



Relatório Técnico/Consultoria PD.33.10.92A.0216A/RT-03-AA

Estudo sobre as condições de oferta dos serviços em banda larga

Resumo Executivo

Cotação: 25601/2010

Cliente: SINDITELEBRASIL

Contato: Sergio Kern

E-mail: sergiokern@acel.org.br

Endereço: SCN Quadra 01 Bloco F sala 820
Brasília – DF
Cep: 70.711-905

Fone: +55 61-2105.7452

Fax:

SUMÁRIO

1	Sobre este documento.....	3
2	Resumo Executivo	3
3	Considerações Finais	14
4	Referência bibliográfica.....	16
5	Histórico de versões deste documento	17
6	Execução e aprovação.....	18

1 Sobre este documento

Este documento é um Resumo Executivo do estudo feito para a Sinditelebrasil [1], com o intuito de caracterizar as condições da oferta do serviço de Banda Larga Fixa e Móvel, ao mesmo tempo em que identifica as dificuldades enfrentadas pelas diferentes operadoras, ao procurar definir e garantir uma taxa de velocidade mínima nas plataformas de rede fixa e de rede móvel.

2 Resumo Executivo

Nas últimas décadas, houve o surgimento e o avanço das redes de computadores, que antes conectavam apenas algumas poucas máquinas para fins militares e de pesquisa, passando a conectar máquinas a longas distâncias com finalidades pessoais e comerciais, e chegando hoje à popular Internet. Há poucos anos, aproximadamente no final dos anos 80, uma pessoa ou empresa que quisesse se conectar a Internet precisava ter um dispositivo chamado *modem* em seu computador, e através de uma velocidade muito pequena (máximo a 56 Kbps) navegava em páginas da Internet com poucos recursos multimídia.

Nos últimos anos, é evidente a proliferação na Internet dos serviços de valor adicionado como navegação, e-mail, chat, compras on-line, transações bancárias, blogs, wiki, jogos on-line e vídeo, além de diversas novas aplicações, frutos da nova geração de serviços da Web (Web 2.0), tais como compartilhamento de vídeo e P2P, utilizados de forma cada vez mais intensa pelas novas gerações de usuários.

O aumento de novas aplicações foi possível devido ao sucesso do protocolo mais importante da Internet, o IP (*Internet Protocol*) que impulsiona cada vez mais a migração das infraestruturas de redes distintas e com características específicas, como a rede de telefonia convencional e as redes para transmissão de rádio e TV, para uma rede convergente de plataforma única baseada em IP.

Entretanto, na sua concepção, este protocolo (o IP) não foi projetado para atender aos diferentes requisitos de aplicações que possuem exigências de desempenho rígidas. O IP trabalha com o encaminhamento de pacotes baseado no melhor esforço (*best effort*), isto é, o pacote é encaminhado da origem até o destino passando por vários pontos na rede (salto a salto, ou seja, roteador a roteador). A decisão de encaminhamento em cada ponto é tomada de acordo com as condições existentes naquele equipamento no momento da análise. Isto significa que, se em um determinado momento houver congestionamento, o pacote pode ser descartado ou pode ser encaminhado com atraso.

Cada vez mais estas novas aplicações colocam à prova a capacidade das empresas operadoras de telecomunicações em escoar todo o tráfego cursado em suas redes. A partir do ano 2000, houve uma evolução muito grande das tecnologias de rede fixa e móveis que ligam os clientes às operadoras, onde velocidades maiores começam a ser ofertadas para o acesso à Internet, variando de 500 Kbps até 50 Mbps (dependendo da tecnologia), no que convencionou-se chamar “banda larga”. Através das tecnologias de banda larga ofertadas no mercado, usuários domiciliares, empresariais e móveis podem usufruir cada vez mais dos novos serviços e aplicações.

As velocidades ofertadas pelas operadoras para serviços de banda larga em massa estão diretamente ligadas à **velocidade nominal máxima teórica** que as tecnologias suportam. Por velocidade máxima devemos entender que um usuário, navegando na Internet, poderá

atingir até uma determinada velocidade limite, sem ter garantia de que esta velocidade será mantida durante todo o período de uso.

Devido às particularidades do IP, das características de cada aplicação e das infraestruturas de rede que formam a Internet, independente da tecnologia de acesso usada pelas operadoras, na Internet não há garantia da velocidade que o usuário de banda larga em massa irá experimentar em determinada hora do dia, já que qualquer um dos elementos da Internet pode estar “engargalado”, mostrados nesta seção logo a seguir.

Se pensarmos em uma amostragem instantânea da velocidade experimentada pelo usuário, é difícil prever que a **velocidade média** tenha um valor fixado pré-definido. Porém, é possível afirmar que esta velocidade será sempre menor ou igual à **velocidade nominal máxima teórica** da tecnologia de acesso do usuário. Por velocidade média devemos entender como a média das velocidades de acesso à Internet, ou seja, as velocidades experimentadas pelo usuário durante um certo período do dia.

Caso tais velocidades sejam medidas durante um período longo de tempo, certamente haverá um padrão de valor mais bem definido para a **velocidade média**. Neste contexto, também é difícil prever a **velocidade mínima**, que é a menor velocidade experimentada pelo usuário acessando a Internet.

Observando-se os contratos disponíveis publicamente das ofertas de banda larga de operadoras do Brasil e de outros países, percebe-se que todos oferecem uma velocidade máxima e indicam que a mesma pode sofrer alterações conforme as condições da Internet em determinado instante. Neste contexto, tecnicamente as ofertas do Brasil estão aderentes às ofertas de operadoras de outros países.

Para um melhor entendimento da falta de qualidade na Internet, é importante conhecer **como a Internet funciona**, e para isto será apresentado o cenário ilustrado na Figura 1:

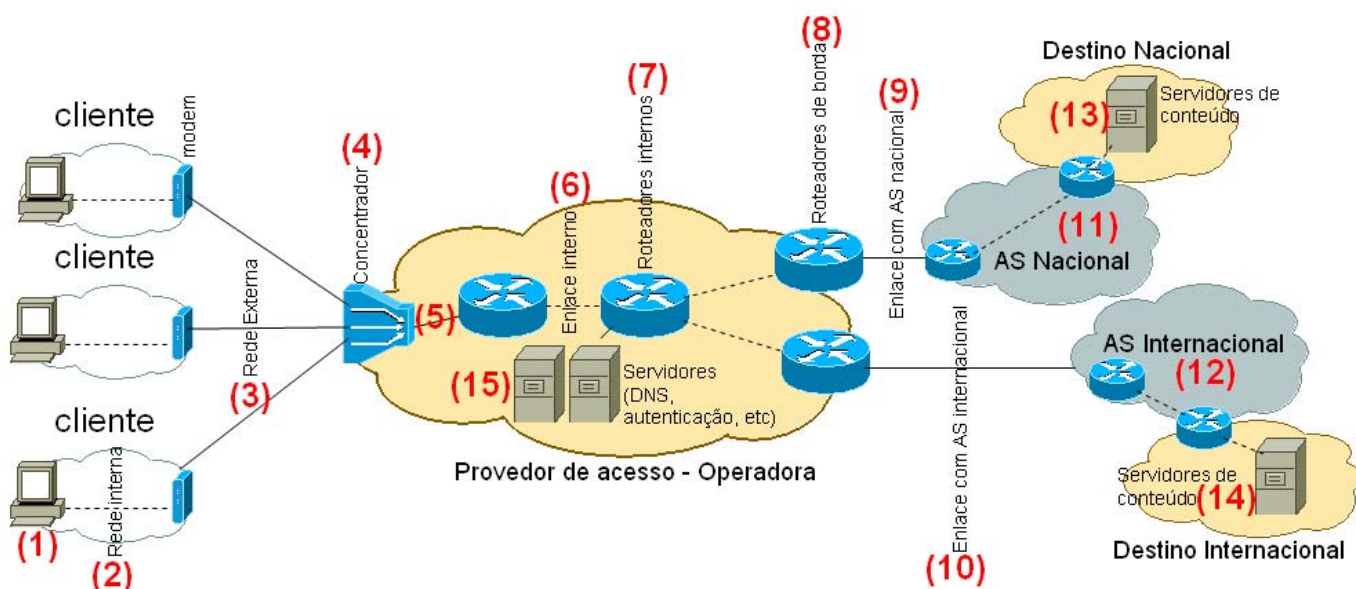


Figura 1 – Cenário dos elementos da Internet

- Neste cenário são mostrados os clientes conectados a uma operadora que provê o acesso à Internet através de alguma tecnologia de banda larga (ADSL, Cable Modem, etc.). Na casa (ou na empresa) do cliente, há um equipamento (por exemplo um *modem* ou roteador) que se conecta ao cabo provido pela operadora (um ponto da linha telefônica, um cabo coaxial ou fibra óptica) e que também se conecta a uma máquina (ou rede LAN) do cliente através de um cabo de rede LAN. O equipamento do cliente se liga a um equipamento concentrador (no caso do ADSL, um DSLAM) da operadora.
- O concentrador da operadora agrega vários clientes e se liga a uma rede de dados, ou seja, a equipamentos (roteadores) que tratam os pacotes IP dos clientes e tem a função de encaminhá-los “para frente”, em direção ao ponto final (destino) destes pacotes. Os roteadores se ligam através de enlaces, usando cabeamento (cobre, fibra) ou ainda meio aéreo (rádio, satélite).
- Na rede interna da operadora há os roteadores internos conectados entre si, geralmente de forma redundante. Estes roteadores são configurados devidamente, para o encaminhamento correto dos pacotes IP dos clientes. (No caso, com os chamados protocolos de roteamento).
- Os equipamentos de borda da operadora ligam-se a outras redes nacionais e internacionais. Cada operadora possui uma ou mais conexões físicas com outras redes de operadoras nacionais, e também uma ou mais conexões com outras redes de operadoras internacionais. Estes roteadores também são configurados adequadamente para encaminhamento dos pacotes IP, com protocolos de roteamento (neste caso, protocolos especiais para conexão entre redes diferentes, chamados protocolos de roteamento externos).
- Conectados às redes nacionais e internacionais estão empresas, provedores e clientes que possuem servidores de conteúdo, como por exemplo, de páginas Web da empresa. Por exemplo, o CPQD possui um servidor de página Web da organização, que pode ser vista através de um *Web browser* digitando-se <http://www.cpqd.com.br>. Outro exemplo é o servidor de página de vídeo do Youtube: <http://www.youtube.com>.
- A Figura 1 mostra os servidores de controle no provedor, como por exemplo o servidor de resolução de nomes (DNS – *Domain Name Servers*), essenciais para que os usuários da Internet possam navegar digitando nomes nos *Web Browsers*, sem precisar decorar endereços IP; os servidores de autenticação dos provedores são importantes para dar acesso apenas a clientes cadastrados no provedor; os servidores de DHCP entregam endereço IP ao cliente de forma automática, facilitando a configuração do equipamento ou máquina do cliente para a navegação na Internet.

A grande maioria das comunicações de dados que ocorre na Internet hoje ocorre utilizando uma arquitetura chamada “cliente-servidor”. Quando um cliente digita a página que deseja no *Web Browser*, é gerada uma requisição ao servidor desta página, que retorna a página solicitada.

Diante deste cenário, será explicado o que acontece quando um cliente de uma operadora/provedor requisita uma página de um servidor de páginas Web da Internet. Será dado um exemplo de uma máquina cliente de um provedor local em Campinas solicitando páginas ao servidor do Youtube, hospedado na rede da Google nos EUA:

1. Primeiramente, o cliente (usuário da Internet) em sua máquina pessoal (ou no próprio *modem*, do cliente dependendo da configuração) terá um aplicativo onde ele deverá inserir seu usuário e senha para a devida autenticação em seu provedor de Internet, identificando assim, o cliente dentro da rede do provedor/operadora. Através de um Protocolo específico, chamado PPPoE (*Point-to-Point Protocol over Ethernet*), uma solicitação de autenticação contendo o usuário e senha do cliente é enviada até o servidor de autenticação, que verificará se o usuário e senha são válidos. No caso dos dados serem inválidos, o cliente receberá uma mensagem informando que não foi possível a autenticação. Caso contrário, o cliente receberá um endereço IP e poderá iniciar a navegação na Internet.
2. Depois disto, o cliente digita em seu *Web Browser* a página de interesse, como por exemplo <http://www.youtube.com>. Esta aplicação fará um questionamento ao servidor de DNS mais próximo para que ocorra a resolução do nome www.youtube.com para um endereço IP. Os equipamentos das redes na Internet só funcionam através da leitura de números IP presentes nos pacotes e nunca lendo um nome.
3. Após a tradução ocorrer, a requisição da página é encaminhada ao servidor de destino, neste caso, para o servidor do Youtube. Esta requisição, na prática, pode ser um ou mais pacotes IP na rede, com os dados solicitados nele encapsulados (por exemplo, a informação de nome da página, protocolo a ser usado, etc.). Estes pacotes são lançados na rede, contendo a informação do endereço IP de destino (dentre outras informações). No caso do servidor que responde pela página www.youtube.com, o endereço que será informado pelo servidor de DNS é o 74.125.45.91, que será utilizado nos pacotes IP como endereço de destino.
4. O(s) pacote(s) IP viaja(m) por várias redes (diversos sistemas autônomos), passando por vários roteadores (ou saltos) até chegar ao destino. A quantidade de saltos que o pacote IP viaja e o caminho que este pacote segue são dependentes de onde a máquina do cliente está na rede da operadora, e de onde está o servidor na rede de destino. O servidor de destino pode estar em uma rede dentro da operadora, pode estar em outra rede nacional ou ainda em outra rede internacional. Como exemplo, um pacote saindo de uma máquina cujo acesso é provido por um provedor local em Campinas até o site do Youtube nos EUA, passa por 12 roteadores no total, e por 4 redes diferentes;
5. A máquina de destino, neste caso o servidor do Youtube, recebe e processa os pacotes de requisição, e gera uma resposta através de novos pacotes que levarão o conteúdo requisitado e viajarão no sentido inverso (do Youtube até a máquina em Campinas), passando novamente por muitas redes e por muitos roteadores, até chegar novamente na máquina que inicialmente requisitou a página.

Estima-se que a maior parte do tráfego de Internet da América Latina está relacionado ao acesso a servidores de conteúdo localizados em outros continentes (principalmente América do Norte, ou seja, fora do controle das operadoras de rede nacionais). Essa estimativa baseia-se no fato de que 75% da capacidade instalada para o tráfego de internet na América Latina e Caribe, cerca de 2 Tbps, atende a rotas inter-regionais conectando essas regiões a América do Norte¹. Isto significa que a maioria dos pacotes

¹ Fonte: 2010 *Global Internet Map*, editado por TeleGeography.

gerados na América Latina passa por enlaces e redes internacionais. Tais enlaces recebem um grande volume de dados, agregados de várias outras redes e clientes.

Portanto, entre a solicitação de um conteúdo por um usuário da Internet e o seu recebimento (após o retorno de um servidor solicitado), pacotes IP viajam por todos os elementos da Internet descritos no cenário, passando por vários pontos onde pode ocorrer falhas ou gargalos. Cada ponto enumerado na Figura 1 pode potencialmente ser um **ponto de falha ou de gargalo na Internet**, explanado a seguir:

- **Ponto (1) - Máquina do usuário da Internet no cliente:** A máquina do usuário no cliente de um provedor pode ter problemas, como:
 - Hardware antigo, com pouca capacidade de processamento e pouca memória, o que pode ocasionar sensação de lentidão para o usuário;
 - Sistema operacional antigo, ou sem correções de segurança disponibilizado pelo distribuidor deste sistema, ou ainda incompatível com o hardware da máquina, tornando-a mais lenta para processar todos os dados locais e da Internet;
 - Configurações do sistema operacional alteradas e mal feitas;
 - Vírus, robôs, cavalos de tróia ou outros programas indesejáveis que são muito comuns hoje na Internet, que causam problemas de segurança. Estes programas ilícitos podem entrar nas máquinas sem o usuário perceber, e isto faz o sistema se tornar bastante lento e a sensação do usuário será de uma máquina e uma rede extremamente lenta, mas a causa é a própria máquina;
 - Placa de rede da máquina pode ser antiga, trabalhando a velocidades menores do que as usuais atualmente. Por exemplo, atualmente é comum as novas máquinas virem com placas de rede de 100 Mbps ou 1000 Mbps. Porém, ainda existem máquinas com placas de 10 Mbps que possuem um funcionamento bastante limitado quando comparado às novas placas;
 - Aplicativos como navegadores da Internet antigos ou mal configurados, que pode ocasionar indisponibilidade nas conexões, ou lentidão.

- **Ponto (2) - Infraestrutura de rede interna do cliente:** A máquina do usuário da Internet no cliente pode estar ligada diretamente a um equipamento roteador ou modem disponibilizado pela operadora e que se liga ao cabeamento da operadora, ou ainda a um equipamento comprado pelo cliente. A máquina também pode estar atrás de uma infraestrutura de rede interna do cliente, com vários equipamentos e estes estarem ligados ao equipamento de borda do cliente, que se liga ao cabeamento da operadora. Todos estes elementos são de responsabilidade do cliente, desde a manutenção do hardware até a configuração. Quando o equipamento de borda que se liga ao cabeamento é disponibilizado pela operadora, o mesmo não deve ter sua configuração alterada pelo cliente, pois pode causar uma configuração errada e que pode prejudicar o desempenho da rede. Sendo assim, podem-se citar alguns exemplos de problemas dentro da rede do cliente:
 - Configuração de equipamentos feita de forma errônea;

