

Projeto de Redes

Prof. Thiago Nelson

Projeto de Redes de Computadores

- ***Objetivos Gerais***
- Aprender a projetar redes de computadores de forma a satisfazer os objetivos de negócio e os objetivos técnicos de um cliente.
- ***Objetivos Específicos***
- Aprender a identificar as necessidades e objetivos do cliente
 - Funcionalidade
 - Capacidade
 - Desempenho
 - Disponibilidade
 - Escalabilidade
 - Preço
 - Segurança
 - Gerenciabilidade
- Aprender a desenvolver o projeto lógico de uma rede
- Aprender a desenvolver o projeto físico de uma rede
- Aprender a testar o projeto de uma rede
- Aprender a otimizar o projeto de uma rede
- Aprender a documentar o projeto de uma rede

Introdução

- Empresas estão dependendo cada vez mais de redes
 - Para reduzir o tempo de desenvolvimento e colocação no mercado de produtos, empregados precisam de acesso imediato a mais informação
 - Informação corporativa e departamental
 - Para vender e distribuir produtos em escala mundial, empresas montam:
 - Alianças globais
 - Corporações virtuais
 - Para melhorar a comunicação, novas aplicações surgem
 - E-commerce
 - Videoconferência
 - Telefonia na Internet
 - Empresas estão fundindo suas redes de voz e dados
- Queremos aprender a projetar redes de computadores para satisfazer as necessidades de tais empresas de alcance mundial

Metodologia

- Sem metodologia, o projeto final não tem a mínima chance de satisfazer os requisitos do cliente
 - Funcionalidade
 - Capacidade
 - Desempenho
 - Disponibilidade
 - Escalabilidade
 - Preço
 - Segurança
 - Gerenciabilidade
- A metodologia é estruturada, no sentido de incluir o projeto lógico da rede antes de abordar o projeto físico e abordar requisitos antes de tudo
- A metodologia é iterativa
 - Mais detalhes entram progressivamente no projeto, à medida que se conhece melhor a situação
- Os grandes passos são descritos a seguir

Identificação das Necessidades e Objetivos do Cliente

- Levantamento de requisitos, incluindo
 - Objetivos e restrições do negócio
 - Objetivos e restrições técnicos
- Caracterização da rede existente
- Caracterização do tráfego projetado para a rede
 - Incluindo fluxo, carga e requisitos de QoS (Quality of Service)

Projeto Lógico da Rede

- Desenvolvimento da topologia da rede
 - Pode ser plana ou hierárquica, dependendo do tamanho
- Desenvolvimento de esquemas de endereçamento e naming
- Seleção de protocolos de bridging, switching e roteamento
- Desenvolvimento de aspectos de segurança e gerência

Projeto Físico da Rede

- Seleção de tecnologias e dispositivos para redes de campus
 - Tecnologias Ethernet, Fast Ethernet, ATM
 - Dispositivos: hubs, switches, roteadores, cabeamento
- Seleção de tecnologias e dispositivos para redes corporativas
 - Tecnologias: Frame relay, ATM, ISDN, DSL, linhas discadas
 - Dispositivos: roteadores, switches, servidores de acesso remoto (RAS)

Testes, Otimização e Documentação do Projeto de Rede

- Escrever e implementar um plano de testes
- Implementar uma rede piloto
- Otimizar o projeto da rede
 - Uso de traffic shaping
 - Uso de mecanismos especiais de enfileiramento em roteadores
 - Uso de mecanismos especiais de switching
- Documentar o projeto da rede

Identificação das Necessidades e Objetivos do Cliente

Análise de objetivos de negócio

- Analisar os objetivos de negócio é absolutamente crucial ao sucesso do projeto
 - O projeto final da rede não é analisado em termos de sua beleza ou elegância técnica mas em termos de benefícios para o negócio
- Embora seja tentador para o técnico não se meter em assuntos não técnicos, não se pode pular essa fase
- Segue uma lista do que deve ser descoberto junto ao cliente

1. Conhecendo o negócio do cliente

- Antes de discutir objetivos de negócio com o cliente, é bom entender o negócio
 - O cliente participa de que indústria ou área de serviços?
 - Qual é o mercado do cliente?
 - Quem são os fornecedores e parceiros do cliente?
 - Que produtos e serviços o cliente produz?
 - Que produtos e serviços o cliente utiliza?
 - Quais são as vantagens competitivas do cliente?
- Seu projeto poderá ajudar a melhorar a posição competitiva do cliente

2. Conhecendo a estrutura organizacional do cliente

- Nas primeiras reuniões com o cliente, descubra a estrutura organizacional
 - Quais são os departamentos?
 - Quais são as linhas de negócio?
 - Quais são os parceiros?
 - Onde estão as filiais?
- Seu projeto de rede refletirá provavelmente a estrutura corporativa
 - Identifique os maiores grupos de usuários pois isso afetará o fluxo de tráfego na rede
- Descubra quem são os responsáveis técnicos e financeiros pelo projeto da nova rede
 - Quem tem poder de aceitar ou rejeitar sua proposta de projeto?

3. Identificando o objetivo maior da rede

- Obtenha, em uma única frase, o objetivo maior da nova rede, do ponto de vista do negócio
 - Por que o cliente quer uma nova rede?
 - Para que a rede será usada?
 - Como a rede deve ajudar o cliente no seu negócio?
- Algumas possibilidades de objetivo de negócio para a rede são:
 - Aumentar faturamento e lucro
 - Melhorar a comunicação corporativa
 - Diminuir o time-to-market (ciclo de vida do produto), aumentando a produtividade dos empregados
 - Construir parcerias com outras empresas
 - Expandir a operação a empresa para mercados globais

3. Identificando o objetivo maior da rede

- Mudar o modelo de negócio para se basear numa rede de alcance mundial
- Modernizar tecnologias obsoletas
 - Cuidado! Isso quase nunca é um objetivo de negócio!
 - A tecnologia não muda em função da tecnologia, mas do negócio
- Reduzir custos de telecomunicações e de rede, incluindo overheads de manter redes separadas para voz, dados e vídeo
- Fornecer mais informação a mais gente para que tomem decisões melhores de negócio, mais rapidamente
- Melhorar a segurança e confiabilidade de aplicações e dados de missão crítica
- Melhorar o suporte ao cliente (do cliente)
- Oferecer novos serviços ao cliente (do cliente)

4. Identificando os critérios de sucesso

- Quais são os critérios de sucesso do projeto de rede, do ponto de vista do cliente?
- À luz de quê o cliente vai dizer que a nova rede é bem sucedida?
 - Diminuir os custos operacionais
 - Aumentar o faturamento
 - Construir parcerias
- A resposta pode ser diferente para pessoas diferentes:
 - Diretoria
 - Gerentes operacionais
 - Usuários finais
 - Engenheiros de suporte à rede
- Lembre de formar alianças e comprometer-se internamente para melhorar as chances de sucesso do projeto

5. Identificando as consequências do fracasso

- O que ocorre se o projeto da rede for um fracasso (não for feito, não tiver desempenho adequado, ...)
- Qual é a visibilidade do projeto da rede à alta direção da empresa
- Quais são os efeitos de uma má operação da rede nos aspectos operacionais do negócio?

6. Identificando o escopo da nova rede

- Está-se contruindo uma nova rede ou ampliando uma rede existente?
- Qual é o tipo de rede sendo projetada?
 - Segmento: Uma rede única usando uma tecnologia particular e única de camada 2
 - LAN: Um conjunto de segmentos interconectados com pontes ou switches, normalmente usando uma única tecnologia de camada 2
 - Pode envolver alguns protocolos de camada 3 também
 - Rede de prédio: Múltiplas LANs dentro de um único prédio (grande), normalmente conectadas a um backbone no prédio
 - Rede de campus: Rede abrangendo múltiplos prédios, numa área geográfica limitada, normalmente conectados a um backbone de campus
 - Acesso remoto: Uso de linhas discadas
 - WAN: Rede geograficamente abrangente incluindo conexões ponto-a-ponto, Frame relay, ATM e outras tecnologias de longo alcance
 - Rede corporativa: Grande rede abrangente envolvendo múltiplos campi, serviços de acesso remoto (dial-in ou dial-out) e uma ou mais WANs

7. Identificando as aplicações do cliente que utilizarão a rede

- Decobrir aplicações atuais e futuras
- Uma tabela como mostrada abaixo pode ser preenchida:

Nome da Aplicação	Tipo de Aplicação	Aplicação Nova (Sim/Não)	Criticalidade	Comentários

- **Nome da aplicação** **Tipo de aplicação** **Aplicação nova? (sim/não)** **Criticalidade** **Comentários**
dada pelo usuário **Nome da aplicação:**

Aplicações do usuário

- Correio eletrônico
- Transferência de arquivos
- Compartilhamento de arquivos
- Acesso a bancos de dados
- Groupware
- Desktop publishing
- Web browsing
- Disseminação de informação com tecnologia Push
- Jogos em rede
- Whiteboard eletrônico
- Login remoto
- Calendário
- Diretório on-line (ex. catálogo telefônico)
- Imagens médicas
- Educação à distância
- Videoconferência
- Telefonia na Internet ou na rede corporativa
- Fax na Internet ou na rede corporativa
- Terminais ponto-de-venda (loja de varejo)
- Entrada de pedidos de compra
- Comércio eletrônico
- Relatórios gerenciais
- Modelagem financeira
- Rastreamento de vendas
- Gerência de recursos humanos
- Computer-aided design (CAD)
- Computer-aided manufacturing (CAM)
- Controle de estoque e despacho
- Controle de processos e chão de fábrica
- Telemetria

Aplicações de sistema

- Autenticação e autorização de usuários
- Mapeamento de nomes de hospedeiros
- Boot remoto
- Download remoto de configuração
- Serviços de diretório (naming service)
- Backup via rede
- Gerência de rede
- Distribuição de software

Criticalidade

- usar um número, por enquanto. Mais tarde, pode-se levantar o downtime aceitável
 - 1. Extremamente crítico
 - 2. Mais ou menos crítico
 - 3. Não crítico

Comentários

- qualquer informação relevante. Exemplos:
 - Quando a aplicação deixará de ser usada
 - Quando a aplicação será implantada
 - Planos de uso regional de certas aplicações
 - etc.

Análise de restrições de negócio

- Restrições podem seriamente afetar o projeto de uma rede
- Alguns aspectos são descritos a seguir

Politicagem e políticas (Politics and Policies)

- Não entender certos aspectos políticos da situação do cliente podem comprometer o projeto da rede
 - Fracassos não são devidos exclusivamente a problemas técnicos!
- Escute o que acontece nas reuniões para identificar os seguintes aspectos políticos:
 - Agendas escondidas
 - Guerras de poder
 - Opiniões tendenciosas
 - "Comprometimentos" com certos fornecedores de tecnologia
 - Relações entre grupos
 - Fracassos passados envolvendo um projeto de rede
 - Quais são os gerentes mais comprometidos a favor e contra o projeto?
 - O que esses gerentes têm a ganhar ou perder com o sucesso ou fracasso do projeto
 - Quem deseja ardentemente que o projeto fracasse?
 - Que postos de trabalho serão removidos devido à nova rede?
 - Qual é a tolerância a risco na empresa?
 - Isso afeta se o projeto deve ser conservador ou se pode inovar com tecnologias de ponta

Politicagem e políticas (Politics and Policies)

- Se informe sobre as políticas internas da empresa:
 - Há compromissos com certos protocolos, padrões, fornecedores?
 - Há um entendimento claro sobre o uso de soluções abertas ou proprietárias?
 - Há certas plataformas "aprovadas" na empresa?
 - Há tecnologias já escolhidas e que devem ser incorporadas ao projeto?
 - Há poder descentralizado (em departamentos, p. ex.) sobre a compra de soluções?
- Não ignore detalhes de politicagem ou de políticas!

Aspectos técnicos de recursos humanos

- Se informe sobre as habilidades dos técnicos da empresa
 - Certas empresas não estão prontas para certos tipos de redes complexas

Restrições orçamentárias

- Se informe sobre o orçamento disponível, incluindo:
 - Aquisição de equipamentos
 - Aquisição de licenças de software
 - Contratos de manutenção
 - Contratos de suporte
 - Contratação de novos empregados
 - Identifique a necessidade de novas contratações durante o projeto
 - Treinamento de empregados
 - Identifique a necessidade de treinamento durante o projeto
 - Consultoria
 - Despesas de outsourcing
- Às vezes, você poderá ajudar gerentes a elaborarem uma análise ROI (Return On Investment)
 - Pode ser necessário para aprovar a implantação do projeto
 - Como a rede vai se pagar e em quanto tempo?
 - Pode incluir reduções de custo, melhoras de produtividade, expansão em outros mercados, aumentos de faturamento, etc.

Cronograma

- De forma geral, você não controla o cronograma mas deve se adequar a ele
- Descubra os major milestones* do projeto como um todo
- Opine se achar o cronograma inviável

* Técnica de gestão de projetos que permite o teste da funcionalidade de um novo produto ao longo do projeto, através da definição de pontos de checagem ou marcos de desenvolvimento

Checklist de Objetivos de Negócio

- Você está pronto se poder responder positivamente às seguintes perguntas:
 - Pesquisei a área de negócio e os competidores do meu cliente
 - Entendo a estrutura corporativa do cliente
 - Elaborei uma lista dos objetivos de negócio do cliente, incluindo uma breve descrição do objetivo maior da rede sendo projetada
 - O cliente identificou operações de missão crítica
 - Entendo os critérios de sucesso do cliente e as consequências do fracasso
 - Entendo o escopo do projeto de rede
 - Identifiquei as aplicações de rede do cliente
 - O cliente explicou políticas sobre fornecedores, protocolos e plataformas aprovados
 - O cliente explicou políticas sobre o uso de sistemas abertos versus soluções proprietárias
 - O cliente explicou políticas sobre a distribuição de responsabilidades para o projeto e implantação da rede
 - Conheço o orçamento do projeto
 - Conheço o cronograma do projeto, incluindo major milestones e data final e acredito que seja factível
 - Conheço as habilidades dos técnicos da empresa
 - Discuti as necessidades de treinamento de empregados com o cliente
 - Tenho conhecimento dos aspectos políticos (politicagem) da empresa que poderão afetar o projeto da rede e o sucesso do projeto como um todo

Análise dos Objetivos e Restrições Técnicos

Análise dos Objetivos e Restrições Técnicas

- Analisar os objetivos técnicos do cliente é importante para poder recomendar tecnologias apropriadas para satisfazer o usuário
- Os objetivos técnicos que examinaremos são:
 - [Escalabilidade](#)
 - [Disponibilidade](#)
 - [Desempenho](#)
 - [Segurança](#)
 - [Gerenciabilidade](#)
 - [Usabilidade](#)
 - [Adaptabilidade](#)
 - [Cost-effectiveness](#)
- Também deveremos ver os [tradeoffs](#) entre esses objetivos conflitantes

Escalabilidade

- Escalabilidade refere-se a quanto crescimento um projeto de rede deve suportar
- É um objetivo primário de quase todo projeto de rede
 - Adicionam-se usuários, aplicações, sites e conexões de rede a um ritmo veloz

Planejando para a expansão

- Descubra qual é o crescimento planejado para a rede no próximo ano e nos próximos 2 anos
 - Raramente o cliente sabe mais do que isso
- Faça as seguintes perguntas:
 - Quantos novos sites serão adicionados?
 - Qual será a abrangência da rede em cada novo site?
 - Quantos usuários adicionais acessarão a rede?
 - Quantos hosts (incluindo servidores) serão adicionados?

Fornecendo mais dados a mais gente

- A regra 80/20 diz que 80% do tráfego de uma rede fica na rede departamental, 20% sai do departamento
- Essa regra era válida no tempo em que redes serviam principalmente para compartilhamento de discos e impressoras
- Hoje, a regra está se invertendo, com muito mais acesso a:
 - Servidores corporativos, incluindo a Intranet
 - Web
 - Extranet (permitindo colaboração com parceiros, fornecedores, grandes clientes)
- Mesmo o tráfego departamental pode cruzar o backbone, devido ao uso de Server Farms
 - Devido à centralização, Server Farms simplificam o suporte dado aos servidores
- Como resultado, o papel da Tecnologia de Informação é cada vez mais:
 - "Fornecer mais informação a mais gente, para que tomem melhor decisões de negócio mais rapidamente"
- Os seguintes objetivos técnicos são o resultado:
 - Conectar redes departamentais na rede corporativa
 - Resolver gargalos surgindo como resultado do maior tráfego entre redes
 - Prover servidores centralizados numa server farm
 - Juntar a rede SNA (mainframes IBM) à rede IP corporativa
 - Adicionar novos sites para dar suporte a filiais e a funcionários que trabalham em casa
 - Adicionar novos sites para dar suporte a parceiros, fornecedores, grandes clientes

Restrições da escalabilidade

- Ao pensar sobre escalabilidade, lembre que certas tecnologias de rede não são inerentemente escaláveis
 - Exemplo: redes com endereçamento plano (redes de camada 2 envolvendo hubs, pontes e switches simples)
 - Exemplo: redes que suportam serviços baseados em broadcast
 - Falaremos mais sobre tráfego de broadcast adiante

Disponibilidade

- Disponibilidade refere-se ao percentual de tempo que a rede está disponível
- É frequentemente um objetivo crucial do cliente
- Exemplo: Se uma rede deve ficar 24 horas no ar e pára 3 horas numa semana de 168 horas, a disponibilidade é de 98,21%
 - Isso é um valor normalmente considerado muito ruim
- Disponibilidade é diferente de confiabilidade
 - Confiabilidade inclui acurácia, taxas de erro, estabilidade, etc.
- A recuperabilidade (habilidade de recuperar rapidamente após uma falha) é um dos aspectos da disponibilidade
- Outro aspecto da disponibilidade é a recuperação após um desastre
 - Onde ter cópias de backup dos dados?
 - Como chavear processos para acessar o backup?

Especificação de requisitos de confiabilidade

DISPONIBILIDADE (% UPTIME)	ANUALMENTE	MENSALMENTE	SEMANALMENTE	DIARIAMENTE
95%	438 H	36,5 H	8,4 H	1,2 H
99,5%	43,8 H	3,7 H	50,5 M	7,2 M
99,95%	4,38 H	21,9 M	5,05 M	43,2 S
99,98%	1,75 H	8,75 M	2 M	17,3 S
99,99%	0,88 H	4,4 M	1 M	8,7 S

- × 95% só serve para testes ou protótipos
- × A maioria dos sistemas opera por volta de 99,95%
 - + 5 minutos de downtime por semana permitem alguns transientes ou uma parada um pouco maior por mês
- × 99,98% são desejáveis para muitos sistemas de missão crítica
- × 99,99% é o limite da tecnologia atualmente (há não ser que tenha muita grana!)
- × Até 99,9%, a disponibilidade é baixa, acima disso, é considerada alta (requer cuidados especiais)

O custo do tempo parado

- Para ter uma idéia da situação, descubra quanto dinheiro a empresa perde por hora de downtime
- **MTBF e MTTR**
 - Para aplicações com alto custo de downtime, pode-se mais útil especificar a disponibilidade com dois números em vez de um só:
 - Mean Time Between Failures (MTBF)
 - Também chamado de Mean Time Between Service Outage (MTBSO), já que uma rede é um serviço e não um componente
 - Mean Time To Repair (MTTR)
 - Disponibilidade = $MTBF / (MTBF + MTTR)$
 - Exemplo: MTBF de 4000 horas e MTTR de 1 hora (um valor típico) => 99,98%
 - Um MTTR muito baixo indica que providências especiais deverão ser tomadas
 - Exemplos: peças de reposição, técnico residente, etc.

Desempenho

- Muitos clientes não sabem especificar seus requisitos de desempenho com precisão
 - "Quero que a rede seja rápida!"
- Neste caso, você terá que fazer algumas suposições
 - Mostraremos como fazer isso aqui

Definições de desempenho

- Capacidade (bandwidth): a capacidade de uma rede carregar tráfego em bits por segundo
- Utilização: percentual da capacidade usada, na média
- Utilização máxima: valor da utilização em que a rede é considerada saturada
- Vazão: Quantidade de dados úteis transferidos sem erro por segundo
- Carga oferecida: A soma de todo o tráfego oferecido à rede (em bps) num determinado momento
- Acurácia: Quantidade de tráfego útil corretamente transmitido, relativo ao tráfego total
- Eficiência: Quantidade de dados úteis transmitidos, descontados os overheads
- Atraso (latência): Tempo médio entre o momento em que um quadro está pronto para ser transmitido e sua recepção em algum destino
- Variação de atraso: Quantidade de variação no atraso médio
- Tempo de resposta: Tempo entre um pedido de serviço e a recepção de uma resposta
- Dependendo da situação, uma ou outra (ou várias) dessas medidas se torna importante

Atraso e variabilidade no atraso

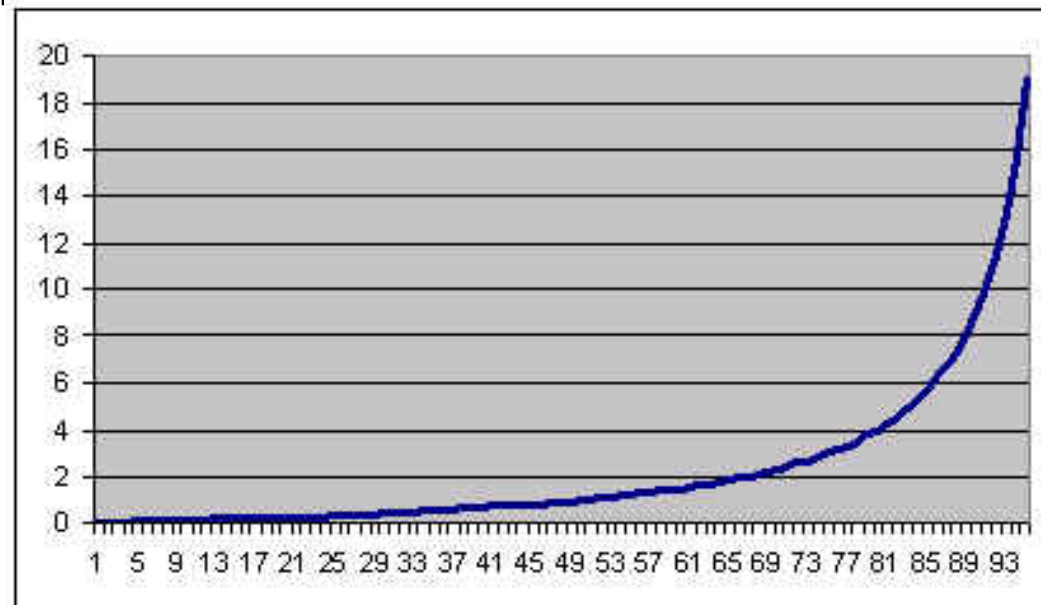
- Aplicações interativas precisam de atraso pequeno
 - Exemplo: Telnet (com o problema adicional do eco remoto de caracteres)

As causas do atraso

- Tempo de propagação
 - Propagação de sinais a 2/3 da velocidade da luz
 - Aproximadamente 4 microsegundos por kilometro
 - Muito importante em enlaces longos (intercontinentais, por exemplo)
 - Muito importante em enlaces de satélite
 - 36000 kilometros de altura
 - 270 ms para subir e descer
 - 540 ms para ter echo de um caractere com Telnet
- Tempo de transmissão
 - Para um pacote de P bits e um canal de C bps, o tempo de transmissão é de P/C segundos
 - Exemplo: $P = 1024$ bytes, enlace E1 de 2 Mbps, tempo de transmissão = 4 ms
- Tempo de chaveamento de pacotes
 - 10 a 50 microsegundos por pacote numa switch
 - Mais alto para roteadores

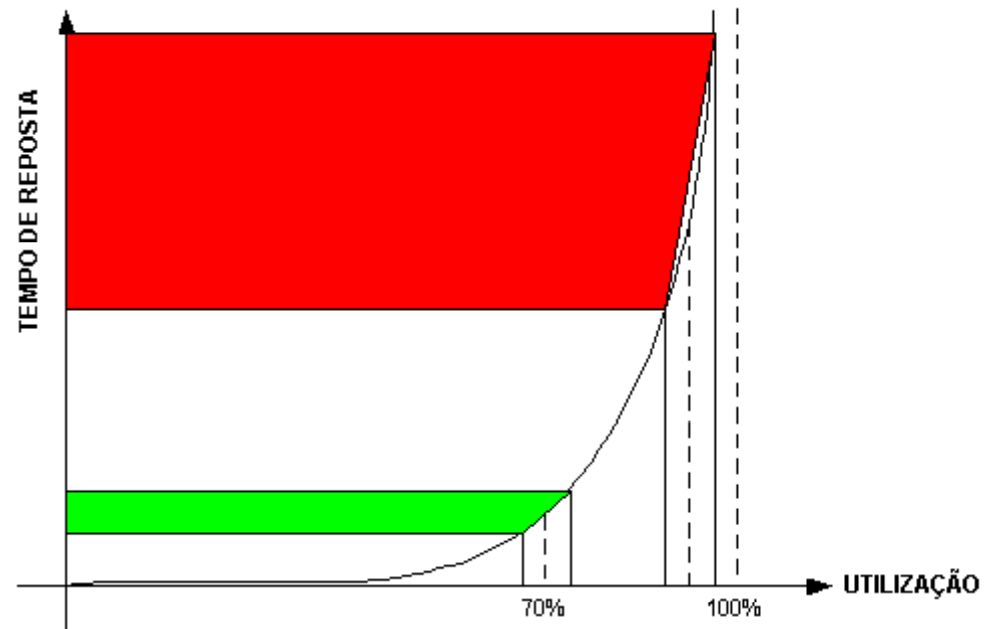
As causas do atraso

- Tempo em fila
 - Tamanho da fila (incluindo pacote sendo transmitido) = $\text{utilização}/(1-\text{utilização})$
 - Utilização = $(\text{Número médio de pacotes por segundo} * \text{Tamanho médio do pacote})/C$



As causas do atraso

- Tempo em fila + transmissão = $(P/C) * (1/(1-u))$
- O joelho da curva:



As causas do atraso

- Essas equações são fundamentais para calcular a capacidade de enlaces necessária para cumprir os requisitos de atraso
- Exemplo:
 - 5 usuários oferecem tráfego a uma taxa média de 10 pacotes/segundo, cada
 - Os pacotes têm tamanho médio de 1000 bytes
 - Qual é a capacidade do enlace usado para transmitir o tráfego de forma a não exceder um atraso total de 40 ms?