

**AULA 05 – Parâmetros de Desempenho - V. 01/06**

**1. Facilidade de escalonamento**

Refere-se ao nível de crescimento que um projeto de rede tem que permitir. Um projeto de rede deve se adaptar ao aumento de número de usuários, aplicativos, servidores, instalações e conexões de redes externas. A visão de crescimento deve alcançar pelo menos os próximos 2 anos.

**2. Disponibilidade**

Refere-se ao tempo durante o qual uma rede está disponível para os usuários. Significa a proporção de tempo que a rede está operacional. A disponibilidade está vinculada à redundância, confiabilidade (precisão, taxas de erros, estabilidade e período de tempo entre falhas), resiliência e à recuperação de desastres.

Pode ser expressa em percentual (por exemplo, 99,95%), mas deve ainda especificar em que período deve ocorrer o tempo de inatividade (por exemplo, durante as 24h do dia ou é mais suportável durante o período noturno), deve especificar uma unidade de tempo (por exemplo, 3h por mês) e se o período de inatividade pode estar disperso (por exemplo, 30 minutos de inatividade por semana pode não ser suportável, mas 10,7 segundos por hora pode ser suportável, mas significam o mesmo período de inatividade semanal).

Pode ainda ser definida em termos do MTBF (Tempo Médio entre Falhas) e do MTTR (Tempo Médio para Reparo).  $D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ . A meta de MTBF típica para uma rede altamente confiável é 4.000 horas ou 167 dias. A meta de MTTR típica é de 1 hora. O que daria uma disponibilidade de 99,98% para uma rede de missão crítica. A meta de disponibilidade pode ser diferente para os diversos segmentos da rede.

### **3. Desempenho**

As metas de desempenho podem ser definidas por meio de um ou mais dos seguintes parâmetros:

#### **3.1. Capacidade ou largura de banda**

É a capacidade de transporte de dados de um circuito ou uma rede, normalmente medida em bits por segundo [bps].

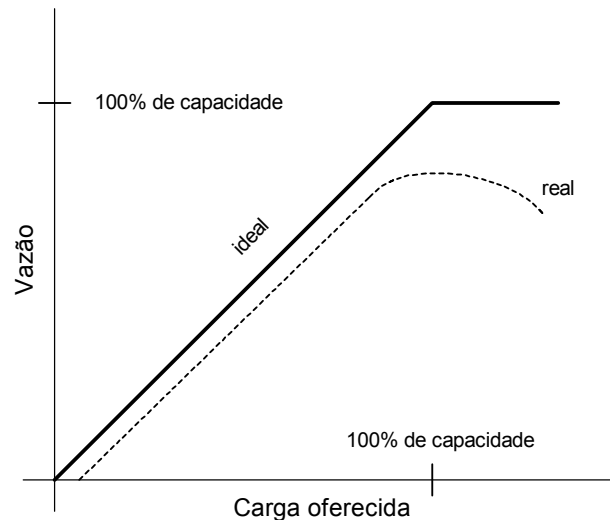
#### **3.2. Utilização**

É a porcentagem em uso da capacidade total disponível. A utilização ótima é a máxima utilização média antes de a rede ser considerada saturada. Uma regra típica para a rede Ethernet compartilhada determina que a utilização média não deve exceder 37%. Acima deste limite a rede começa a entrar na região de saturação.

No caso das redes Token Ring e FDDI uma meta típica para utilização média ótima da rede é 70%. O mesmo limite pode ser utilizado para segmentos de redes WAN.

#### **3.3. Vazão**

É a quantidade de dados, isentos de erros, transferidos com sucesso entre dois nós da rede, por unidade de tempo, normalmente segundos. Em condições ideais a vazão deve ser igual à capacidade, porém este não é o caso em redes reais. Teoricamente a vazão deve aumentar à medida que a carga oferecida cresce, até o máximo da capacidade total da rede. Mas na prática, a vazão da rede depende do método de acesso, da carga na rede e da taxa de erros. Ver Figura 1.



**Figura 1 – Carga oferecida e vazão**

É comum a especificação da vazão em redes Ethernet em termos de PPS (pacotes por segundo) ou CPS (células por segundo) nas redes ATM. Como exemplo, vamos considerar uma rede Ethernet com o tamanho do frame igual a 1.518 octetos. Para este caso, o número máximo de PPS em um fluxo Ethernet, é de 812 PPS. Para um switch Cisco modelo Catalyst 5000 com 30 portas, o fluxo máximo teórico de PPS é de  $812 \times 30 = 24.360$ .

### **3.4. Carga oferecida**

É o somatório de todos os dados que todos os nós de rede estão prontos para enviar em um determinado momento.

### **3.5. Precisão**

É a proporção do tráfego útil transmitido corretamente, em relação ao tráfego total. As causas típicas de erro são:

- Surtos ou picos de energia;

**Disciplina: Projeto e Construção de Redes - 3º período**  
**AULA 05 – Parâmetros de Desempenho - V. 01/06**

- Problemas de incompatibilidades de impedância;
- Conexões físicas de má qualidade;
- Dispositivos defeituosos;
- Ruído causado por equipamento elétrico;

Frames contendo erros devem ser retransmitidos, e isso tem um efeito negativo sobre a vazão. No caso de redes IP, o TCP proporciona a retransmissão de dados.

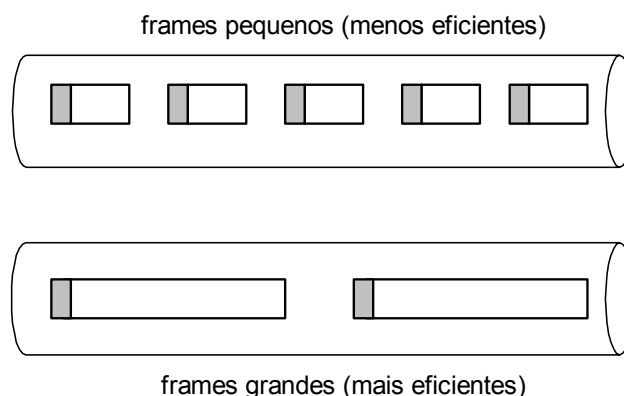
Para links WAN as metas de precisão podem ser especificadas sob a forma de um limite de taxa de erros de bits – BER (*bit error rate*). Os links digitais com meio de transmissão de cobre apresentam BER de 1 em  $10^6$ . Os links de fibra ótica apresentam um BER de 1 em  $10^{11}$ .

Para LANs normalmente não é especificado uma BER, principalmente pelo fato das ferramentas de medição, como analisadores de protocolos, ter seu foco em *frames* e não em bits. Um bom limiar a ser utilizado é o fato de que não deve haver mais de um frame com erro para cada  $10^6$  octetos de dados transmitidos.

### **3.6. Eficiência**

É uma medida do esforço necessário para produzir uma certa quantidade de vazão de dados. A eficiência da utilização da largura de banda por *frames* grandes é maior do que a utilização desta mesma largura de banda por *frames* pequenos, por causa de um maior número de cabeçalhos e intervalos entre *frames*.

**Disciplina: Projeto e Construção de Redes - 3º período**  
**AULA 05 – Parâmetros de Desempenho - V. 01/06**



**Figura 2 – Eficiência x tamanho do frame**

### **3.7. Retardo ou latência**

Qualquer meta relativa ao retardo deve levar em consideração a física fundamental. Um sinal em um cabo ou uma fibra ótica viaja a aproximadamente 2/3 da velocidade da luz no vácuo, ou seja, 200.000km/s. Os satélites geoestacionários estão em órbita acima da Terra a uma altura de cerca de 36.000 km. Esta distância longa leva a um retardo de cerca de 270 ms para um salto de comunicação via satélite.

O retardo de comutação de pacotes/frames também pode incluir o retardo de enfileiramento. O número de pacotes em uma fila de um dispositivo de comutação de pacotes/frames aumenta exponencialmente à medida que cresce a utilização. A regra básica geral para a profundidade de uma fila é:

$$\text{Profundidade da fila} = \text{utilização} / (1 - \text{utilização})$$

Por exemplo, um switch de WAN com 5 usuários conectados, cada um transmitindo frames a uma taxa de 10 pacotes por segundo, com comprimento

**Disciplina: Projeto e Construção de Redes - 3º período**  
**AULA 05 – Parâmetros de Desempenho - V. 01/06**

médio do frame de 1.024 bits, precisando transmitir seus dados sobre um circuito de WAN de 56kbps:

Carga =  $5 \times 10 \times 1.024 = 51.200$  bps

Utilização =  $51.200 / 56.000 = 91,4\%$

Número médio de frames na fila =  $(0,914) / (1 - 0,914) = 10,6$  frames

Aumentando a largura de banda em um circuito de WAN pode-se diminuir a profundidade da fila e conseqüentemente reduzir o retardo.

### **3.8. Variação do retardo**

Variações no retardo, denominadas *jitter*, causam interrupções na qualidade de voz e saltos nos fluxos de vídeo. Células de comprimento fixo e curto, como por exemplo, células ATM (53 octetos) são melhores do que os frames Ethernet (1518 octetos) para atender às metas de retardo e variação do retardo.

### **3.9. Tempo de Resposta**

É a meta de desempenho de rede com que os usuários mais se preocupam. Os usuários começam a perceber que estão esperando a resposta da rede após um tempo de 100ms. Para a transferência de grandes arquivos ou de páginas gráficas da Web, os usuários estão dispostos a esperar pelo menos 10 a 20 segundos.

### **3.10. Segurança**

A principal exigência de segurança de um cliente é proteger os recursos, impedindo que eles sejam incapacitados, roubados, alterados ou danificados. Os recursos podem incluir servidores, sistemas de usuários, dados de aplicativos e a imagem da empresa. As seguintes metas podem ser incluídas:

**Disciplina: Projeto e Construção de Redes - 3º período**  
**AULA 05 – Parâmetros de Desempenho - V. 01/06**

- Permitir que usuários externos (clientes, fabricantes, fornecedores) tenham acesso aos dados em servidores públicos da Web ou de FTP, mas não tenham acesso a dados internos;
- Autorizar e autenticar usuários de filiais, usuários móveis e pessoas que trabalham em casa;
- Detectar intrusos e isolar a proporção de danos que eles produzem;
- Autenticar atualizações de tabelas de roteamento recebidas de roteadores internos ou externos;
- Proteger dados transmitidos para sites remotos através de uma VPN;
- Proteger física e logicamente servidores e dispositivos de interligação de redes;
- Proteger aplicativos e dados contra vírus;
- Treinar usuários e administradores de redes em segurança;
- Implementar direitos autorais.

#### **4. Facilidade de Gerenciamento**

A terminologia da ISO pode ser utilizada para ajudar a estabelecer as metas de gerenciamento da rede:

- **Gerenciamento de falhas:** detectar, isolar e corrigir problemas; relatar problemas a usuários finais e a administradores de rede; localizar tendências relacionadas a problemas; (quase todas as redes necessitam);
- **Gerenciamento de configuração:** controlar, operar, identificar, e coletar dados dos dispositivos gerenciados; (quase todas as redes necessitam);
- **Gerenciamento de desempenho:** análise do comportamento do tráfego e de aplicativos para otimizar uma rede, atender a acordos do nível de serviço e planejar visando a expansão; (muitas redes necessitam);

**Disciplina: Projeto e Construção de Redes - 3º período**  
**AULA 05 – Parâmetros de Desempenho - V. 01/06**

- **Gerenciamento de segurança:** monitorar e testar normas de segurança e proteção, manter e distribuir senhas e outras informações de autenticação e autorização, gerenciar chaves de criptografia, auditar a adesão a normas de segurança; (muitas redes necessitam);
- **Gerenciamento de contabilidade:** contabilizar a utilização da rede para alocar custos a usuários da rede e/ou planejar mudanças nos requisitos de capacidade. (algumas redes necessitam);

## **5. Facilidade de uso**

Enquanto a facilidade de gerenciamento pretende tornar mais fácil o trabalho dos administradores de rede, a facilidade de uso pretende facilitar o trabalho dos usuários da rede. Por exemplo, normas severas de segurança podem ter efeito negativo sobre a facilidade de uso.

## **6. Facilidade de adaptação**

É a possibilidade de integração fácil com novas tecnologias do futuro e a facilidade de se adaptar a mudanças sob a forma de novos protocolos, novas práticas de negócio ou nova legislação. Um projeto de rede flexível também é capaz de se adaptar a padrões de tráfego variáveis e a requisitos de qualidade de serviço (QoS). Um outro aspecto da facilidade de adaptação é a rapidez com que os dispositivos de interligação de redes devem se adaptar a problemas e atualizações.

