LUCIANO EDUARDO TRANQUEIRA

CABEAMENTO ESTRUTURADO:
UM MODELO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO PARA O CAMPUS MAGNUS - UNIPAC

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciência da Computação.

UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS

Orientador: Prof. Emerson Rodrigo Alves Tavares

BARBACENA
2003

LUCIANO EDUARDO TRANQUEIRA

CABEAMENTO ESTRUTURADO:
UM MODELO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO PARA O CAMPUS MAGNUS - UNIPAC

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado à obtenção do grau de Bacharelado em Ciência da Computação e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciência da Computação da Universidade Presidente Antônio Carlos.

Barbacena – MG, 04 de dezembro de 2003.

_____

Prof. Emerson Rodrigo Alves Tavares - Orientador do Trabalho

_____

Prof. Luís Augusto Mattos Mendes - Membro da Banca Examinadora

_____

Prof. Marcelo de Miranda Coelho - Membro da Banca Examinadora

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus professores da Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC e aos meus colegas daquela instituição.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, meus pais, meus amigos e a todos aqueles que durante este ano de 2003, contribuíram para a conclusão desde trabalho.

RESUMO

Este trabalho mostra uma visão sobre cabeamento estruturado das redes de computadores. A rede atual foi analisada e, posteriormente, uma rede de cabeamento estruturado foi proposta para as dependências do campus Magnus da Unipac, com o intuito de melhorar a estrutura da rede instalada, permitindo maior organização, flexibilidade e integração. Serão feitas análises de desempenho da rede atual e, posteriormente, da rede estruturada, comparando-se os resultados.

Palavras-chave: cabeamento estruturado, desempenho, telecomunicação

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS....8

LISTA DE TABELAS....10

LISTA DE SIGLAS....12

1 INTRODUÇÃO....13

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA....16

3 INFRA-ESTRUTURA DE REDE ATUAL....57

4 PROJETO DE UM MODELO DE REDE ESTRUTURADA....69

5 CONCLUSÃO....78

ANEXO A – PLANTAS ESTRUTURAIS....80

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS....86

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - PRÉDIO COM INDICAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS SUBSISTEMAS DO CABEAMENTO ESTRUTURADO [6]....19

FIGURA 2 - SISTEMA DE CABEAMENTO ESTRUTURADO: 1-ENTRADA DO EDIFÍCIO; 2-SALA DE EQUIPAMENTOS; 3-CABEAMENTO BACKBONE; 4-ARMÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES; 5-CABEAMENTO HORIZONTAL; 6- ÁREA DE TRABALHO [6]....20

FIGURA 3 - ENTRADA DO PRÉDIO [3]....21

FIGURA 4 - SALA DE EQUIPAMENTOS [3]....23

FIGURA 5 - ARMÁRIO E RACK DE TELECOMUNICAÇÕES [3]....26

FIGURA 6 - CROSS CONNECT [3]....26

FIGURA 7 - SUBSISTEMA DE CABEAMENTO BACKBONE [6]....27

FIGURA 8 - ESTRUTURA GERAL [6]....29

FIGURA 9 - CONFIGURAÇÕES LIMITES [6]....29

FIGURA 10 - ESTRUTURA DE MALHA HORIZONTAL [3]....30

FIGURA 11 - CABEAMENTO HORIZONTAL [6]....30

FIGURA 12 - DISTÂNCIAS LIMITES [6]....31

FIGURA 13 - TOMADA DE TELECOMUNICAÇÃO [6]....31

FIGURA 14 - ÁREA DE TRABALHO [3]....34

FIGURA 15 - AMBIENTE DE CONSTRUÇÃO DE UM PROJETO [3]....38

FIGURA 16 - LIGAÇÃO VIA REPETIDOR [3]....43

FIGURA 17 - LIGAÇÃO VIA PONTES [3]....45

FIGURA 18 - LIGAÇÃO VIA ROTEADOR [3]....46

FIGURA 19 - CIRCUITOS VIRTUAIS CONCATENADOS X INTERCONEXÃO POR PACOTES [3]..47

FIGURA 20 - LIGAÇÃO ENTRE HUB'S [3]....48

FIGURA 21 - LIGAÇÃO DE UM SWITCH [3]....50

FIGURA 22 – CABO CAT 5E UTP - PAR TRANÇADO NÃO BLINDADO [7]....51

FIGURA 23 – CABO CAT 5 FTP - PAR TRANÇADO PROTEGIDO [7]....52

FIGURA 24 – CABO CAT6 UTP - PAR TRANÇADO NÃO BLINDADO, COM GUIA DE SEPARAÇÃO ENTRE PARES [7]....52

FIGURA 25 – CABO STP - PAR TRANÇADO BLINDADO PAR A PAR [7]....52

FIGURA 26 - TIPOS DE CABOS ÓPTICOS [7]....54

FIGURA 27 - CABO DE FO TIPO LOOSE (GELEADO) [7]....54

FIGURA 28 - SERVIDOR DE REDE [9]....58

FIGURA 29 - DESEMPENHO GLOBAL....67

FIGURA 30 - COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO ENTRE AS REDES ATUAL E ESTRUTURADA..78

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS BCS E IBCS [3].....36

TABELA 2 - DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE DADOS - PRÉDIO 1.....60

TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE DADOS - PRÉDIO 2.....60

TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS ATIVOS - PRÉDIO 1.....61

TABELA 5 - DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS ATIVOS - PRÉDIO 2.....61

TABELA 6 - VALORES OBTIDOS, REFERENTES AO TAMANHO MÉDIO DO QUADRO.....63

TABELA 7 - EFICIