - Filas nos buffers de roteadores	20
Figura 4 - Contrapressão em anel fechado	22
Figura 5 - Pacote de controle em anel fechado.....	23
Figura 6 - Classificação dos pacotes e policiamento.....	29
Figura 7 - Balde de fichas.....	30
Figura 8 - Fila de prioridade	31
Figura 9 - Fila justa com pesos.....	31
Figura 10 - Estabelecimento de chamada RSVP	34
Figura 11 - Classes de serviços.....	35
Figura 12 - Policiamento de pacotes.....	35
Tabela 1 – Fluxo x tipos de transmissão	18
Tabela 2 – Rigidez de requisitos de qualidade de serviço das aplicações.....	27
Tabela 3 – Taxas de bits por aplicação.....	28
Gráfico 1 - Proporção de PSI, por serviços de internet ofertados, por porte.....	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
1.1. Justificativa.....	10
1.2. Objetivos da pesquisa	11
1.2.1. Geral	11
1.2.2. Específicos.....	11
1.3. Estrutura do Texto	11
2. A Qualidade de Serviços	11
3. O fluxo de dados e suas métricas para aferição de qualidade	13
3.1. Fluxo de dados.....	13
3.1.1. Métricas para aferição de qualidade	14
3.1.1.1. Atraso	16
3.1.1.2. Confiabilidade ou perda.....	18
3.1.1.3. Largura de banda	18
3.1.1.4. Flutuação ou jitter.....	18
3.1.3. Direções	18
3.2. Fluxo no QoS.....	18
3.2.1. Taxa de Dados Média	19
3.2.2. Taxa de Dados de Pico	19
3.2.3. Tamanho Máximo de Rajada.....	19
3.2.4. Largura de Banda Efetiva	19
4. Controle de tráfego e congestionamento	19
4.1. Controle de Congestionamento de Anel Aberto.....	21
4.1.2. Política de Retransmissão	21
4.1.3. Política de Janelas.....	21
4.1.4. Política de Confirmação	21

4.1.5. Política de Descarte	21
4.1.6. Política de Admissão	22
4.2. Controle de Congestionamento de Anel Fechado	22
4.2.1. Contrapressão	22
4.2.2. Pacote de Controle.....	22
4.2.3. Sinalização Implícita	23
4.2.4. Sinalização Explícita	23
4.3. Controle de Congestionamento no TCP	23
4.3.1. Algoritmos de Controle de Congestionamento no TCP	23
4.3.1.1. Algoritmo Slow Start ou Partida Lenta	24
4.3.1.2. Algoritmo Congestion Avoidance ou Evitar Congestionamento	24
4.3.1.3. Algoritmo Fast Retransmit e Fast Recovery ou Detecção de Congestionamento	25
5. Principais Fontes e tipos de tráfegos.....	25
5.1. Rigidez das fontes de tráfego quanto aos parâmetros de qualidade	27
6. Mecanismos e Implementação de QoS.....	28
6.1. O condicionamento de tráfego.....	28
6.2. Políticas de filas.....	30
6.3. Reserva de recursos	31
6.4. Controle de Admissão	31
7. Modelos de QoS	32
7.1. Modelo de Serviços Integrados	33
7.2. Modelo de Serviços Diferenciados.....	34
8. Redes: uma questão de qualidade	36
8.1. O cenário de provimento de acesso e qualidade.....	37
9. Metodologia.....	38
10. Cronograma	38

11. Considerações finais	39
REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias da informação e comunicação se estabeleceram como uma ferramenta essencial para as atividades nos variados setores seja para trabalho, entretenimento ou comunicação, em todas essas formas de aplicar a tecnologia é necessário que exista conectividade tornando o acesso a recursos e informações através das redes de computadores uma atividade simples, transparente, rápida, estável e com outros inúmeros fatores que possam tornar as redes produtos de qualidade para seus usuários e para os profissionais que as operam. A qualidade de serviços em redes de computadores é um fator fundamental não só para a própria rede mais também como agregador de valor comercial pois lida com o detalhe mais delicado de qualquer negócio; a opinião do cliente, e diante desse cenário de uma nova economia baseada em grandes massas de dados e informações de tempo real não é exagero afirmar as redes de computadores como um fator de desenvolvimento socioeconômico de qualquer região, e com tal importância pode-se considerar o mais simples conceito de qualidade de uma forma geral que observa a adequação do produto ao seu uso ou finalidade, seja para uma pessoa ou grande corporação.

No entanto oferecer qualidade de serviços (QoS) em redes de computadores depende da implementação de técnicas e mecanismos para controle do fluxo de dados, marcação de tipos de tráfego, priorização desses tipos, o que só pode ser completamente eficiente se estiver em paralelo com o projeto e dimensionamento da infraestrutura física da rede aliado a correta aplicação de boas práticas de administração das redes. Esses conhecimentos técnicos aplicados em rede tem como objetivo propiciar o tráfego de dados eficiente de acordo com as necessidades específicas da rede, e cada rede em particular tem como objetivo atender as necessidades de uma empresa, residência ou pessoa individualmente, independentemente da finalidade, objetivo ou natureza das atividades de cada usuário final o consenso é um só quando a questão é conectividade ou acesso a serviços, o usuário busca recursos ou informações, ou ambos, e os quer de forma eficiente, assim pagam o valor financeiro agregado a tais serviços sob a condição de que sejam de qualidade e no direito de questionar o serviço como qualquer outro produto no mercado.

A qualidade de serviços é parte de um ecossistema complexo e totalmente sensível a qualquer erro de projeto, são inúmeras as variáveis que podem influenciar nas métricas de aferição de qualidade elevando os indicadores de atraso, perdas, jitter e gargalos na largura de

banda é nesse ambiente complexo que este trabalho analisa o funcionamento dos mecanismos de implementação de QoS, controle de fluxo de dados e congestionamento nas redes de computadores para compreender os aspectos que determinam a qualidade das redes em contraposição a percepção do usuário final com tantos perfis de uso diferentes. O presente trabalho também defende a importância desse tema tanto para o desenvolvimento tecnológico quanto para o desenvolvimento socioeconômico de uma região.

1.1. JUSTIFICATIVA

O Brasil segundo a última pesquisa divulgada em 2017 pelo organismo que elabora o melhor e mais completo estudo sobre essa área a União Internacional de Telecomunicações (UIT), agência das Nações Unidas para esse setor ocupa o 66º lugar na posição mundial, lista essa que é liderada pela Islândia, nesse mesmo documento a ONU expressa a importância das tecnologias da informação e comunicação como potencial para crescimento econômico, dessa forma pode-se concluir que estudar mesmo que em menor escala de forma mais delimitada e cuidadosa sobre o uso de práticas que favoreçam o desenvolvimento tecnológico local para oferecer serviços de rede de qualidade se trata também de desenvolver o potencial econômico de uma região através da automação e aperfeiçoamento de processos produtivos seja na educação, comércio, saúde, lazer e tudo mais que dependa ou venha a depender das tecnologias em comunicação de dados.

Posto isso, e sabendo que os projetos e implementação de redes de computadores seguem a premissa de suprir a necessidade do usuário, a tecnologia deve ser empregada para fornecer a melhor experiência e eficiência possível, para tanto é imprescindível o correto dimensionamento e gerencia da rede pretendida para se obter a qualidade desejada, isso inclui entender o funcionamento da infraestrutura e a dinâmica do fluxo de dados assim como o perfil de consumo dos usuários, perfil de consumo esse que determina os níveis de serviço que podem ser oferecidos, aspectos esses que também são estudo deste trabalho com forma de desenvolver os conhecimentos sobre redes e ampliar o debate sobre qualidade de serviços.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. GERAL:

Analisar aspectos da transmissão de dados e identificar fatores que causam atrasos e perdas influenciando na qualidade de serviços e compreender os modelos e mecanismos de implementação de QoS afirmando sua importância para as redes de computadores.

1.2.2. ESPECÍFICOS

São objetivos específicos deste trabalho:

- Conceituar e compreender o fluxo de dados e suas métricas para aferição de qualidade
- Estudar o controle de tráfego e congestionamento em redes de computadores.
- Investigar e compreender o funcionamento dos modelos e técnicas de QoS e sua importância para as redes de computadores.
- Debater a importância da qualidade de serviços.

1.3. ESTRUTURA DO TEXTO

Os nove capítulos que compõem este trabalho estão organizados da seguinte forma:

- O capítulo 2 descreve o conceito de qualidade de serviço (QoS) e sua relação com o fluxo de dados
- No capítulo 3 é abordado o fluxo de dados e suas métricas para aferição de qualidade.
- No capítulo 4 são apresentados os fatores que compõem o controle de tráfego e congestionamento
- O capítulo 5 apresenta as principais fontes e tipos de tráfegos
- No capítulo 6 são apresentados os Mecanismos de Implementação de QoS
- No capítulo 7 estão descritos os modelos de QoS Intserv e diffserv.
- O capítulo 8 apresenta a análise sobre redes uma questão de qualidade.
- O capítulo 9 está descrita a metodologia do trabalho.
- No capítulo 10 está descrito o cronograma.
- Finalmente, o capítulo 11 apresenta as conclusões sobre este trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2. A QUALIDADE DE SERVIÇOS

Segundo Tenenbaum (2011) a qualidade de serviço é o nome dado aos mecanismos que conciliam demandas concorrentes por recursos da rede, partindo dessa definição pode-se afirmar que a infraestrutura dos sistemas de comunicação de dados enfrenta o desafio de

atender a alta demanda por tais recursos mantendo as redes online e compatíveis com um crescimento exponencial de usuários, sendo assim a qualidade de serviços (QoS) traz modelos para que essas redes possam ser administradas sem que haja o esgotamento dos recursos disponíveis. As redes de computadores no início de sua concepção foram estruturadas sob a pilha de protocolos TCP/IP e o mais importante deles o protocolo de endereçamento ip não foi pensado para suportar as redes da forma como elas existem atualmente, não nesse ritmo em que as pessoas consideram a internet para todos os processos produtivos, lazer e comunicação e de todas as áreas da vida social ou econômica gerando um crescimento do uso das redes de computadores, o que na década de 70 eram poucos bits trafegando entre centros tecnológicos e universidades nos dias de hoje somente no Brasil segundo Anatel(2019) já foram contabilizados 31,2 milhões de contratos ativos de banda larga fixa até janeiro de 2019, então somente no acesso de banda larga fixa nacional são 31,2 milhões de assinantes que a cada dia exigem mais e mais qualidade em suas conexões de rede. Mais diante de toda essa demanda e tantos perfis diferentes de uso o que define a qualidade de serviços em redes de computadores? Sobre esse questionamento considera-se o seguinte conceito no que se refere a tecnologia de redes

Em uma rede orientada a conexões, todos os pacotes que pertencem a um fluxo seguem a mesma rota; em uma rede não orientada a conexões, eles podem seguir rotas diferentes. As necessidades de cada fluxo podem ser caracterizadas por quatro parâmetros principais: largura de banda, atraso, flutuação e perda. Juntos, esses parâmetros determinam a *qualidade de serviço, ou QoS (Quality of Service)* Tenenbaum (2011, p. 254)

Tal conceito fala não somente da definição de qualidade mais também da natureza das conexões e de protocolos, como a do protocolo de endereçamento IP pois ele não provê serviços *orientados a conexão*, ou seja, não provê controle de fluxo ou garantia de entrega, e sendo o fluxo de dados o real fator a ser controlado e administrado para se prover QoS não é possível abordar qualidade de serviços sem tratar do fluxo de dados.

O fluxo de dados pode ser definido analisando uma rede comutada que transmite a informação fragmentada em pacotes através da camada física, partindo dessa característica aceita-se o seguinte “Uma sequência de pacotes desde a origem até o destino é chamada de fluxo”(Tenenbaum, 2003, p. 307), que significa dizer que fragmentos de informações estão trafegando de um lugar a outro dentro da rede. É esse comportamento do fluxo de dados que define a qualidade de serviços e oferecer QoS é tratar adequadamente as variações nos parâmetros que determinam o estado do fluxo, pois de acordo com Forouzan, (2010) podemos definir qualidade de serviços como algo que um fluxo procura alcançar.

Os parâmetros técnicos apontados anteriormente como aspectos do fluxo de dados mesmo que tratados adequadamente em uma rede considerada com os melhores padrões de qualidade ainda deixam um questionamento sobre a definição e quantificação de QoS em relação a satisfação do usuário final, como seria possível comparar indicadores técnicos com a satisfação dos usuários finais? Pois usuários finais sejam eles em ambiente corporativo ou residencial se encaixam em uma variedade muito grande de tipos de perfis de consumo de dados, tipos de conteúdo acessados e tempo de acesso a rede. A tecnologia evoluiu muito rapidamente com o tempo e a colaboração entre empresas de tecnologia em aceitar o modelo OSI como modelo de referencia tornou possível a comunicação entre redes diferentes, essa capacidade ilimitada de comunicação e expansão da rede se tornou a internet por onde trafegam hoje segundo registro do IX.BR mais de 7 Tb/s de pico de tráfego na Internet brasileira, sendo o PTT de São Paulo responsável por trafegar cerca de 5 Tb/s de toda essa massa de dados. Essa capacidade de trafegar dados entre redes diferentes é o que define a internet atualmente, tecnicamente falando a internet é a comunicação entre redes distintas, uma rede formada por muitas outras redes conectadas, e são essas conexões entre redes diferentes que tem a função de trafegar um volume maior de dados, o fluxo de dados é mais intenso quando observado nos segmentos de redes que conectam uma rede a outra ou várias redes a outras redes. Analisando essa característica dos enlaces de dados entre redes distintas e a natureza da internet que é definida pela existência dessas conexões chega-se à conclusão de que para compreender QoS é necessário entender também o comportamento do fluxo de dados no cenário da internet e não apenas debater o tráfego voltado para redes de abrangência geográfica limitada.

3. O FLUXO DE DADOS E SUAS MÉTRICAS PARA AFERIÇÃO DE QUALIDADE

3.1. FLUXO DE DADOS

Uma sequência de pacotes de uma origem até um destino é chamada fluxo (Clark, 1988). Segundo Tenenbaum(2003) pode-se definir fluxo de dados como uma sequência de pacotes trafegando de um ponto a outro da rede e segundo Forouzan(2011) temos o conceito de QoS como o estado que o fluxo deve alcançar, analisando estas conclusões dos especialistas conclui-se que o estudo do fluxo de dados e da qualidade de serviços não podem ser feito de forma dissociada o QoS é diretamente dependente do conhecimento que se tem do fluxo de dados da rede, pois dispositivos conectados em rede se comunicando transmitem e recebem dados criando o fluxo. Em termos genéricos, a questão aqui é o compartilhamento de

informações seja um documento ou arquivo audiovisual e recursos sejam eles impressoras, unidades de armazenamento ou processamento, tudo isso a distância, esse é o objetivo de se conectar dispositivos em rede, superar tempo e distância e limitações de hardware através da tecnologia trafegando dados de uma origem ao destino. Então quantidade de informações trocadas entre dois nós na rede durante um período de tempo é chamada de tráfego de dados, todos mecanismos sobre qualidade de serviços em redes de dados trata de controlar e minimizar os atrasos e congestionamentos no tráfego de dados medidos através de métricas específicas, sobre a relação direta entre fluxo de dados e QoS podemos observar a seguinte afirmação

Controle de congestionamento e qualidade de serviços são duas questões tão intimamente ligadas que a melhoria de uma delas significa a melhoria da outra e ignorar uma delas normalmente implica ignorar a outra. A maioria das técnicas para prevenir ou eliminar congestionamento também melhora a qualidade de serviços em uma rede. (Forouzan, 2010, p. 761)

3.1.1. MÉTRICAS PARA AFERIÇÃO DE QUALIDADE

A qualidade de serviços é medida de acordo com aspectos específicos do tráfego de dados com padrões variados para cada tipo de conteúdo trafegado, aplicações de grande porte com muitos acessos e conteúdo multimídia em geral são os mais críticos em relação ao tráfego pois demandam de mais recursos de infraestrutura física e lógica para manter seus serviços de forma eficiente, no que diz respeito ao fluxo de dados esses recursos podem ser processamento dos equipamentos de rede, armazenamento dos buffers de roteadores e a capacidade em largura de banda do meio de transmissão. Geralmente são utilizadas algumas características de um fluxo de dados:

- atraso;
- confiabilidade ou perda;
- largura de banda;
- flutuação ou jitter;

Essas características atuam como parâmetros para quantificar o nível de QoS que uma determinada aplicação, recurso ou serviço exige da rede. Para que assim possa ser definido o que será necessário para uma implementação de QoS.

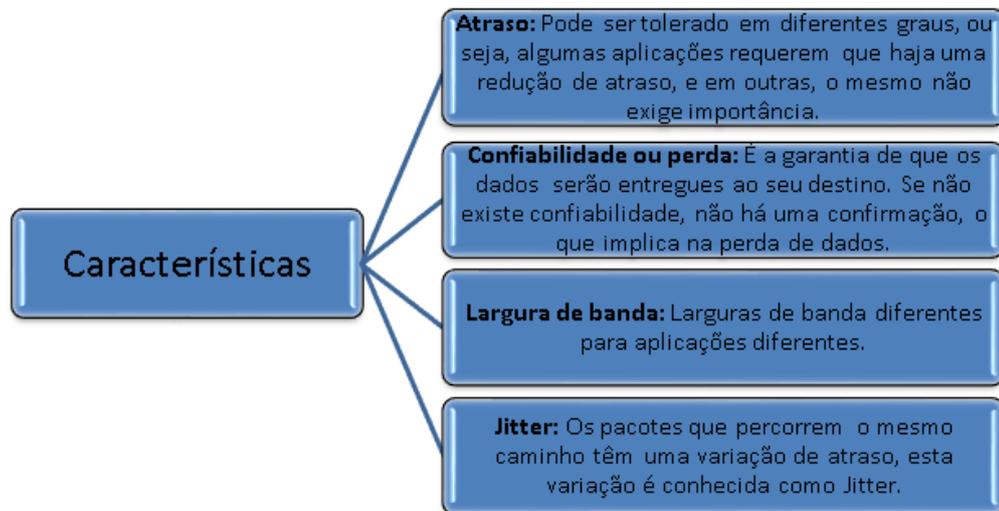


Figura 1-características do fluxo de dados

Fonte: própria (2019)

Cada tipo de aplicação, recurso, ou conteúdo em rede possui uma necessidade específica ou níveis de qualidade diferentes das métricas a serem verificadas para o fluxo de dados. A inobservância desses requisitos ao se projetar, implantar ou administrar uma operação em rede pode acarretar em sérios prejuízos tanto técnicos, laborais e financeiros sendo que os recursos de tecnologia são considerados atualmente como ativos operacionais de alto valor para uma organização pois toda operação seja comercial ou produtiva nos moldes da indústria atual se baseia em recursos de TI uma queda na rede por overhead pode representar um prejuízo financeiro proporcional aos lucros da empresa chegando a ser de 100% da produção diária dependendo da natureza do negócio. Para prevenir esses cenários existem maneiras para solucionar problemas que as aplicações têm em relação às características do fluxo. Para os problemas decorrentes do atraso, prioridades são estabelecidas nas transmissões. Nas questões de confiabilidade, são aplicadas formas de verificar os erros e assim, realizar o descarte das informações, caso estejam corrompidas. As aplicações que são sensíveis ao jitter, deve haver a certeza de que os dados que percorrem o mesmo fluxo chegarão ao destino com o mesmo tempo de atraso. Quando há necessidade de uma grande largura de banda, coloca-se uma largura de banda que se torne suficiente e eficaz para que não ocorra perda de pacotes.

A transmissão de dados em redes foi padronizada pelo modelo em camadas OSI com 7 camadas, as redes de dados e a internet foram projetadas com base no conjunto de protocolos tcp/ip seguindo as especificações do modelo OSI para a camada de transporte e rede respectivamente sendo implementadas no modelo tcp/ip como camadas de transporte e internet como visto na figura 2

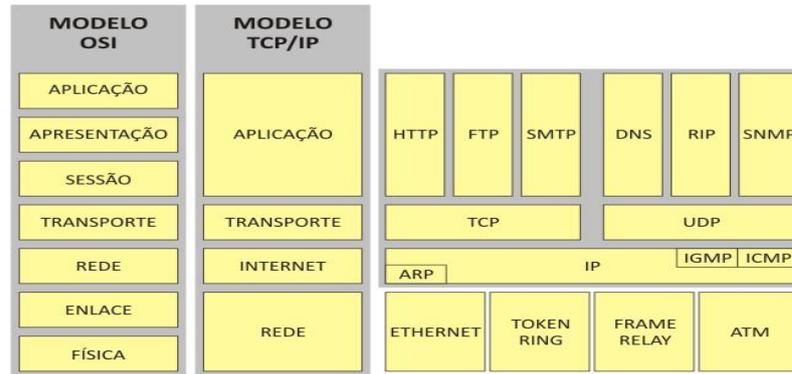


FIGURA 2-COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS OSI X TCP/IP

Fonte: [http://infotecnews.com.br/modelo-tcpip/\(2019\)](http://infotecnews.com.br/modelo-tcpip/(2019))

A figura 2 mostra a comparação entre os modelos OSI e TCP/IP, as camadas de internet e transporte do modelo tcp/ip estão intimamente ligadas no que diz respeito as métricas do fluxo de dados e a implementação de QoS segundo afirma Forouzan(2010) o fluxo de dados, controle de congestionamento e a qualidade serviços são temas que estão envolvidos não somente em uma camada mais mas sim a três: a camada de enlace de dados, a camada de rede e a camada de transporte, evidencia neste trabalho as camadas de internet e transporte do modelo tcp/ip pois nelas estão os protocolos mais essenciais a transmissão de dados que implicam as do fluxo.

3.1.1.1. ATRASO

O atraso é uma das características mais perceptíveis aos usuários finais pois é o tempo de transmissão de um pacote entre nós e sua ocorrência pode-se dar por inúmeros fatores. Este atraso ocorre devido ao caminho de transmissão e aos dispositivos responsáveis pelo processamento dos mesmos.

O atrasos na transmissão de dados em sua maioria ocorrem pelo fato dos recursos disponíveis na infraestrutura de rede que prove a comunicação física não são adequados para atender a demanda para seus respectivos segmentos de redes, tendo em vista que os dados trafegam no meio físico o primeiro fator a ser considerado crítico para gerar atraso é a largura de banda, porém ainda outros fatores a considerar como fatores que estão associados aos protocolos da camada de transporte e internet do modelo tcp/ip onde se definem e concentram os aspectos inerentes a implementação de QoS e estudo do fluxo de dados, as causas de atraso são:

- **Capacidade de processamento nos nós**

Os equipamentos da camada de internet(interfaces de rede de computadores, roteadores entre outros dispositivos) são como outros dispositivos computacionais possuindo a arquitetura básica proposta por *Von Neumann* com memória, unidade de controle, unidade lógica, entrada e saída de dados, estes equipamentos são responsáveis por fazer o processamento das rotas para que os pacotes cheguem até o destino, em seguimentos de redes com alta demanda de transmissão esses equipamentos mesmo que maximamente dimensionados não podem processar toda demanda de uma única vez nem mesmo transmitir todos os pacotes ao mesmo tempo, mesmo que a carga suportada pelo meio de transmissão seja maior que a demanda os algoritmos implementados em roteadores são programados para reservar largura de banda no meio físico e não usá-la completamente, esse processamento de rotas e a tomada de decisão sobre transmitir os pacotes, calcular largura de banda em reserva gera um tempo de espera por recursos do próprio equipamento o que dependendo do volume de dados pode ser prejudicial ao fluxo de dados.

- **Enfileiramento**

O tempo de espera gerado pela limitação da capacidade de processamento dos nós cria um fila de pacotes aguardando serem processados e enviados, esses pacotes são armazenados nos buffers de roteadores que são uma quantidade de memória que os roteadores possuem para esse fim, esse enfileiramento e o impacto dele sobre a qualidade do fluxo de dados depende em muito da capacidade de processamento dos dispositivos e do tamanho dessa memória para criar o buffer.

- **Atraso de transmissão**

Após ser armazenado em buffer, processado e liberado para transmissão o pacote depende do tempo necessário para ser colocado no link de transmissão, esse tempo será calculado com base no tamanho do pacote e na largura de banda do link com o cálculo;

$$\text{Tamanho do pacote(bits)} \div \text{largura de banda do link(bps)}$$

- **Atraso de propagação**

Sendo liberado no link de transmissão o pacote ainda depende do tempo de propagação no meio para percorrer o enlace e chegar ao destino isso a depender do meio físico e do comprimento do link.

3.1.1.2. CONFIABILIDADE OU PERDA

Pela natureza do funcionamento do protocolo ip que trabalha na camada de rede do modelo OSI perda de pacotes é inevitável e pode influenciar significativamente a qualidade de serviço. Portanto como as redes IP não garantem a entrega dos pacotes sendo necessário que haja em caso de perda de pacotes uma retransmissão do mesmo através da verificação feita pelo protocolo tcp na camada de transporte, gerando mais tráfego e atraso, essa perda pode acarretar em arquivos corrompidos caso os mecanismos de detecção de erros também falhem por esse motivo esse aspecto do fluxo é também conhecido como confiabilidade.

3.1.1.3. LARGURA DE BANDA

Representa a vazão da rede, a capacidade de transmissão de um ponto a outro, a vazão é uma medida da quantidade de tráfego de dados movidos de um nó da rede para outro em um determinado intervalo de tempo.

3.1.1.4. FLUTUAÇÃO OU JITTER

Jitter é variação do atraso, é a flutuação ocorrida nos tempos de chegada entre pacotes comparados aos tempos originais de transmissão entre pacotes.

3.1.3. DIREÇÕES

O fluxo de dados pode ocorrer de três maneiras diferentes, sendo elas:

SIMPLEX	HALF-DUPLEX	FULL-DUPLEX
Transmissão de dados unidirecional não simultânea.	Transmissão é feita de forma bidirecional, mas não é simultânea.	Os dados são transmitidos de forma bidirecional, de forma simultânea.

TABELA 1-FLUXO X TIPOS DE TRANSMISSÃO
Fonte: própria (2019)

3.2. FLUXO NO QOS

O fluxo de dados requer grande atenção da QoS, pois a mesma tenta desenvolver o melhor ambiente para o tráfego. Para que se encontre este ambiente é vista a qualidade que se apresenta no fluxo através da Taxa de Dados, o Tamanho Máximo da Rajada e a Largura de Banda Efetiva que são apresentados pelo Descritor de Tráfego.

3.2.1. TAXA DE DADOS MÉDIA

A Taxa de Dados Média é a divisão da quantidade de bits que são trafegados por um tempo determinado dividido pelo *time* de duração desse período. Essa taxa mostra o quanto de largura de banda o fluxo precisa em média.

3.2.2. TAXA DE DADOS DE PICO

Para definição da maior taxa encontrada no fluxo, é usada a Taxa de Dados de Pico, que indica a largura de banda de pico necessária para que não haja alteração no fluxo de dados na passagem do tráfego.

3.2.3. TAMANHO MÁXIMO DE RAJADA

Quando o tráfego é obtido na taxa de pico, é visto o tempo máximo deste tráfego, resultando no Tamanho Máximo de Rajada. Porém, a taxa não tem tanta importância se o valor de pico tiver um tempo menor fazendo com que a rede consiga suportar.

3.2.4. LARGURA DE BANDA EFETIVA

A Largura de Banda Efetiva é definida a partir da necessidade da rede. É a largura de banda necessária para que o fluxo de dados possa ocorrer. Para calcular essa largura, os valores dos descritores anteriores são utilizados.

4. CONTROLE DE TRÁFEGO E CONGESTIONAMENTO

Além de ter atenção da QoS, o tráfego de dados é foco primário do *Controle de Congestionamento*, pois ele tenta evitar a ocorrência de congestionamentos no fluxo de dados. O congestionamento na rede se dá devido à grande quantidade de dados enviados pela rede, que estão acima da capacidade suportada pela infraestrutura, é ocasionado por diversos fatores que sejam problemáticos no fluxo de dados.

Um dispositivo final ao enviar pacotes não conhece o estado do fluxo de dados dos seguimentos de rede e de todos os enlaces de dados que estão entre ele e o destinatário, nem as filas em buffers de roteadores ou a capacidade de processamento dos mesmos, e ainda o protocolo IP que permite endereçar os hosts na rede não foi projetados para lidar com a qualidade dos serviços e embora o protocolo que atua em conjunto na camada superior o tcp cuide do controle de fluxo impedindo que um transmissor rápido sobrecarregue um receptor lento com um volume de mensagens maior do que ele pode manipular ainda temos os

problemas relacionados as perdas e retransmissão de pacotes que influenciam na qualidade dos serviços aumentando o tráfego e gerando um efeito dominó entre todos os fatores e métricas que parametrizam a qualidade da rede. Então para controlar o congestionamento são usadas técnicas no intuito de barra-lo antes que o mesmo possa ocorrer, mas, para isso alguns fatores precisam de atenção: as filas de entrada de pacotes nos buffers se tornam maiores caso a velocidade em que os dados chegam seja acima da velocidade em que os mesmos são processados e as filas de saída ficam maiores se a velocidade de partida for menor que a de processamento.

Ocorre congestionamento em uma rede ou internetworking porque os roteadores e comutadores possuem filas — buffers que retêm os pacotes antes e depois do processamento. (Forouzan, 2010, p. 764).

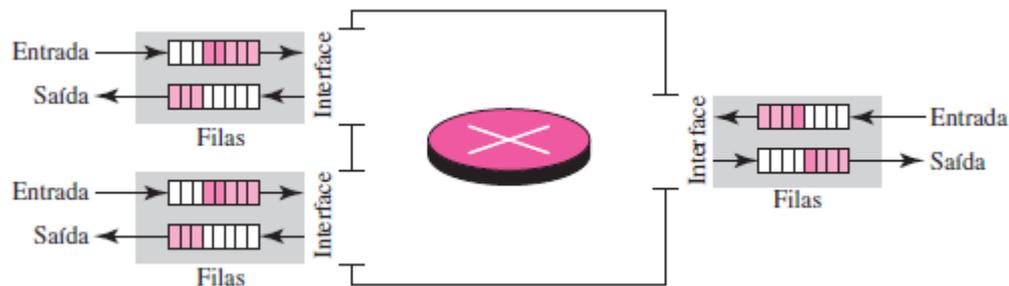


FIGURA 3 - FILAS NOS BUFFERS DE ROTEADORES
Fonte: Forouzan (2010, p. 764)

Como exposto na figura 3 e afirmado anteriormente as filas de pacotes ocorrem antes e depois do processamento, antes os pacotes aguardam para entrar no processamento e depois os pacotes aguardam para serem inseridos no link de transmissão. Todos esses fatores compõem o congestionamento no fluxo de dados.

Para o tratamento do fluxo de dados o controle de congestionamento é dividido em dois tipos, um para prevenções, e outro que trata da eliminação sendo implementados como algoritmos nos dispositivos da camada de rede pois “protocolos da camada de transporte são implementados nos sistemas finais, mas não em roteadores de rede.” Kurose. 2013, p.136) o que significa dizer que o controle de transmissão implementado pelo protocolo TCP só ocorre nos dispositivos finais ficando para os sistemas operacionais dos dispositivos de rede lidar com o enfileiramento de pacotes.

O controle de congestionamento divide suas técnicas de duas maneiras controle de anel aberto e controle de anel fechado.

4.1. CONTROLE DE CONGESTIONAMENTO DE ANEL ABERTO

São usadas algumas políticas para prevenção no Controle de Congestionamento de Anel Aberto. Estas políticas são usadas para que o congestionamento seja evitado antes que ocorra. Este tipo de controle permite que a origem ou o destino o manipulem.

4.1.2. POLÍTICA DE RETRANSMISSÃO

Nem sempre é possível evitar uma retransmissão dos dados, pois sem a ocorrência da confirmação pelo dispositivo de destino, o pacote será reenviado aumentando desta forma o congestionamento, mas com o uso de uma política de retransmissão, além do uso de temporizadores, haverá uma melhora na eficiência, resultando também na redução do congestionamento.

4.1.3. POLÍTICA DE JANELAS

Algo que pode atingir o congestionamento é o tamanho da janela determinada pelo emissor, podendo ser de Repetição Seletiva ou Go-back-N. Para retransmissão de dados selecionados é usada a janela Recepção Seletiva, a tornando mais eficaz que a janela Go-back-N que é utilizada ao ser notado que o tempo do pacote chegar ao destino foi esgotado.

4.1.4. POLÍTICA DE CONFIRMAÇÃO

O nó de destino também pode afetar o congestionamento, ao ser colocada por ele uma política de confirmação. Ao usar a política de confirmação – quando percebe que os pacotes não foram confirmados – ele ajuda o emissor a diminuir a velocidade e assim impedir que haja um congestionamento. Uma das formas usadas para isso é a confirmação dada pelo receptor, mas apenas é enviada caso haja um tempo se esgotando ou se houver algum pacote para transmissão. Outra forma usada é a confirmação de somente uma quantidade de dados por vez que será determinada pelo receptor. Quanto menor a quantidade de confirmações, menos a carga colocada no fluxo.

4.1.5. POLÍTICA DE DESCARTE

Os roteadores fazem uso de uma política de descarte como forma de amenizar ou evitar que a rede fique congestionada e também para que, se possível, os dados sejam transmitidos mantendo sua forma original, sem que haja prejuízos.

4.1.6. POLÍTICA DE ADMISSÃO

Ao ser usada pelos comutadores, a política de admissão faz com que os fluxos sejam admitidos após ser realizada uma verificação dos recursos do mesmo. Se acontecer um congestionamento ou a chance de haver futuramente um, a comunicação com os comutadores pode ser negada pelo roteador.

4.2. CONTROLE DE CONGESTIONAMENTO DE ANEL FECHADO

A eliminação, vinda do Controle de Congestionamento de Anel Fechado, é utilizada quando o congestionamento já ocorreu, tentando desta forma diminuir os danos do congestionamento, mas, diferente do controle de congestionamento de anel aberto, que se utiliza de políticas, ele faz uso de algumas técnicas.

4.2.1. CONTRAPRESSÃO

Está é uma técnica nó-para-nó em que um nó deixa de receber os pacotes de outros nós que se encontrem na direção oposta ao fluxo se estiver congestionado, porém faz com que esses nós se congestionem também e parem de receber os dados, formando uma cadeia. A contrapressão é utilizada quando o nó tem conhecimento de seus nós superiores por meio do fluxo, nos circuitos virtuais.

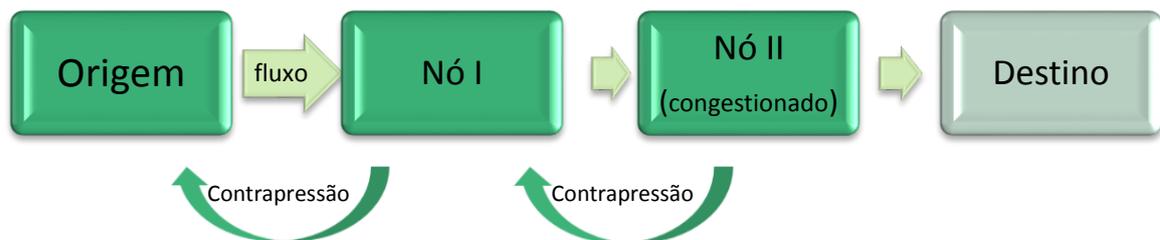


FIGURA 4 – CONTRAPRESSÃO EM ANEL FECHADO
Fonte: própria, 2019

4.2.2. PACOTE DE CONTROLE

O dispositivo emissor é informado da ocorrência do congestionamento pelo nó, que envia um pacote separado apenas para isso. Diferente do modo de contrapressão – em que o alerta é de nó-para-nó, até que chegue à fonte – na técnica de pacote de controle o aviso é

enviado a partir do nó que percebeu o congestionamento para o emissor, sem que haja necessidade de informar os outros nós.

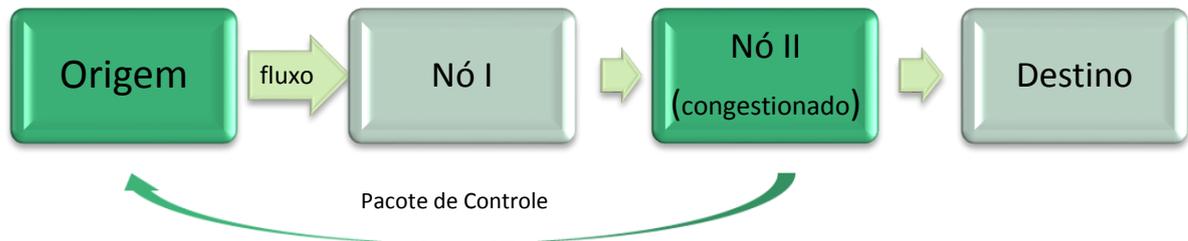


FIGURA 5 - PACOTE DE CONTROLE
Fonte: própria, 2019

4.2.3. SINALIZAÇÃO IMPLÍCITA

Com este mecanismo o nó não se comunica com outros nós ou com o emissor, o congestionamento é encontrado pela origem através de outros modos, como a ausência de confirmação durante um tempo determinado, resultando na redução do tráfego pelo emissor.

4.2.4. SINALIZAÇÃO EXPLÍCITA

O nó que encontra o congestionamento informa o emissor ou receptor de forma explícita. Com este método a sinalização é colocada nos pacotes transmitidos, alertando de forma direta ou inversa a fonte ou o destino.

4.3. CONTROLE DE CONGESTIONAMENTO DO TCP

O fluxo de dados no TCP é feito a partir da conexão realizada antes que o tráfego seja iniciado, ou seja, os serviços oferecidos pelo TCP devem ser orientados á conexão. Para uma transmissão mais confiável, o TCP faz uso de um mecanismo, para que o emissor envie uma ACK (*Acknowledgement* ou mensagem de reconhecimento), chamado de Reconhecimento Positivo de Retransmissão. Através deste mecanismo, é possível que haja um atraso maior para retransmissão, pois sem confirmação da entrega, o emissor não enviará outro pacote. A ACK informa ao emissor a ordem numérica (de acordo com o cabeçalho TCP) correspondente à sequência dos pacotes que o receptor aguarda para assim, ocorrer outra transmissão de pacotes, pois para cada ACK enviada, um pacote é transmitido. Se o ACK de um pacote não é recebido durante um período determinado de tempo, o pacote será retransmitido por ser

reconhecido pelo TCP como perdido. Uma forma que o TCP encontrou para amenizar a falha encontrada no reconhecimento positivo de retransmissão foi criar uma Janela Deslizante, que é um buffer que não precisa de confirmação para transmitir os pacotes existentes nele. O buffer agrupa apenas uma quantidade determinada de pacotes para a transmissão. Há deslizamento da janela ao serem alocados novos pacotes no buffer, quando a ACK é recebida, porém se o ACK não for recebido, o envio de novos dados não ocorrerá por não haver confirmação ou se o tempo de transmissão for esgotado. O controle de fluxo também faz uso da janela deslizante já que a mesma pode ter diferentes tamanhos. O receptor informa à fonte a quantidade de pacotes que é capaz de suportar através dos ACKs enviados, desta maneira é definido o tamanho da janela de modo a transmitir apenas os pacotes que o receptor é capaz de receber.

4.3.1. ALGORITMOS DE CONTROLE DE CONGESTIONAMENTO NO TCP

O congestionamento na rede é causado por vários fatores que envolvam grande carga de pacotes na rede que ultrapasse sua capacidade. Como solução, o TCP utiliza os seguintes algoritmos:

4.3.1.1. ALGORITMO SLOW START OU PARTIDA LENTA

Através deste algoritmo é possível que a taxa de transmissão aumente exponencialmente a partir da origem, tendo seu início com uma baixa velocidade, e aumenta de forma gradativa até atingir um equilíbrio. Para que não ocorra o congestionamento a taxa de dados diminui. O algoritmo de partida lenta cria uma Janela de Congestionamento (cwnd ou congestion window), onde o emissor é quem define seu tamanho por meio do espaço livre no mesmo. A janela de congestionamento é tida como um segmento quando a fonte começa uma transmissão de pacotes ou depois que os mesmos são perdidos, então quando há o recebimento do ACK há um aumento na mesma proporção do valor da janela de congestionamento. O emissor tem acesso ao tamanho da janela definido pelo receptor (janela anunciada ou awnd) e ao tamanho da janela de congestionamento, considerando o menor tamanho para obter o tamanho real da janela. Com o aumento gradativo a awnd chegará a um ponto em que seu valor será igual à cwnd.

4.3.1.2. ALGORITMO CONGESTION AVOIDANCE OU EVITAR CONGESTIONAMENTO

no slow start a velocidade de transmissão tem um aumento exponencial, nesta fase o aumento é aditivo, e começa após o algoritmo slow start. O algoritmo congestion avoidance é utilizado para redução das taxas quando há necessidade de descarte dos pacotes enquanto ocorre o slow start. Apesar dos algoritmos slow start e congestion avoidance serem independentes, após a diminuição das taxas, é necessário o uso do slow start para que a transmissão seja reiniciada, ou seja, estes algoritmos serão utilizados em conjunto.

4.3.1.3 ALGORITMOS FAST RETRANSMIT E FAST RECOVERY OU DETECÇÃO DE CONGESTIONAMENTO

O emissor vai detectar se há algum congestionamento – ao notar que excedeu o tempo e que não houve confirmação de chegada-, se houver, resultará na necessidade de reenvio do pacote. Havendo o congestionamento, a janela será diminuída de forma multiplicativa, ficando com seu tamanho pela metade. O emissor recebe um ACK duplicado pelo TCP como forma de avisar que o receptor recebeu os segmentos fora de ordem, isso acontece quando o segmento se atrasa devido ao fato de ter seguido uma rota diferente ou é perdido, para diferenciar os dois casos é visto a quantidade de ACKs duplicados recebidos. Quando há mais de dois ACKs duplicados, significa que o segmento foi perdido, a partir disso o algoritmo fast retransmit é usado e faz com que o emissor envie novamente o segmento que está em falta sem necessidade de esperar que o tempo esgote e como resultado a vazão de conexão se torna maior e logo após o mecanismo de evitar congestionamento é usado, característico do algoritmo fast recovery.

5. PRINCIPAIS FONTES E TIPOS DE TRÁFEGOS

Atraso, perdas, Jitter e largura de banda são parâmetros de desempenho que determinam a qualidade da rede, porém a definição de qualidade em serviços quando se fala em redes de computadores e tecnologia em geral é subjetiva e abstrata porque parte da percepção do usuário final, e como cada usuário possui um perfil diferente em relação a tipos de conteúdo e tempo de acesso se torna um desafio conciliar a eficiência das tecnologias de implementação de QoS com a opinião do usuário.

Nos moldes atuais as redes estão se estabelecendo como plataformas de interação cada vez mais robustas e essenciais para a sociedade e cada indivíduo faz dela o seu melhor uso,

com o tipo de conteúdo que lhe seja mais útil ou agradável; vídeos, fotos, áudio, arquivos diversos ou aplicações de tempo real, cada uma delas exigindo recursos e provocando uma carga diferente na rede.

De fato, podemos com segurança prever que, ao final desta década, quase toda a distribuição de vídeo e interações de voz será feita de ponta a ponta pela Internet, muitas vezes para dispositivos sem fio conectados à Internet por meio de redes de acesso 4G e Wi-Fi. (Kurose. 2013, p. 433)

Por padrão o conteúdo multimídia que trafega em rede é otimizado pelas próprias aplicações que os originam para serem transmitidos com a menor carga possível as redes por meio de tecnologias de compressão de dados numa tentativa de reduzir o tamanho dos arquivos e conseqüentemente o tamanho e a quantidade dos pacotes mais mantendo o máximo possível da qualidade do conteúdo para os usuários finais. Esses tipos principais de tráfego são:

- **Voz**

As conexões de voz geram um conjunto de pequenos pacotes a uma taxa de bits relativamente baixa. A taxa típica de uma conversação telefônica varia de 5 Kbps a 64 Kbps.

- **Vídeo**

As fontes de tráfego de vídeo geram informações que ocupam uma ampla faixa de taxa de transmissão que variam de dezenas de Kbps a dezenas de Mbps. As características da codificação de vídeo variam de acordo com o conteúdo e com os esquemas de compressão e codificação utilizados. Em relação ao conteúdo cenas mais complexas com mudanças mais frequentes de cenários requerem uma quantidade maior de dados para manter o nível de qualidade.

- **Aplicações**

O tráfego gerado pelas aplicações de dados corresponde a uma boa parcela do tráfego Internet. Algumas das aplicações intensamente utilizadas atualmente são o correio eletrônico (SMTP, POP e IMAP), transferência de arquivos (FTP) e conexão remota (Telnet). As páginas Web estão sobre o tráfego HTTP que gera na maioria das vezes requisições de páginas que são menores do que 500 bytes. As respostas HTTP são tipicamente menores do que 50 KB, porém, elas podem assumir tamanhos significativamente maiores quando envolvem transferência de grandes arquivos.

5.1. RIGIDEZ DAS FONTES DE TRÁFEGO QUANTO AOS PARÂMETROS DE QUALIDADE

As principais fontes de tráfego podem variar como vídeo que pode ser em demanda ou vídeo conferencia o que ocorre também com o áudio nos casos de telefonia e áudio por demanda, já as aplicações podem ser de tempo real em casos de aplicações de transmissão de vídeos, vídeo-monitoramento, voz e videoconferências, ou transferência de arquivos, correio eletrônico, acesso web e plataformas proprietárias nos casos de aplicações que não exijam sincronização em tempo real. Independente da natureza das fontes de tráfego a rigidez de cada tipo aos parâmetros são diferentes conforme mostra a tabela 2.

Aplicação	Largura de banda	Atraso	Flutuação	Perda
Correio eletrônico	Baixa	Baixo	Baixa	Média
Transferência de arquivos	Alta	Baixo	Baixa	Média
Acesso à Web	Média	Médio	Baixa	Média
Login remoto	Baixa	Médio	Média	Média
Áudio por demanda	Baixa	Baixo	Alta	Baixa
Vídeo por demanda	Alta	Baixa	Alta	Baixa
Telefonia	Baixa	Alta	Alta	Baixa
Videoconferência	Alta	Alta	Alta	Baixa

TABELA 2 - RIGIDEZ DE REQUISITOS DE QUALIDADE DE SERVIÇO DAS APLICAÇÕES.
 FONTE: TENENBAUM (2011)

Segundo a pesquisa Panorama setorial da internet do nic.br(2016) a procura por conteúdo multimedia tem liderado os acessos e dominado o fluxo de dados atualmente no contexto nacional, isso inclui jogos online, streaming de áudio e vídeo que demandam por maior qualidade no fluxo, como exemplo o caso da transmissão de vídeo é comum ao usuário final considerar que somente a largura de banda pode prover uma experiencia aceitável para o conteúdo porém alta largura de banda com taxas de flutuação variáveis pode acarretar em travamentos e saltos na reprodução de um conteúdo de vídeo o que é inaceitável em algumas atividades como medicina exercida a distancia quando são feitas cirurgias controladas por profissionais através de videoconferência. Em contrapartida aplicações de correio eletrônico não se encaixam em operações de missão critica nem mesmo de alta exigência para oferecer qualidade aos usuários, mais deve-se considerar que as tecnologias atuais não trabalham de forma dissociada uma pagina web ou aplicativo móvel sempre terão tecnologias semelhantes

como scripts de linguagens de programação, ou vídeos integrados em páginas web. Quanto as taxas de bits observam-se um comparativo conforme tabela 3.

	Taxa de bits	Bytes transferidos em 67 min
Facebook de Frank	160 kbits/s	80 Mbytes
Música de Marta	128 kbits/s	64 Mbytes
Vídeo de Vítor	2 Mbits/s	1 Gbyte

TABELA 3 - TAXAS DE BITS POR APLICAÇÃO
 FONTE: KUROUSE (2013, P. 434)

A tabela 3 mostra de acordo com um dado tipo de aplicação para um usuário final aleatório a exigência de taxas de transferências diferentes, de fato as empresas que proveem serviços ou conteúdos projetam seus sistemas para trabalhar com padrões de larguras de bandas diferentes e condizentes com seus tipos de tráfego para oferecer a melhor qualidade de transmissão ao usuário, a respeito da transmissão de vídeo que é deles o que exige mais da rede segundo Kurose(2013) "Os algoritmos de compactação de hoje, prontos para uso, podem compactar um vídeo basicamente para qualquer taxa de bits desejada. É claro que, quanto mais alta a taxa de bits, melhor a qualidade da imagem e melhor a experiência de exibição geral do usuário.

6. MECANISMOS E IMPLEMENTAÇÃO DE QOS

A qualidade de serviços é além de qualquer conceito é um recurso para os administradores de redes capaz de tratar o fluxo de dados e os diferentes tipos de dados oferecendo as melhores condições de tráfego para tipos e natureza de aplicações concorrentes. Com essa finalidade existem modelos de QoS diferentes para cenários de redes distintos, a implementação de QoS está associada à existência de mecanismos de condicionamento de tráfego, políticas de filas (disciplinas de serviço), reserva de recursos e controle de admissão.

6.1. O CONDICIONAMENTO DE TRÁFEGO

O condicionamento de tráfego está relacionado a observância de se prover o nível de serviço acordado entre cliente e provedor, esse acordo é chamado de SLA¹. Um SLA especifica os serviços, como eles serão oferecidos e as condições para que os padrões

¹SLA é a sigla de *Service Level Agreement*, que significa "Acordo de Nível de Serviço - ANS", na tradução para o português. O SLA consiste num contrato entre duas partes: entre a entidade que pretende fornecer o serviço e o cliente que deseja se beneficiar deste.

ofertados sejam realmente oferecidos como em serviços de streaming de vídeo que a empresa não pode garantir que o usuário tenha fluidez na transmissão se seu plano de internet não tem os requisitos necessários para reproduzir o conteúdo multimídia na qualidade esperada. Deve existir, portanto, um SLA entre a empresa do serviço de vídeos e o usuário definindo a qualidade e os critérios para tal assim como deve haver também entre o cliente e o provedor de acesso a internet um SLA que deixe claro os padrões da conexão segundo o plano contratado.

Na prática condicionamento envolve a classificação dos pacotes, medição do tráfego e análise para tomar medidas que trate os pacotes que não estão dentro do perfil de tráfego contratado. A classificação é realizada através da inspeção dos campos de cabeçalho do pacote/quadro, mas pode também se basear em porta de entrada ou saída para determinar a que tipo de conteúdo eles se aplicam.

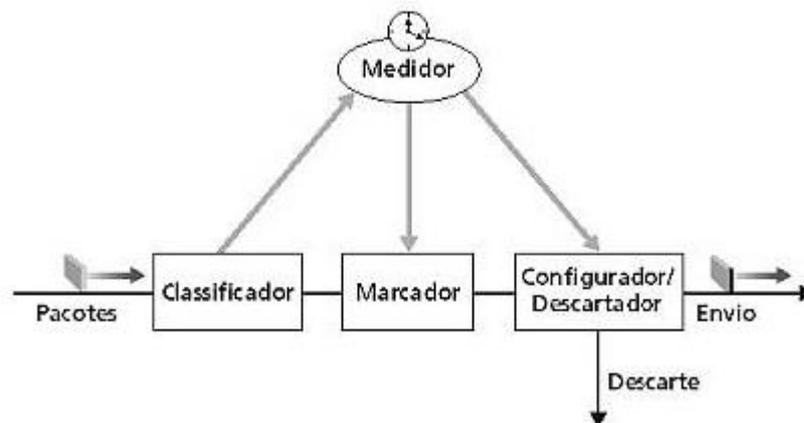


FIGURA 6 - CLASSIFICAÇÃO DOS PACOTES E POLICIAMENTO

Fonte: Kurose, 2006, p.496

Após classificação o tráfego é medido de acordo com níveis pré-definidos em termos de largura de banda e rajada permitida. O principal mecanismo de implementação utilizado é o balde de fichas (token bucket), mostrado na Figura 7. Ele é definido por uma taxa de dados r e uma rajada b . A analogia é imaginar um balde com uma determinada capacidade máxima que contém fichas que são inseridas regularmente. Uma ficha corresponde à permissão para transmitir uma quantidade de bits (pode ser apenas um). Quando chega um pacote, o seu tamanho é comparado com a quantidade de fichas no balde. Se existir uma quantidade suficiente de fichas, o pacote é enviado. Senão geralmente ele é inserido em uma fila para que

aguarde até haver fichas suficientes no balde. Isso é chamado de suavização ou moldagem de tráfego. Caso o tamanho da fila seja zero, todos os pacotes fora do perfil (que não encontram fichas suficientes) são descartados.

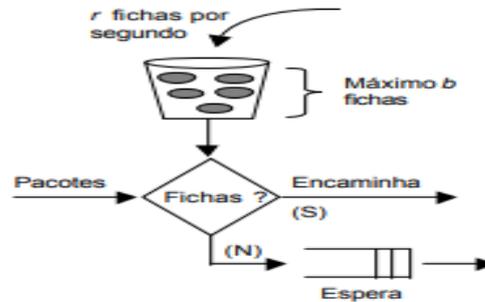


FIGURA 7 - BALDE DE FICHAS
 FONTE: PRÓPRIA (2019)

6.2. POLÍTICAS DE FILAS

A políticas de filas são utilizadas para escolher qual o próximo pacote a ser enviado em um determinado enlace. Os mecanismos de filas normalmente implementados em dispositivos de redes são FIFO (DropTail), Fila com Prioridade, Circular (Round Robin) e Fila Justa com Pesos (WFQ). Em uma fila FIFO todos os pacotes são inseridos no final e retirados do início. Quando ela estiver cheia, os pacotes são descartados. A Fila com Prioridade (Figura 8), na verdade é composta de várias filas, cada uma para um nível de prioridade, estabelecido após uma classificação dos pacotes. Primeiramente são encaminhados todos os pacotes da fila de maior prioridade, e então as outras filas são tratadas em ordem decrescente de nível de prioridade. Uma Fila Circular encaminha alternadamente pacotes de várias filas, geralmente associadas a Classes de Serviços. WFQ (Figura 9) é uma espécie de Fila Circular que analisa fluxos individualmente e procura encaminhar os pacotes de todos de maneira a haver um compartilhamento justo do enlace. Os fluxos são agrupados em classes e a cada classe é atribuído um peso, que corresponde ao percentual do tempo do enlace destinado a ela.

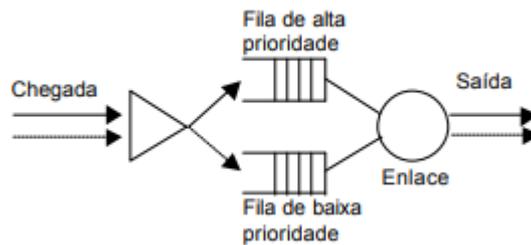


FIGURA 8 - FILA DE PRIORIDADE

Fonte: própria, 2019

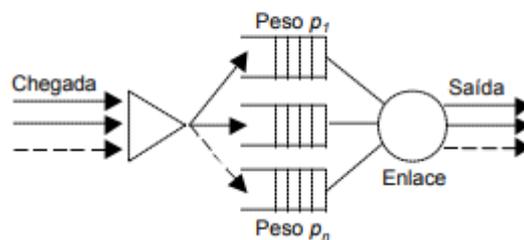


FIGURA 9 -FILA JUSTA COM PESOS

Fonte: própria, 2019

6.3. RESERVA DE RECURSOS

Segundo Tenenbaum (2011) Os algoritmos que alocam recursos do roteador entre os pacotes de um fluxo e entre fluxos concorrentes são chamados algoritmos de escalonamento de pacotes. Três tipos de recursos podem ser reservados para diferentes fluxos: Largura de banda, espaço em buffer e ciclos de CPU.

O escalonador gerencia o encaminhamento dos vários fluxos de dados, usando alguma política de filas (Seção 6.2) e possivelmente também outro tipo de mecanismo. O escalonador deve ser implementado no local onde os pacotes são enfileirados e deve haver uma comunicação com a interface da camada de enlace de dados para controlar a alocação da largura de banda entre os fluxos.

6.4. CONTROLE DE ADMISSÃO

Implementa o algoritmo que um roteador usa para determinar se um novo fluxo pode ter seu pedido de QoS atendido sem interferir nas garantias feitas anteriormente. É algo semelhante ao que ocorre no sistema telefônico, onde nós ouvimos um “sinal de ocupado”

quando o sistema não tem recursos disponíveis para atender a chamada que está sendo feita. Nesse caso, significa que alguns fluxos podem ter seus pedidos de recursos rejeitados por falta de recursos em algum dos roteadores.

Em suma o controle de admissão tem somente a função de determinar se um fluxo de dados poderá ser aceito ou não, de acordo com a banda disponível.

7. MODELOS DE QOS

Segundo Kurouse (2013) a internet de hoje é o maior sistema de engenharia já criado pela humanidade. Partindo dessa afirmação como lidar com a complexidade da rede e a quantidade exponencial de conexões requisitando recursos de forma concorrente? O modelo atual de serviço da internet o Best-Effort (serviço de melhor esforço) consiste em utilizadores enviando simultaneamente suas requisições pela rede que compartilham, porém os recursos como largura de banda, armazenamento dos buffers de roteadores e processamento dos nós de roteamento são limitados, a implementação das políticas de filas seja para entrada no link ou em filas de processamento para o escalonador de pacotes também utilizam tecnologia limitada pois depois de um certo número de pacotes ou tempo de espera o algoritmo de implementação das filas é obrigado a descartar os pacotes o que obriga o protocolo da camada de transporte TCP a retransmitir os pacotes que não chegaram ao destino resultando em mais tráfego na rede, mais atraso e conseqüentemente prejuízo na experiência do usuário final.

Com o objetivo de suportar na mesma infraestrutura IP aplicações de dados elásticas e aplicações com requisitos de tempo real tornou-se necessário criar extensões ao modelo tradicional best-effort que incluíssem o suporte de diferentes níveis de QoS e a capacidade de gerir a atribuição de recursos por fluxos ou classes de tráfego.

Atualmente estão definidos dois modelos de QoS IP, o modelo de Serviços Integrados (Integrated Services – IntServ), orientado para a provisão de QoS por fluxo (aplicações individuais) e que normalmente é associado ao protocolo RSVP (Resource ReSerVation Protocol) e o modelo de Serviços Diferenciados (Differentiated Services – DiffServ), orientado para a provisão de QoS a classes de serviço ou fluxos de tráfego agregados

7.1. MODELO DE SERVIÇOS INTEGRADOS

O protocolo IP segundo Forouzan(2010) o protocolo IP foi desenvolvido originalmente para entrega de dados *da melhor maneira possível*, dessa forma cada usuário final recebe atendimento igual para suas demandas na rede, esse tipo de abordagem não oferece tratamento adequado para aplicações com maior necessidade de recursos da rede.

Serviços Integrados, algumas vezes chamados IntServ, é um modelo de QoS *baseado em fluxo*, significando que um usuário precisa criar um fluxo, uma espécie de circuito virtual, da origem até o destino e informar todos os roteadores sobre os recursos necessários. (Forouzan. 2010, p. 781)

O IntServ utiliza o protocolo de sinalização fim-a-fim RSVP², e mecanismos de alocação de largura de faixa nos roteadores que se encontram ao longo do caminho percorrido por um determinado tráfego. A integração desses dois mecanismos possibilita a utilização de serviços orientados à conexão na Internet, e a qualidade de serviço para um determinado tráfego é garantida pois é possível com o protocolo RSVP implementar um modelo baseado em fluxo sobre um protocolo não orientado a conexão como é o caso em redes IP. Entretanto esta arquitetura apresenta problemas de escalabilidade.

“O principal protocolo da IETF³ para a arquitetura de serviços integrados é o RSVP, descrito na RFC 2205 e em outras. Esse protocolo é empregado para fazer as reservas; outros protocolos são usados para transmitir os dados. O RSVP permite que vários transmissores enviem os dados para vários grupos de receptores, torna possível receptores individuais mudarem livremente de canais e otimiza o uso da largura de banda ao mesmo tempo que elimina o congestionamento.” (TANENBAUM, 2003, p. 317).

² Resource ReSerVation Protocol

³ *Internet Engeneering Task Force*, é uma comunidade aberta a desenvolvedores de recursos para a Internet

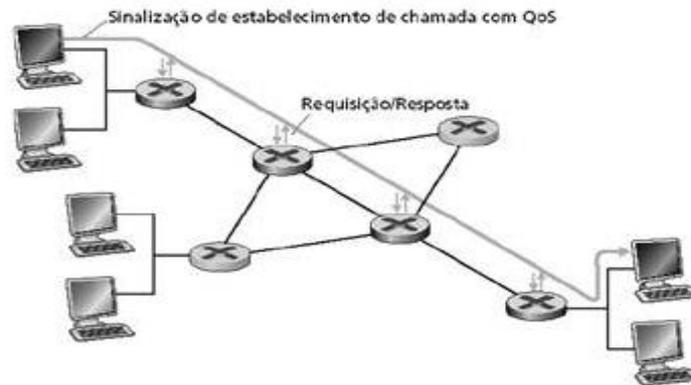


FIGURA 10 - ESTABELECIMENTO DE CHAMADA RSVP
 Fonte: Kurose, 2006, p.492

O modelo intserv está dividido em duas classes serviço de carga garantido e serviço de carga controlada.

- Serviço de carga garantido: estabelece limites rígidos (que podem ser provados matematicamente) para atrasos de fila que um pacote sofrerá em um roteador, definida no RFC 2212.
- Serviço de rede de carga controlada: tem como foco as aplicações multimídia, permitindo com que pacotes com taxas muito altas passem pelo roteador sem que haja descarte de pacotes, por outro lado, não a garantias de desempenho. Portanto a um bom funcionamento apenas quando a rede está descongestionada, definida no RFC 2211.

7.2. MODELO DE SERVIÇOS DIFERENCIADOS

Os problemas encontrados com o IntServ levaram o IETF a introduzir o DiffServ. Um modelo onde os pacotes são previamente marcados de acordo com os tipos de serviços desejados. os roteadores realizam a marcação(figura4) dos pacotes, e os separam ao entrarem na rede em diversas classes de serviço onde são classificados(figura4) com base nas portas TCP dos aplicativos. Este processo de classificações, marcação, e policiamento é executado por um escalonador de pacotes.

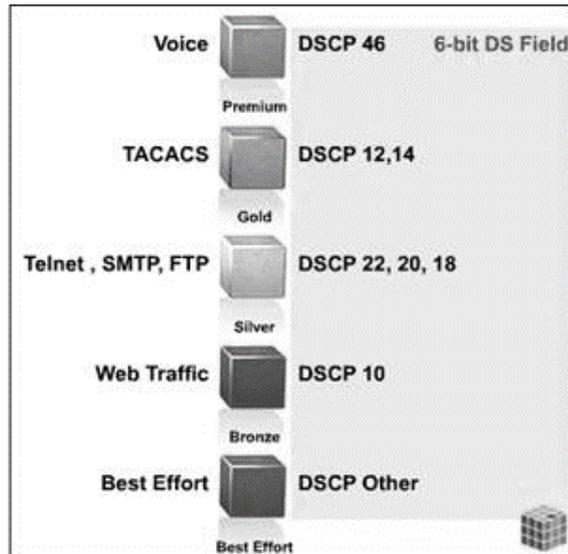


FIGURA 11 - CLASSES DE SERVIÇOS

Fonte: Falsarella, 2009

No cabeçalho do pacote IP existe um campo de oito bits, anteriormente chamado de ToS (Type of Service), e que mudou recentemente para DS Field, em virtude da ampliação dos serviços e o tratamento que pode ser dado a ele. É no DS Field que são codificadas as classes para diferenciação de serviços

O policiamento analisa e gerencia a capacidade total de largura de banda na rede, sendo que, quando a ultrapassarem do limite de tráfego contratado, ocorre o descarte ou remarcação dos pacotes não identificados em nem uma das classes

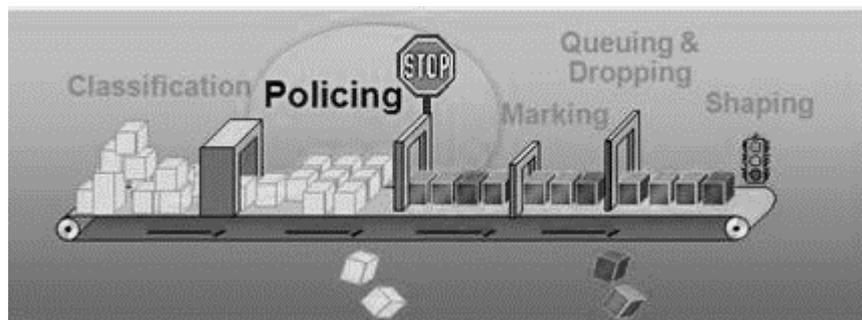


FIGURA 12 - POLICIAMENTO DE PACOTES

Fonte: Cisco Systems

Os serviços diferenciados são capazes de prover a rede um gerencia de alocação de recursos dividindo os pacotes em filas por tipo de conteúdo, dando mais prioridade a pacotes com destino a conteúdos de maior exigência de recursos.

8. REDES: UMA QUESTÃO DE QUALIDADE

A qualidade de serviços em redes de computadores tem o primário objetivo de otimizar o uso da infraestrutura física através da implementação de sistemas e configurações lógicas que possam tratar a demanda por recursos da rede pois a infraestrutura física de qualquer sistema seja ele produtivo, comercial ou de comunicação deve ser projetado para suportar a complexidade da operação tanto no que diz respeito a natureza das atividades quanto a quantidade de profissionais e clientes envolvidos, as redes de comunicação de dados seguem esse mesmo pressuposto.

Os métodos e técnicas de QoS e controle de congestionamento foram idealizados para minimizar problemas referentes a qualidade do trafego de dados que não podem ser solucionados apenas com o aumento da capacidade dos enlaces entre segmentos de rede, a largura de banda embora seja um fator altamente requisitado, em cenários de alto desempenho não pode ser tomada como a única solução.

O fato é que os perfis de consumo de cada usuário são tão diferentes mesmo quando observados em grupos, desta forma aumentar infinitamente a largura de banda exigiria altos custos em projetos de infraestrutura física, tempo e mão de obra além de ser uma solução temporária pois a exigência das novas aplicações de tempo real e da era dos conteúdos multimídia faz com que não importe o quanto de largura de banda se consiga projetar para um enlace sempre haverá aplicações proporcionais para consumi-las. Cabe então que os projetos de redes sejam adequados não somente em infraestrutura mais também em gerencia de praticas que possam adequar o funcionamento lógico da rede de acordo com os perfis de tráfego de dados.

Os usuários finais em suas conexões fim-a-fim conceituam o provimento de serviços e conexões de acordo com um único parâmetro perceptível, a velocidade da conexão. E dessa forma culpam diretamente os provedores de acesso a internet quando sua conexão não os permite usufruir plenamente do serviço ou recurso desejado, e o fazem porque já que não conhecem as variantes desse complexo sistema de comunicação é sim responsabilidade das empresas de provimento de acesso estabelecer os padrões de prestação de serviço e adequar suas redes para atender suas demandas internas, porém não é de responsabilidade destes provedores dimensionar a forma como seus clientes utilizam seus links de acesso em relação a capacidade de cada um. A questão é que sem conectividade, pessoas, empresas e organizações

enfrentam barreiras para participar das redes sociais e econômicas que caracterizam as sociedades modernas⁴. E no cenário atual é exigido das redes que sejam mais que eficientes já que os recursos de TI dentro das empresas ou residências se tornaram um produto como qualquer outro com o diferencial de sustentar operações produtivas, lazer e comunicação.

Para implantar a qualidade de serviços é necessário projetar a infraestrutura física da rede e dimensionar os equipamentos de acordo com a previsão de demanda para os serviços ofertados, a largura de banda dos enlaces entre seguimentos de rede e os roteadores de borda devem possuir especificações que suportem o tráfego requisitado e deve por parte dos administradores de rede haver o monitoramento da rede para reconhecer o tipo de tráfego e as necessidades para sua fluidez.

8.1. PROVIMENTO DE ACESSO E QUALIDADE

De acordo com o levantamento da última pesquisa TIC Provedores em 2014, havia no Brasil, pouco mais de dois mil PSI⁵ ativos. Entre eles, 97% são provedores de acesso à Internet, podendo ser, também, provedores de outros serviços.

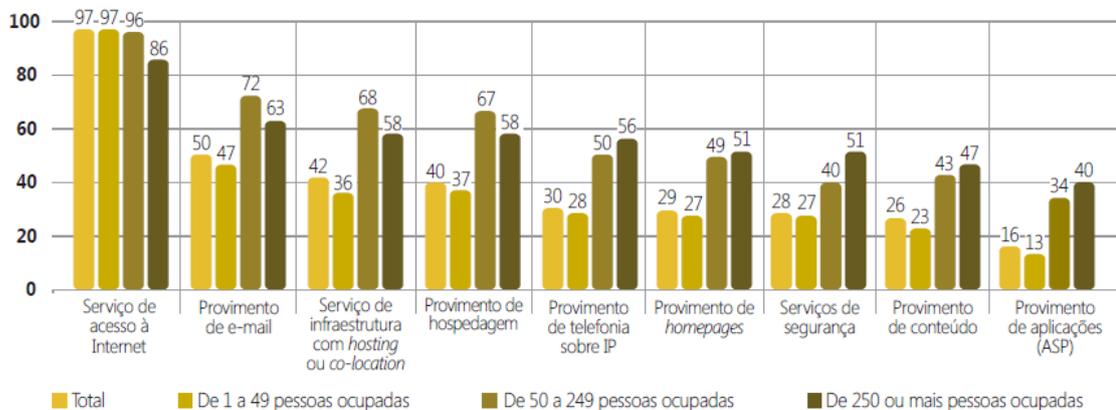


GRÁFICO 1 - PROPORÇÃO DE PSI, POR SERVIÇOS DE INTERNET OFERTADOS, POR PORTE

Fonte: Pesquisa TIC Provedores 2014

Pesquisas oficiais do NIC.BR e CETIC.BR o uso dos recursos de TI e redes de comunicação de dados tem crescido exponencialmente e segundo pesquisa do IBGE (2016) o Brasil fechou 2016 com 116 milhões de pessoas conectadas à internet, o equivalente a 64,7% da população com idade acima de 10 anos. E estatísticas oficiais confirmam a relação inversamente proporcional entre a idade dos internautas e a porcentagem da população

⁴ Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial de 2016. Washington (DC): Banco Mundial

⁵ Provedor de serviços e internet

conectada, dessa forma com usuários iniciando sua experiência tão cedo com os recursos de TI é de se esperar que as previsões menos otimistas acreditem em prazos curtos para o real estabelecimento dos novos paradigmas como IOT, Big data e cloud computing e expansão da grande rede tornando-a ainda mais extensa com mais dispositivos e a disputa por recursos de infraestrutura ainda mais relevante para a qualidade de serviços.

Portanto para fins de desenvolvimento tecnológico e inclusão digital assegurar serviços de qualidade para o usuário final é de suma importância, para tal é necessário observar o dimensionamento das redes de acordo com as tecnologias estudadas dentro da área de implementação de QoS no que se trata de equipamentos capazes de suportar as demandas da rede.

9. METODOLOGIA

Esta pesquisa terá por base a revisão bibliográfica e descreverá o funcionamento geral da tecnologia proposta e seus objetivos tratados de forma qualitativa. A pesquisa qualitativa traz métricas que atendem as necessidades relacionadas ao tema proposto, pois o nosso estudo os resultados das pesquisas realizadas em ideias e utiliza alguns métodos para coleta dos dados, trazendo o problema de forma mais ampla, além de seu melhor entendimento, o que visa uma pesquisa de natureza exploratória, na busca da familiaridade com o tema.

A análise traz uma comparação entre os conhecimentos técnicos e não técnicos sobre a percepção do usuário em relação a qualidade de serviços, O levantamento e a coleta de dados serão realizados por meio de observação indireta de trabalhos anteriores. Todos os dados serão submetidos a análise interpretativa, sendo que as conclusões serão expostas apresentando um resumo das análises mais importantes.

10. CRONOGRAMA

Este trabalho foi planejado em algumas etapas como descreve o *cronograma – ano 2019*

Etapa da Pesquisa	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho
Escolha do tema	X						
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	X	
Levantamento de pesquisas oficiais anteriores		X	X				
Análise dos dados reunidos		X	X	X	X	X	
Síntese da pesquisa			X	X			

Redação do texto da pesquisa				X	X	X	
Entrega e apresentação							X

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para fins de conclusão é possível delimitar que a qualidade de serviços possui dois pontos de vistas amplamente contrários, o primeiro trata da visão técnica dos analistas que operam ou projetam a rede com conhecimentos tecnológicos, o segundo trata da percepção do usuário sobre a qualidade dos serviços ou conexões entregues pelos provedores.

No que diz respeito a percepção do usuário este deve ser antecipadamente informado sobre o SLA que rege a prestação de serviços e este SLA deve estar direta e proporcionalmente relacionado ao perfil de uso do usuário.

Por fim o ponto de vista tecnológico deve ser a base para elaboração de um plano de escalabilidade que seja possível manter os serviços estáveis e a qualidade em um nível que agrade de forma transparente ao cliente. Mecanismos e políticas de controle de congestionamento e QoS são utilizados dentro dos modelos padronizados pela IETF porem estes não são regra e sim recomendações não existe fiscalização apenas a constatação de que os sistemas funcionam em operação cada fabricante pode implementar seu próprio algoritmo de controle desde que o mesmo se comunique com os demais usados em outras redes, sendo assim esta pesquisa conclui e recomenda que haja pesquisa dentre os fabricantes de equipamentos de rede sobre que tipos de modelos QoS os mesmos podem implementar.

A existência de dois pontos de vistas sobre como conceituar para determinada rede o fator de QoS não significa que os dois não possam ser usados em conjunto para ajustar um serviço mais adequado as duas vertentes de observação.

Para trabalhos futuros espera-se e recomenda-se o estudo mais detalhado dos modelos e mecanismos para tratamento do fluxo de dados e também de um estudo específico para a camada física com ênfase em desempenho e largura de banda.

REFERÊNCIAS

- Forouzan, Behrouz A. Comunicação de dados e redes de computadores. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- Forouzan, Behrouz A. Comunicação de dados e redes de computadores. 4 ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.
- Stallings, William. Criptografia e segurança de redes: Princípios e práticas. 6 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.
- Tanenbaum, Andrew S. Redes de computadores. 4 ed. São Paulo: Campus, 2003.
- Tanenbaum, Andrew S.; Wetherall, David. Redes de computadores. 5 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- Tanenbaum, Andrew S.; Wetherall, David. Redes de computadores. 5 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- Kurose, James F.; Ross, Keith W. Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down. 6 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
- KUROSE, James F. Ross Keith W. Redes de Computadores e *Internet*. 3. ed. São Paulo: Ed.Pearson Addison,2006.656p.
- BANDA LARGA NO BRASIL: um estudo sobre a evolução do acesso e da qualidade das conexões à Internet.* São Paulo: NIC.BR, 2018
- TIC Provedores: Pesquisa sobre o Setor de Provimento de Serviços de Internet no Brasil. São Paulo: NIC.BR, 2014
- TIC Domicílios: Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos Domicílios Brasileiros. São Paulo: NIC.BR, 2016
- TIC Empresas: Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Empresas Brasileiras. São Paulo: NIC.BR, 2015
- Panorama setorial da Internet. São Paulo: NIC.BR, 2016.
- FALSARELLA, Douglas. Qualidade de Serviço - componentes do QoS, Brasil, 2009. Disponível em:
<http://imasters.uol.com.br/artigo/13340>

Acesso em 10/09/09.

CISCO SYSTEMS. *Quality of Service Networking*, EUA, 199-?. Disponível em:
<http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/QoS.pdf>

Acesso em 26/08/09.