

Projeto Físico da Rede

Seleção de Tecnologias e Dispositivos para Rede de Campus

- O projeto físico envolve a seleção de:
 - Cabeamento
 - Tecnologia de comunicação
 - Dispositivos de interconexão (switches, roteadores)
- Não há escolha "certa" para todas as circunstâncias (ou mesmo uma circunstância particular)

Projeto de cabeamento para LANs

- O planejamento de cabeamento tem que levar em consideração que este poderá ser usado durante mais tempo (5 a 10 anos) do que as tecnologias de rede que o usarão
- Em muitos casos, o projeto tem que se adaptar a um cabeamento existente:
 - Topologias de cabeamento de prédios
 - Topologias de cabeamento de campus (entre prédios)
 - Tipos e comprimentos dos cabos entre prédios
 - Localização dos armários de cabeamento (wiring closets) e salas especiais de conexões
 - Tipos e comprimentos de cabos verticais entre andares
 - Tipos e comprimentos de cabos da área de trabalho, entre armários de cabeamento até as estações

Topologias de cabeamento

- Cabeamento centralizado, onde todos os cabos vão para uma única área física
- Cabeamento distribuído, onde os cabos podem terminar em várias áreas físicas

Topologias de cabeamento para prédios

- Dentro de um prédio pequeno, uma arquitetura centralizada ou distribuída pode ser usada, já que todos os cabos poderão ter menos de 100 m
- Num prédio grande, onde os cabos individuais seriam grandes demais, deve-se usar uma arquitetura distribuída
- Sempre use cabeamento estruturado

Topologias de cabeamento para o campus

- Entre prédios, há mais perigos físicos e/ou restrições
 - Escavações, enchentes, ...
 - Cruzamento de áreas pertencendo a outras empresas
 - Nesses casos, pode-se utilizar tecnologia sem fio (microondas, rádio, laser)
- A disponibilidade é melhor para uma arquitetura distribuída, pois evita um ponto único de falha
 - Porém, o manuseio pode ser mais complicado

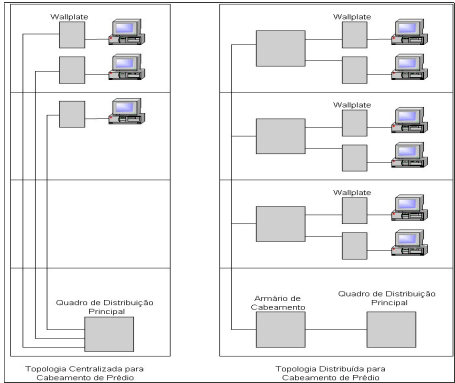


Fig. 4-1-f1: Topologia de cabeamento para prédios

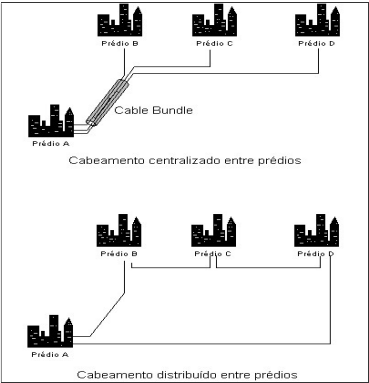


Fig. 4-1-f2: Topologia de cabeamento para campus

Tipos de cabos

- Cabo metálico (cobre) com blindagem (shield), incluindo
 - Shielded twisted pair (STP)
- Cabo metálico (cobre) sem blindagem (UTP)
 - Há várias categorias de UTP
 - Cat 5e: até 125MHz (ainda usado, mas obsoleto)
 - Cat 6: até 350 MHz (padrão p/ Gigabit)
 - Cat 6a: até 500 MHz (padrão p/ 10 Gbps)
- Fibra óptica
 - Muito usada entre prédios e para cabeamento vertical
 - Não usada, normalmente, até as estações (muito caro)
 - Dois tipos: multimodo (cada vez menos usada) e monomodo (cada vez mais usada)
 - Não sujeito a ruído, interferência eletromagnética, cross-talk
 - Com Wave Division Multiplexing, atinge Tbps

Tecnologias LAN

- Essas tecnologias devem ter sido cobertas em outras disciplinas
 - IEEE 802.3 (Ethernet) e derivados (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10Gb Eth)
 - Full duplex, 100, 1000, 10.000 Mbps
- A seleção hoje é frequentemente 1000baseTX nas pontas, 10 Gb Eth para o backbone (em poucos anos deve passar p/ 10 Gb nas pontas e 100 Gbps no backbone)
- No oferecimento de conectividade sem fio, o padrão IEEE 802.11 (WiFi) é o mais utilizado

Seleção de dispositivos de interconexão para uma rede de campus

- Neste ponto, você já deve ter uma boa ideia de quais redes locais comutadas deverão existir e onde estará sendo feito o roteamento
- Observe a regra "**Switch when you can, route when you must**"
- Resumo das diferenças entre hubs, switches e roteadores

	OSI	Domínio de colisão	Domínio de broadcast	Onde é usado	Características adicionais
Hub (*)	1	um domínio para todas as portas	todas as portas no mesmo domínio	Conectar dispositivos individuais em LANs pequenas	Auto-particionamento para isolar portas com problemas
Switch camada 2	1-2	um domínio por porta	todas as portas no mesmo domínio	Conectar dispositivos individuais ou redes	Filtragem, cut-through switching, multicast
Switch camada 3	1-3/4	um domínio por porta	Depende da estrutura de VLANs	Conectar dispositivos individuais ou redes	Filtragem, cut-through switching, multicast, várias formas de criar VLANs
Roteador	1-3	um domínio por porta	um domínio por porta	Conectar redes	Filtragem, enlaces WAN de alta velocidade, compressão, enfileiramento especial, multicast, load balancing, Bandwidth on demand, ...

(*) Não se usa mais.

- Critérios gerais para especificação de equipamentos
 - Número de portas
 - Velocidade de processamento
 - Latência
 - Tecnologias de LAN suportadas (Ethernet 100/1000/10000, WiFi , ...)
 - Auto-sensing da velocidade (Ethernet 100/1000/10000)
 - Cabeamento suportado
 - Facilidade de configuração
 - Gerenciabilidade (suporte a SNMP v1,2,3 e RMON vI,II)
 - Custo
 - MTBF e MTTR
 - Componentes hot-swappable
 - Suporte a fontes de alimentação redundantes
 - Disponibilidade e qualidade do suporte técnico
 - Disponibilidade e qualidade da documentação
 - Disponibilidade e qualidade do treinamento (para equipamentos complexos)
 - Reputação do fabricante

- Critérios adicionais para switches
 - Vazão em quadros por segundo
 - Auto-deteção de modo half- e full-duplex
 - Suporte a Spanning Tree (STP, RSTP)
 - Suporte a anel Ethernet (EAPS)
 - Suporte a VLANs, incluindo formas de definir VLANs e suporte a protocolos de trunking (agregação de portas p/ aumentar velocidade de um enlace)
 - Padronização dos protocolos usados
 - Suporte a IGMP para multicast (para aplicações multimídia)
 - Suporte a mecanismos de controle de acesso, QoS e controle de DoS e DDoS
- Critérios adicionais para roteadores (e switches de camada 3)
 - Protocolos de camada 3 suportados (é imperativo suporte completo a IPv6)
 - Protocolos de roteamento suportados (é imperativo suporte completo a IPv6)
 - Suporte a RSVP, multicast IP
 - Suporte a mecanismos de controle de acesso, QoS e controle de DoS e DDoS
 - Funções de firewall
 - Load balancing

Exemplo do projeto de uma rede de campus

- O exemplo que segue é um caso real (mas o nome do cliente foi mudado)

Informação inicial

- Cliente: Faculdades Integradas Onipresentes Fernando do Ó - FIOFÓ
- 400 alunos (tempo integral e tempo parcial)
- 30 professores
 - Metade com salas permanentes no campus
- Áreas: Humanidades, Negócios, Ciências Sociais, Matemática, Ciência da Computação, Ciências da Terra, Física, Medicina
- 15 funcionários de apoio
- 3 administradores de rede em tempo parcial
- Percepção de que mais alunos não se inscrevem por causa da deficiência na infraestrutura computacional
- Orçamento de US\$ 350.000 para atualizar os laboratórios e a rede no campus
 - Não haverá mais verba para administração e gerência da rede
 - Portanto, o projeto deve ser simples e a rede facilmente gerenciada

Requisitos de negócios e técnicos

- Requisitos de negócio
 - Aumentar a matrícula de 400 a 500 alunos em 2 anos
 - Reduzir a taxa de evasão de 30% para 15% em 2 anos
 - Atrair alunos que deixam o estado à procura de faculdades com vantagens tecnológicas
 - Prover mais e maiores laboratórios de computação no campus
 - Permitir que usuários conectem seus computadores portáteis à rede do campus para acessar serviços da Faculdade e da Internet
 - Manter (ou reduzir, se possível) o orçamento operacional para a rede
- Requisitos técnicos
 - Centralizar todos os serviços e servidores de forma a facilitar a administração e reduzir custos
 - Servidores descentralizados serão tolerados mas não gerenciados e seu tráfego não será levado em consideração no planejamento da rede
 - Centralizar a conexão à Internet e proibir conexões departamentais à Internet
 - Aumentar a velocidade da conexão à Internet para suportar novas aplicações e um aumento no uso de aplicações existentes

- Padronizar o protocolo TCP/IP para a rede de campus
 - MacIntoshes serão permitidos, mas devem usar o protocolo TCP/IP ou o AppleTalk Filing Protocol (AFP) rodando em cima de TCP/IP
- Prover portas adicionais nos switches de forma a permitir que alunos conectem seus PCs notebook à rede
- Instalar DHCP nos servidores Windows NT para dar suporte aos notebooks
- Prover um tempo de resposta de, no máximo, 100 ms para aplicações interativas
- Prover uma disponibilidade da rede de 90,90%, com MTBF de 3000 horas (4 meses) com MTTR de 3 horas
 - Falhas no acesso à Internet que fujam ao controle da faculdade não serão contabilizadas
- Prover segurança para proteger a conexão Internet e a rede interna de hackers
- Prover uma rede com escalabilidade que permita o uso futuro de aplicações multimídia
- Prover uma rede que utilize tecnologia estado-da-arte
- Convencer os usuários de Matemática e Computação a permitir a centralização de serviços e servidores não foi simples
 - Portanto, deve-se prover uma rede com alta disponibilidade de forma a que tais usuários não procurem implantar suas próprias soluções

Aplicações de rede

- Aplicações existentes de uso geral
 - Processamento de texto (papers, listas de exercícios, etc.) incluindo a impressão e armazenamento de arquivos em servidores de arquivos
 - Envio e recepção de E-mail
 - Navegar na Web para acessar informação, participar de chat, jogar, etc.
 - Acessar o cadastro da biblioteca
- Aplicações existentes para o Centro de Ciências e Tecnologia
 - Modelagem do tempo
 - Alunos e professores de Meteorologia participam de um projeto para modelar padrões climáticos juntamente com outras faculdades e universidades do estado
 - Monitoração de telescópio
 - Alunos e professores de Astronomia usam um PC para continuamente fazer download de imagens gráficas de um telescópio localizado na universidade estadual
- Aplicações administrativas
 - Um sistema acadêmico executa em ambiente Novell NetWare

- Aplicações novas planejadas
 - Upload de gráficos
 - O Departamento de Artes deseja fazer upload de volumosas imagens gráficas para impressão laser numa gráfica fora do campus
 - Ensino à distância
 - O Departamento de Ciência da Computação deseja participar de um projeto piloto de ensino à distância juntamente com a universidade estadual
 - Alunos da faculdade poderão receber fluxos de vídeo de aulas dadas na universidade estadual
 - Durante a aula, os alunos podem participar da aula via sala de chat apenas

A rede atual

- No passado, devido à comunidade não permanente da faculdade, a suposição era que alunos e professores usariam mais seus computadores em casa do que na faculdade
- Devido a essa suposição, a rede atual consiste apenas de alguns laboratórios de computação espalhados e um único laboratório principal localizado no Centro de Computação no térreo do prédio da biblioteca
- Veja a rede atual abaixo

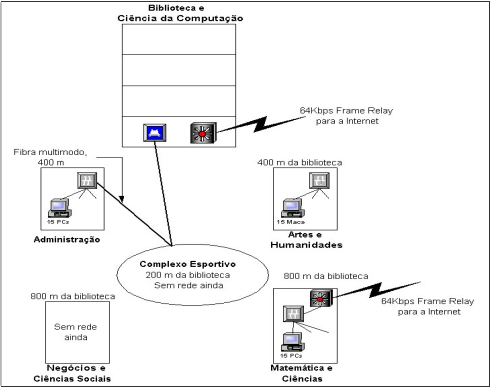


Fig. 4-1-f3: Rede atual

- Todas as LANs são Ethernet 10 Mbps
- Todos os prédios têm cabeamento Categoria 5 e wallplates em escritórios, salas de aula, laboratórios
 - Não estão sendo usados em alguns prédios
- Há uma fibra ótica multimodo correndo da biblioteca até o complexo esportivo e daí até o prédio de administração
- Usuários da Biblioteca e do prédio de administração acessam a Internet através de um enlace Frame Relay de 64 Kbps até a universidade estadual
- Os usuários de Matemática não esperaram ganhar acesso à Internet tão cedo e instalar sua própria solução (64 Kbps, Frame Relay) até um ISP
- A biblioteca possui um laboratório central de computação com 10 Macs, 25 PCs, um switch LAN para conectar hubs, estações, servidores, impressoras
 - O roteador age como firewall simples (filtro de pacotes)
 - O roteador não executa protocolo de roteamento
- Cada andar da biblioteca tem 5 PCs para acessar a Internet e o acervo da biblioteca

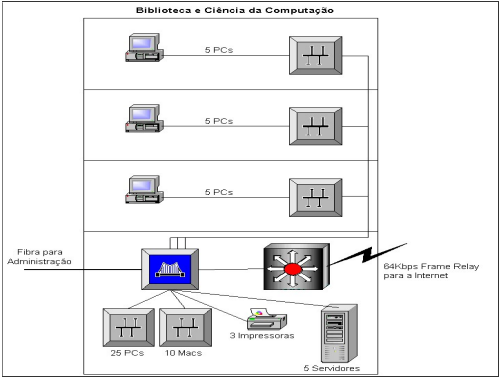


Fig. 4-1-f4: Biblioteca e Ciência da Computação

Comunidades de usuários

- A tabela a seguir resume as comunidades de usuários
- Espera-se um crescimento devido à aquisição de novos PCs e Macs e devido aos notebooks dos alunos

Nome da comunidade de usuários	Número de usuários na comunidade	Localização da comunidade	Aplicações usadas pela comunidade
Usuários de PCs no centro de computação	25, crescimento até 30	Térreo da biblioteca	Atividades escolares, E-mail, navegação Web, acervo biblioteca
Usuários de Macs no centro de computação	10, crescimento até 15	Térreo da biblioteca	Atividades escolares, E-mail, navegação Web, acervo biblioteca
Usuários da biblioteca	15	Andares 1 a 3 da biblioteca	E-mail, navegação Web, acervo biblioteca
Usuários de PCs em Negócios e Ciências Sociais	16 planejados	Prédio de Negócios e Ciências Sociais	Atividades escolares, E-mail, navegação Web, acervo biblioteca
Usuários de Macs em Artes e Humanidades	15, crescimento até 24	Prédio de Artes e Humanidades	Atividades escolares, E-mail, navegação Web, acervo biblioteca, upload de gráficos
Usuários de PCs em Artes e Humanidades	24 planejados	Prédio de Artes e Humanidades	Atividades escolares, E-mail, navegação Web, acervo biblioteca, upload de gráficos
Usuários de PCs em Matemática e Ciências	15, crescimento até 24	Prédio de Matemática e Ciências	Atividades escolares, E-mail, navegação Web, acervo biblioteca, modelagem climática, monitoração de telescópio, piloto de ensino à distância
Usuários de PCs na administração	15, crescimento até 24	Prédio de Administração	E-mail, navegação Web, acervo biblioteca, sistema acadêmico
Usuários externos	Desconhecido	Internet	Acesso ao site Web da FIOFO

Armazéns de dados (servidores)

- A tabela abaixo mostra os servidores de dados identificados

Servidor de dados	Localização	Aplicações	Comunidades que usam
Servidor Windows NT com acervo da biblioteca	Centro de computação	Acervo da biblioteca	Todas
Servidor de Impressão/Arquivo AppleShare	Centro de computação	Tarefas escolares	Usuários de Macs no centro de computação e, no futuro, usuários Mac no prédio de Artes e Humanidades
Servidor de Impressão/Arquivo Windows NT	Centro de computação	Tarefas escolares	Usuários de PCs no centro de computação e, no futuro, usuários de PCs nos outros prédios
Servidor Windows NT para Web e E-mail	Centro de computação	E-mail, navegação Web (hospedeiro do site da FIOFO)	Usuários de PCs no centro de computação e, no futuro, todos os usuários (incluindo usuários externos acessando o site Web local)
Servidor Novell com sistema acadêmico	Centro de computação	Sistema acadêmico	Administração
Servidor de E-mail	Universidade Estadual	E-mail	Servidor de E-mail do campus recebe e envia E-mail de/para este servidor

Características de tráfego das aplicações

- Técnicas usadas para levantar as características do tráfego:
 - Analisador de protocolos
 - Entrevistas com os usuários
 - [Tabela de Tamanho Típico de Objetos](#)
 - [Tabela de Overhead de Protocolos](#)
- As seguintes aplicações não são sensíveis ao atraso
 - Tarefas escolares
 - E-mail
 - Navegação Web
 - Acervo da biblioteca
 - Sistema acadêmico
- E-mail
 - Apesar do uso eventual de attachments, E-mail foi considerada uma aplicação de baixo consumo de banda passante
 - 80% do tráfego de E-mail de/para a Internet
 - Espera-se que o percentual caia para 60% depois que todos tiverem conta interna de E-mail

- Navegação Web
 - 2% do tráfego Web vem do o site da faculdade, o resto vem da Internet
 - No futuro, estima-se que 10% do tráfego será local
 - Estimativa de 60 Kbps de banda passante para usuários externos acessando o site da faculdade
 - Sistema acadêmico tem demanda muito baixa de banda passante
 - Um único servidor Novell não cria problemas com broadcast SAP
- Características de tráfego das aplicações novas e em expansão**
- Modelagem climática e monitoração de telescópio
 - Essas aplicações estão sofrendo com o acesso lento à Internet
 - Um analisador de protocolos e entrevistas com os usuários sobre planos futuros ajudaram a levantar os dados que aparecem na tabela de sumário, abaixo
 - Upload de gráficos
 - Entrevistas com os usuários levantaram que não mais do que 1 arquivo por hora será transferido
 - Arquivos podem ser muito grandes (50 MB)
 - Usuários topam esperar de 5 a 10 minutos para a transferência completar

- Ensino à distância
 - Fluxo de vídeo assimétrico (direção entrando apenas) usando Real-Time Streaming Protocol (RTSP) e Real-Time Protocol (RTP)
 - Alunos da faculdade participam da aula via chat
 - Cada fluxo de vídeo usa 56 Kbps, no máximo, já que a universidade estadual supõe que alunos remotos estarão usando um modem para receber o fluxo (embora não se use modem na faculdade para receber o vídeo)
 - A faculdade vai limitar o número de usuários receptores de vídeo a 10, localizados no prédio de Matemática e Ciências
 - No futuro, o sistema vai usar multicast e, nesta ocasião, a faculdade vai abrir o sistema para qualquer aluno no campus

Sumário das características de tráfego fluxos de tráfego

- A tabela abaixo (Características e Fluxos de Tráfego) reflete uso de pico

Nome da aplicação	Tipo de fluxo de tráfego	Protocolos usados pela aplicação	Comunidades que usam a aplicação	Armazens de dados	BW necessária	QoS
1. Atividades escolares	C/S	SMB/NetBT	Usuários de PCs no centro de computação	Servidor de arquivo/impressão Windows NT	30 Kbps	Flexível
		AFP sobre TCP	Usuários de Macs no centro de computação	Servidor de arquivo/impressão AppleShare	18 Kbps	Flexível
		SMB/NetBT	Usuários de PCs em Negócios/Ciências Sociais	Servidor de arquivo/impressão Windows NT	15 Kbps	Flexível
		AFP sobre TCP	Usuários de Macs em Artes/Humanidades	Servidor de arquivo/impressão AppleShare	30 Kbps	Flexível
		SMB/NetBT	Usuários de PCs em Artes/Humanidades	Servidor de arquivo/impressão Windows NT	24 Kbps	Flexível
		SMB/NetBT	Usuários de PCs em Matemática/Ciências	Servidor de arquivo/impressão Windows NT	24 Kbps	Flexível
2. E-mail	C/S	SMTP e POP	Usuários de Macs e PCs no centro de computação	Windows NT Web/E-mail/Servidor DHCP	30 Kbps	Flexível

Nome da aplicação	Tipo de fluxo de tráfego	Protocolos usados pela aplicação	Comunidades que usam a aplicação	Armazens de dados	BW necessária	QoS
			Usuários da biblioteca	Windows NT Web/E-mail/Servidor DHCP	6 Kbps	Flexível
			Usuários de PCs em Negócios/Ciências Sociais	Windows NT Web/E-mail/Servidor DHCP	10 Kbps	Flexível
			Usuários de Macs e PCs em Artes/Humanidades	Windows NT Web/E-mail/Servidor DHCP	30 Kbps	Flexível
			Usuários de PCs em Matemática/Ciências	Windows NT Web/E-mail/Servidor DHCP	16 Kbps	Flexível
			Administração	Windows NT Web/E-mail/Servidor DHCP	10 Kbps	Flexível
			Servidor Windows Ht Web/E-mail	Servidor E-mail no ISP	60 Kbps	Flexível
			Usuários de Macs e PCs no centro de computação	10% no site Web local, 90% na Internet	90 Kbps	Flexível
			Usuários da biblioteca		30 Kbps	Flexível
3. Navegação Web	C/S	HTTP	Usuários de PCs em Negócios/Ciências Sociais		30 Kbps	Flexível
			Usuários de Macs e PCs no centro de computação		96 Kbps	Flexível
			Usuários de PCs em Negócios/Ciências Sociais		96 Kbps	Flexível

Nome da aplicação	Tipo de fluxo de tráfego	Protocolos usados pela aplicação	Comunidades que usam a aplicação	Armazens de dados	BW necessária	QoS
			PCs em Artes/Humanidades		48 Kbps	Flexível
			Usuários de PCs em Matemática/Ciências			
			Administração			
			Usuários externos			
4. Acervo da biblioteca	C/S	HTTP	Todos os usuários internos	Site Web local	60 Kbps	Flexível
5. Modelagem climática	CD	Proprietário sobre TCP/IP	Subconjunto dos usuários de PCs em Matemática/Ciências	Servidor Windows NT com acervo da biblioteca	Aprox. 500 bps por usuário	Flexível
6. Monitoração do telescópio	C/S	HTTP	Subconjunto dos usuários de PCs em Matemática/Ciências	Servidores na Internet	120 Kbps	Flexível
7. Upload de gráficos	C/S	AFP sobre TCP ou FTP	Usuários de Macs e PCs em Artes/Humanidades	Servidor na gráfica externa	200 Kbps	Flexível
8. Ensino à distância	C/S	RTSP, RTP, TCP (futuro RSVP e multic IP)	Subconjunto dos usuários de PCs em Matemática/Ciências	Servidor na universidade estadual	600 Kbps	Controlled load (na terminologia IETF)

Nome da aplicação	Tipo de fluxo de tráfego	Protocolos usados pela aplicação	Comunidades que usam a aplicação	Armazens de dados	BW necessária	QoS
9. Sistema acadêmico	C/S	HTTP para chat				
		NetWare Core Protocol (NCP)	Administração	Servidor Novell do Sistema Acadêmico	40 Kbps	Flexível

C/S: Cliente/Servidor, S/S: Servidor/Servidor, CD: Computação Distribuída

- De forma gráfica, podemos representar os fluxos de tráfego cruzando o campus como na figura abaixo

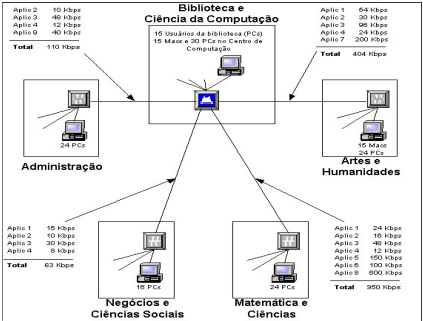


Fig. 4-1-f5: Fluxos de tráfego cruzando o campus

- Dentro do prédio da biblioteca, os fluxos são como segue:
 - Aplicação 1: 48 Kbps
 - Aplicação 2: 36 Kbps
 - Aplicação 3: 120 Kbps
 - Aplicação 4: 30 Kbps
 - Total: 234 Kbps**
- Os fluxos de tráfego com a Internet são como segue:
 - Aplicação 2: 60 Kbps
 - Aplicação 3: 370 Kbps
 - Aplicação 5: 120 Kbps
 - Aplicação 6: 100 Kbps
 - Aplicação 7: 200 Kbps
 - Aplicação 8: 600 Kbps
 - Total: 1450 Kbps**

O projeto de rede

- Analisando os requisitos, uma mesh hierárquica com enlaces redundantes entre prédios foi escolhida como topologia lógica

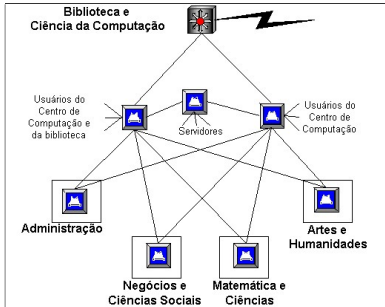


Fig. 4-1-f6: Topologia lógica da rede

Outras decisões tomadas:

- A rede usa Ethernet com switches
 - Hubs seriam aceitáveis, em termos de banda passante, mas os switches serão melhores para escalabilidade e o custo é aceitável
- Todos os dispositivos participam de um único domínio de broadcast (são pouco mais de 200 dispositivos)
- Todos os dispositivos farão parte de uma mesma subrede IP usando o endereço de rede fornecido pela universidade estadual para a faculdade
 - Para PCs e Macs, os endereços IP são atribuídos com DHCP
 - Os servidores DHCP rodam nos servidores de arquivos/impressão Windows NT e no servidor Web
- Os switches executam o protocolo Spanning Tree
- Os switches são gerenciáveis com SNMP e suportam RMON
 - Um sistema de gerência de rede baseado em Windows (Cisco Works, por exemplo) será usado, desde que todos os equipamentos sejam comprados da Cisco
- O roteador age como firewall simples (filtro de pacotes)
 - O roteador não executa protocolo de roteamento

Com a topologia escolhida, a capacidade dos enlaces foi examinada para escolher a tecnologia de camada 2

- O resultado (a topologia física) segue abaixo

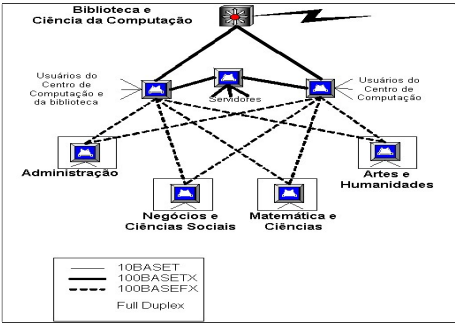


Fig. 4-1-f7: Topologia de camada 2 da rede

Vários switches foram examinados e escolheram-se switches de 24 e 48 portas Ainda sobre o projeto físico, as seguintes decisões foram tomadas:

- Prédios serão conectados com Ethernet 100BaseFX, Full Duplex
 - Permite enlaces de até 2000 metros
 - 10BaseFL seria suficiente em termos de banda passante mas tem mais suporte a 100BaseFX nos switches do mercado e a banda passante permite crescer no futuro
- Dentro dos prédios, switches Ethernet de 10 Mbps são usados
 - Com exceção dos 15 PCs nos andares 1-3 da biblioteca que usarão hubs de 10 Mbps já existentes
- Todos os switches podem ser expandidos no futuro para terem um módulo de roteamento e implementar VLANs
 - Permitindo segmentar os domínios de broadcast no futuro quando tiver aplicações multimídia
- Todos os switches suportam multicast IP (com IGMP) facilitando o suporte às futuras aplicações multimídia
- O enlace WAN passa a ser uma LPCD E1 (1 Mbps)
 - A segunda conexão à Internet na Matemática será desligada

- O roteador no Centro de Computação será substituído para suportar 2 portas 100BaseTX e uma porta E1
 - Uma fonte de alimentação redundante será adicionada ao roteador, já que ele é um ponto único de falha
 - (Em tempo: no dia que escrevi essas linhas, a fonte de alimentação do equipamento que conecta a UFPB à Internet tinha acabado de pifar!)
- O cabeamento do campus usará uma topologia centralizada (em estrela)
 - Fibra ótica será puxada entre os prédios
 - Fibra multimodo 62,5/125 microns, com 3 pares de fibra por cabo, com proteção plástica para uso interno/externo
 - O cabeamento aparece na figura abaixo

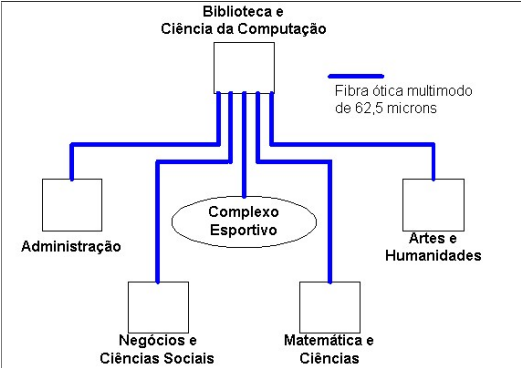


Fig. 4-1-f8: Cabeamento da rede