## **7. Viabilidade**

A meta principal de viabilidade é transportar a quantidade máxima de tráfego correspondente a um determinado custo financeiro. Em redes de campus o baixo



**Disciplina: Projeto e Construção de Redes - 3º período**  
**AULA 05 – Parâmetros de Desempenho - V. 01/06**

custo é freqüentemente uma meta primordial. Para redes corporativas, a disponibilidade é normalmente mais importante que o baixo custo.

No entanto os clientes estão procurando maneiras de conter os custos de redes corporativas. Para reduzir os custos de operar uma WAN, as seguintes metas técnicas são normalmente relacionadas à viabilidade:

- Usar um protocolo de roteamento que minimize o tráfego na WAN;
- Usar um protocolo de roteamento que selecione rotas de tarifa mínima;
- Consolidar linhas dedicadas paralelas que transmitem dados e voz para troncos de WAN's menores;
- Selecionar tecnologias para alocação dinâmica de largura de banda;
- Melhorar a eficiência em circuitos de WANs usando recursos como compactação, detecção de atividade de voz (VAD) e supressão de padrões repetitivos (RPS);
- Eliminar troncos sub-utilizados da rede WAN eliminando tanto os custos de circuitos quanto o hardware dos troncos.

O segundo aspecto mais caro do funcionamento de uma rede é o custo de contratar, treinar e manter a equipe que irá operar e administrar a rede. Para reduzir estes custos, deve-se:

- Selecionar equipamentos de interligação de redes fáceis de configurar, operar, manter e administrar;
- Selecionar um projeto de rede que seja fácil de entender e que simplifique a solução de problemas;
- Manter atualizada a documentação da rede para reduzir o tempo de solução de problemas;

**Disciplina: Projeto e Construção de Redes - 3º período**  
**AULA 05 – Parâmetros de Desempenho - V. 01/06**

- Selecionar aplicativos e protocolos de rede que sejam fáceis de usar.

**8. Lista de verificação de objetivos técnicos**

- Documentei os planos do cliente para expandir o número de sites, usuários e servidores durante os próximos dois anos;
- O cliente informou sobre planos para migrar de servidores departamentais para *farms* de servidores ou intranets;
- O cliente informou sobre planos de migrar sua arquitetura de redes para uma arquitetura com vários protocolos;
- O cliente informou sobre planos para implementar uma extranet, a fim de se comunicar com parceiros ou outras empresas;
- Documentei uma meta para a disponibilidade de rede em tempo de atividade percentual e/ou MTBF e MTTR;
- Documentei todas as metas para utilização média máxima da rede em segmentos compartilhados;
- Documentei metas para a vazão da rede;
- Documentei metas para vazão PPS de dispositivos de interligação de redes;
- Documentei metas para precisão e BER aceitáveis;
- Discuti sobre a importância de utilizar estruturas de comunicação de dados grandes para maximizar eficiência;
- Identifiquei todos os aplicativos que têm um requisito de tempo de resposta restritivo que o padrão de mercado de menos de 100 ms;
- Discuti os riscos e os requisitos de segurança de redes;
- Obtive requisitos de facilidade de gerenciamento, inclusive metas para gerenciamento de desempenho, falhas, configuração, segurança e contabilidade;

**Disciplina: Projeto e Construção de Redes - 3º período**  
**AULA 05 – Parâmetros de Desempenho - V. 01/06**

- Trabalhando junto com o meu cliente, desenvolvi uma lista de metas de projeto de rede, inclusive metas de negócio e metas técnicas. As metas críticas estão em evidência;
- Atualizei o diagrama de aplicativos de rede para incluir metas técnicas conforme a Tabela 1.

Nome do aplicativo	Tipo de Aplicativo	Novo Aplicativo [Sim] ou [Não]	Importância	Custo da Inatividade	MTBF Aceitável	MTTR Aceitável	Meta de Vazão	O retardo deve ser menor que:	A variação do retardo deve ser menor que:	Obs

**Tabela 1 – Requisitos Técnicos de Aplicativos de Rede**