- Equipamentos não confiáveis ou qualificados ou com “bugs” instalados na infraestrutura, tais como roteadores WiFi, hubs, switches, etc.
- Cabeamento interno mal confeccionado;
- Equipamento de borda que se liga ao cabeamento da operadora pode estar sobrecarregado, com um grande volume de pacotes a serem processados, o que causa demora no encaminhamento dos mesmos ou até mesmo o descarte destes pacotes;
- A quantidade de informações a serem encaminhadas para a Internet pode ser maior do que a velocidade contratada do enlace de acesso.
- **Ponto (3) - Rede externa:** o enlace entre cliente e operadora, pode usar cabo (de cobre, coaxial, fibra óptica) ou rede sem fio. Alguns problemas da rede externa são:
 - O cabo de cobre, coaxial ou de fibra entre o cliente e a operadora/provedor pode ter problemas físicos com o tempo (em postes ou em dutos) e a manutenção é feita pela operadora;
 - Interferências e ruídos no cabo de cobre, cabo coaxial, e atenuação em cabos de fibra;
 - Quando o acesso é sem-fio, podem ocorrer problemas como obstrução de sinal por mudanças das condições de propagação, surgimento de sinais interferentes, degradação do sistema de transmissão, etc.
- **Pontos (4) e (5) - Equipamento concentrador da operadora:** na operadora existe o equipamento concentrador de vários acessos de clientes, por exemplo, o DSLAM quando o acesso é via ADSL. Alguns problemas neste equipamento podem ocorrer, como gargalos no encaminhamento dos pacotes para a rede de dados, conforme exemplificado a seguir:
 - Quando o volume de pacotes a serem encaminhados é maior do que a capacidade do enlace de saída, ou seja, que liga este equipamento ao roteador da rede de dados da operadora. Como exemplo, imagine 1000 clientes com acesso a 2 Mbps chegando neste concentrador. Se todos os clientes usarem 100% da velocidade ao mesmo tempo, a velocidade do enlace de saída do concentrador precisaria ser 1000 x 2Mbps, ou seja, 2000 Mbps (2 Gbps). Porém, este enlace pode não ter a velocidade de 2 Gbps, o que ocasionaria o gargalo na rede neste momento.
 - *Geralmente, o enlace de saída do concentrador não equivale a soma de todas as velocidades de acesso dos usuários, já que a probabilidade de todos usarem 100% da velocidade simultaneamente é muito pequena, pois o uso não é linear e sim estatístico. Por isto, é factível que este enlace tenha velocidade menor do que esta soma citada;*
 - *O termo usado quando há este tipo de situação, onde a saída do concentrador é menor do que a soma de todas as velocidades de acessos dos clientes, é o “oversubscription”, comum em todas as*

redes, com diferentes graduações. Esta técnica pode ocasionar gargalos na Internet em determinados momentos, dependendo da situação. Cabe à operadora dimensionar adequadamente sua capacidade de transmissão, compatível com a sua oferta de serviço.

- **Pontos (6), (7), (8), (9), (10), (11) e (12) - Roteadores e enlaces da rede de dados de uma operadora (sistema autônomo):** Os “roteadores internos” de uma operadora podem ser de diferentes fabricantes, ter portes e capacidades diferentes e se conectar a outros roteadores com enlaces de velocidades diferentes. Cada operadora (ou sistema autônomo) tem seu parque de equipamentos, independente de outra operadora. Além disso, os recursos de rede (protocolos) configurados devem estar configurados adequadamente, de acordo com políticas internas da operadora. Há também os “roteadores de borda” da rede, que se interconectam com outras redes, nacionais ou internacionais. Estes roteadores terão um (ou mais) enlace(s) de conexão a outro(s) roteador(es) de outra(s) operadora(s), com determinada capacidade, onde pode ocorrer também “*oversubscription*”. Também há a configuração destes roteadores, que deve ser realizada com informações acordadas entre as outras operadoras. Os problemas que podem ocorrer nesta infraestrutura são:
 - Quedas de enlaces entre roteadores, gerando um reajuste entre os roteadores para encontrar novos caminhos de encaminhamento. Isto é chamado de “tempo de convergência” do protocolo de roteamento, que pode causar perda de pacotes momentaneamente na rede;
 - Congestionamento nas filas de entrada e de saída usadas para os roteadores processarem e encaminharem os pacotes IP. Quando isto ocorre, pode ocorrer descarte ou atraso no encaminhamento dos pacotes, ocasionando lentidão na rede. Isto pode ocorrer devido ao “oversubscription” nos enlaces, conforme explanado anteriormente.
 - Enlaces internacionais das operadoras podem ficar engargalados dependendo da hora do dia ou da época do ano, mediante o grande volume de dados de muitos clientes passando por esta saída. Cabe a operadora dimensionar adequadamente sua capacidade de transmissão, compatível com a sua oferta de serviço.
- **Pontos (13), (14) e (15) - Servidores de conteúdo no destino e de controle no provedor:** os servidores de controle (DNS, DHCP, autenticação) no provedor, fornecem informações e autenticação ao usuário para a correta navegação na Internet. Na rede de destino, ou seja, em uma empresa, em uma universidade ou instituição, em um domicílio ou em uma operadora ou provedor, existem os servidores de conteúdo, por exemplo, servidores de páginas Web. Neste cenário, podem ocorrer os seguintes problemas:
 - Configuração nos servidores;
 - Hardware antigo, com pouca capacidade de processamento e pouca memória, o que pode gerar lentidão no processamento das requisições dos usuários;

- Sistema operacional antigo, ou sem correções de segurança disponibilizado pelo distribuidor deste sistema, ou ainda incompatível com o hardware da máquina, tornando a máquina mais lenta para processar as requisições;
- Configurações do sistema operacional alteradas e mal feitas;
- Vírus, robôs, cavalos de tróia ou outros programas indesejáveis, ocasionando grande lentidão no processamento das requisições;
- Placa de rede da máquina pode ser antiga, trabalhando a velocidades menores do que as usuais atualmente. Geralmente, os servidores possuem placas com grande velocidade, usualmente 1 Gbps. Porém, isto não é garantido, e o fato da placa de rede ter uma velocidade menor pode se tornar um gargalo na rede.
- Os servidores estarão em uma rede interna da empresa ou local que os hospeda. Os elementos desta rede (roteadores, switches, enlaces, etc.) podem apresentar falhas ou congestionamentos, criando mais gargalos na rede como um todo.

Percebe-se que uma conexão à Internet pode envolver um conjunto de redes de operadoras distintas, nacionais ou internacionais, englobando diversos equipamentos e diferentes infra-estruturas de interligação desses equipamentos, que dependendo das suas condições de instalação e configuração podem afetar substancialmente a qualidade e a velocidade de navegação na rede.

Como já apresentado, os problemas e gargalos que ocorrem nas demais redes da Internet, distintas da prestadora que oferta o serviço de acesso à banda larga à Internet, bem como nos servidores de conteúdo e no ambiente do assinante do serviço de acesso em banda larga, fogem do controle das operadoras. As mesmas são responsáveis por garantir o desempenho de seu sistema autônomo, ou seja, seu parque de equipamentos, enlaces, servidores e sistema.

É importante ressaltar que para as ofertas de banda larga em massa, para o acesso à Internet não é usual que as operadoras garantam Qualidade de Serviço (QoS) para aplicações específicas, mediante as características intrínsecas ao funcionamento da Internet.

Diferentemente da banda larga em massa, pensando-se em aplicações especiais e serviços configurados na rede da operadora para certos clientes que contratam serviços diferenciados, essa rede deve ser configurada para distinguir as classes das aplicações e atender aos limites dos parâmetros de QoS que cada classe demanda. Os parâmetros de QoS que influenciam na qualidade e na viabilidade do uso das aplicações, são:

- *Vazão (throughput)*: quantidade de dados transmitido em um determinado período de tempo;
- *Atraso (delay)*: tempo necessário para encaminhar um pacote da origem para o destino;
- *Perda de Pacotes*: quantidade de pacotes descartados;

- Variação do atraso (*jitter*): variação do atraso no encaminhamento de um fluxo de dados da mesma origem para um mesmo destino.

O não atendimento destes parâmetros pode inviabilizar o uso de aplicações que são muito sensíveis, por exemplo, ao atraso ou ao *jitter*, tais como aplicações de voz e vídeo. Os mecanismos para a implementação de QoS, quando utilizados nas redes das operadoras, utilizam o conceito de classes de serviço. Uma classe de serviço é uma forma de agrupar aplicações que possuem requisitos de parâmetros de Qualidade de Serviço semelhantes.

Neste caso, os pacotes IP são classificados, baseados em informações presentes no próprio pacote, marcados e encaminhados no núcleo da rede com base nesta marcação. As classes de serviço são tratadas no encaminhamento pela rede de forma diferenciada de acordo com a sua prioridade e sensibilidade.

Os protocolos padronizados para implementação de QoS são: o DiffServ, definido pelo IETF (*Internet Engineering Task Force*) e o 802.1p padronizado pelo IEEE. Além disso, todas as operadoras têm utilizado no núcleo de sua rede o protocolo MPLS (*Multiprotocol Label Switching*) que apresenta algumas vantagens como a possibilidade de segregação lógica do tráfego de clientes por meio de Redes Virtuais Privadas (VPNs – *Virtual Private Networks*).

O MPLS trabalha em conjunto com o DiffServ para o oferecimento de QoS, com a restrição de implementação de apenas 8 classes de prioridades no núcleo da rede, por suas características técnicas. Este protocolo não é utilizado para o mercado de massa, que utiliza a forma mais comum de encaminhamento de pacotes, sendo utilizado para o oferecimento de serviços para o mercado corporativo, como por exemplo, para a interligação de uma matriz às suas filiais. Neste caso, o tráfego dos clientes é encaminhado em um ambiente controlado, isto é, somente na infraestrutura de rede da operadora que oferta o serviço ao cliente. Como no mercado de banda larga em massa existem muitos usuários requisitando dados para múltiplos destinos diferentes, e com aplicações completamente diferentes, em múltiplas redes, não restrita a infraestrutura de rede da operadora que oferta o acesso, torna-se difícil a utilização desta tecnologia para este mercado.

Apesar das técnicas de implementação de QoS estarem bem padronizadas e definidas, a qualidade da aplicação só é obtida se houver o oferecimento de QoS fim-a-fim. Este é um fator agravante do oferecimento de QoS em acessos de banda larga. Enquanto os dados do usuário estiverem trafegando pela infraestrutura de rede controlada por determinada operadora, é possível a monitoração dos parâmetros e a implementação de técnicas para a melhoria de desempenho. Porém, uma vez que estes dados forem transportados para fora desta rede (por mais de uma rede), são necessários acordos entre operadoras para que os mesmos requisitos de desempenho sejam atendidos em todos os trechos até chegar ao destino final.

Isto é algo que não ocorre atualmente na chamada “Internet”, constituída da interligação de muitas redes mundiais independentes, que interconectam seus equipamentos através dos chamados “links” (ou enlaces físicos). Estes enlaces utilizam um determinado tipo de meio de transmissão (cabo de cobre, fibra óptica, ar, etc.) e determinado(s) Protocolo(s), associado(s) à tecnologia do enlace em questão, que pode ser fixa ou móvel.

No órgão de padronização ITU-T (*International Telecommunication Union*), o Grupo de Estudo (SG - *Study Group*) 12 é o grupo líder em Desempenho e Qualidade de Serviço (QoS) e Qualidade Experimentada (QoE). Recentes realizações desse grupo incluem

muitos padrões novos e revisados sobre planejamento e *deployment* de redes IP. Um foco especial é dado à interoperabilidade, para assegurar satisfação fim-a-fim do usuário.

Tópicos de estudo recentes incluem o desenvolvimento de ferramentas de software que permitam o modelamento de configurações de redes e terminais e a predição do impacto nos serviços prestados ao usuário. Um modelo para predição de qualidade de voz foi desenvolvido, enquanto modelos para multimídia e voz de banda larga estão em desenvolvimento.

Várias questões estão em análise neste grupo de estudo como:

- Questão 11 do SG 12 – Interfuncionamento de Desempenho e Gerenciamento de Tráfego para Redes de Próxima Geração;
- Questão 13 do SG 12 – Requisitos de Desempenho e Métodos de Avaliação da Qualidade Experimentada (QoE) e da Qualidade de Serviço (QoS) em Multimídia;

No que se diz respeito à tecnologia celular, no que tange a sua rede de acesso que possibilita a conexão do usuário de banda larga à rede IP da prestadora e daí a todas as redes que dão suporte à Internet, por características intrínsecas ao seu modo de funcionamento, ela está sujeita a variáveis que implicam em dificuldades adicionais para o controle da qualidade de serviço oferecida a seus usuários.

Situações que envolvem, por exemplo, deslocamentos do usuário passando por diferentes áreas com características de cobertura distintas, são grandes desafios para a manutenção de uma determinada condição de desempenho da comunicação e, por conseguinte, de qualidade de serviço.

O sistema celular de terceira geração (3G) permite, através de mapeamento de parâmetros e controle de recursos, prover controle de QoS. Apesar dessa possibilidade, muitas vezes esse controle de QoS pode esbarrar nas limitações impostas pela capacidade da rede de acesso.

Quando um usuário muda de uma área para outra, ele pode não mais encontrar todos os recursos disponíveis da área de cobertura anterior. Desta forma, no sistema 3G, são negociados novos parâmetros de QoS a cada movimentação do usuário. Isso pode implicar numa redução de velocidade de transmissão pela não disponibilidade de recursos na nova área em que se encontra o usuário.

Através de simulações² realizadas, observou-se que a velocidade média percebida pelo usuário do sistema celular 3G é bem inferior à velocidade máxima a que a tecnologia pode atingir em condições ideais de funcionamento. A velocidade média pode cair para algo em torno de 20% da velocidade máxima.

Uma alternativa para aumentar a velocidade de transmissão de dados oferecida, no caso de áreas com grande concentração de usuários, seria aumentar o número de células. Isso, porém, em alguns casos pode aumentar a interferência entre as células devido à sua

² Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Sköld and Per Beming, *3G Evolution – HSPA and LTE for Mobile Broadband*

proximidade, causando degradação do sistema e redundando na verdade em diminuição da velocidade de dados oferecida por setor.

Outra maneira de aumentar a velocidade de transmissão de dados é a utilização de largura de espectro maior por parte dos canais de comunicação. Mas para isso pode ser necessário o aumento da banda de espectro atualmente alocada para o serviço móvel celular.

As velocidades de transmissão de dados que a rede celular pode oferecer aos usuários variam muito com as condições de tráfego. Usuários que estejam em ótimas condições de recepção percebem velocidade de transmissão de dados muito maior do que usuários em pontos com baixo nível de sinal. É bastante difícil de se oferecer, para toda a área de cobertura da célula, uma velocidade de transmissão garantida próxima à velocidade máxima nominal atingida por uma estação base. Isso se deve às condições de propagação e interferência a que estão sujeitas as ondas de rádio.

Essas características dos sistemas móveis celulares são fatores a serem considerados na definição de nível de qualidade de serviço a ser oferecido aos usuários. Além disso, outros fatores relacionados à qualidade da rede também poderiam ser observados, tais como taxa de queda de conexão e velocidade média de transmissão tomada durante um certo período de utilização. Isso deve ser analisado criteriosamente através de um estudo mais elaborado.

3 Considerações Finais

Como considerações finais, podemos destacar:

- Alguns motivos importantes que dificultam a garantia de velocidades para serviços de banda larga Fixa são:
 - Velocidade dependente da distância entre concentrador e cliente. Quanto maior a distância entre central e assinante, mais baixa é a velocidade;
 - Equipamentos não têm implementado mecanismos de Qualidade de Serviço para banda larga em massa;
 - Pacotes podem sofrer atrasos ou serem descartados entre a origem e o destino;
 - Enlaces podem sofrer congestionamentos durante períodos do dia.
- Alguns motivos importantes que dificultam a garantia de velocidades na banda larga Móvel são:
 - Deslocamentos do usuário passando por diferentes áreas com características de cobertura distintas podem implicar em redução de velocidade de transmissão pela não disponibilidade de recursos na nova área em que se encontra o usuário;
 - As velocidades de transmissão de dados que a rede celular pode oferecer aos usuários variam muito com as condições de tráfego;
 - Usuários que estejam em ótimas condições de recepção percebem velocidade de transmissão de dados muito maior do que usuários em pontos com baixo nível de sinal;
 - Fatores como a velocidade em que o usuário está se deslocando e a distância da estação radio base afetam o desempenho do sistema.
- Há limitações tecnológicas, tanto na rede fixa quanto na rede móvel. Além disso, as interconexões de redes existentes hoje na Internet impedem que haja garantias em qualidade e em velocidade de acesso;
- Estão sendo desenvolvidos estudos para implementar Qualidade de Serviço com escopo fim-a-fim e para monitorar a qualidade pelo ITU (Grupo de Estudo 12) e pelo IETF, para que futuramente a Internet tenha um patamar de qualidade bastante diferenciado. Hoje tais estudos não têm implementações difundidas no mercado global;
- Para o mercado de banda larga em massa, contratos de operadoras nacionais e internacionais indicam uma oferta da velocidade máxima que o usuário pode obter e esta velocidade pode ser menor e sofrer variações de acordo com as condições da rede em determinados períodos do dia. Neste contexto, tecnicamente as ofertas das operadoras nacionais estão aderentes às praticadas em outros países;

- Mecanismos de QoS podem atualmente ser implantados (ou já estar implantados) nas redes das operadoras, mas a garantia da qualidade ocorrerá apenas internamente à rede, o que não acontece quando uma aplicação de usuário demanda comunicação com outras redes fora da operadora. Esta é a característica da Internet de hoje, e o que mais ocorre é a comunicação do usuário com redes fora do domínio da operadora que oferece o acesso;

Por fim, mediante este cenário onde qualidade e velocidade são pontos diretamente afetados por todos os elementos da Internet, algo a ser avaliado seria a realização de estudos de novas formas de oferecimento de serviços de banda larga em massa.

4 Referência bibliográfica

- [1]. Luciano Martins, Adelmo A. Avancini, Nadia A. Nassif, Jadir A. da Silva, José M. M. Rios, Fernando Basseto, ***Estudo sobre as condições de oferta dos serviços em banda larga***, 27/julho/2010

5 Histórico de versões deste documento

Data de emissão	Versão	Descrições das alterações realizadas
27/07/10	AA	Resumo Executivo

6 Execução e aprovação**Executado por:**

Adelmo Alves Avancini

Fernando Basseto

Jadir Antonio

José Manuel Martin Rios

Luciano Martins

Nadia Adel Nassif

Aprovado por:

João Luiz Mercante
Gerente
Gerência de Tecnologia em Redes de Telecomunicações

Data da emissão: 27/07/2010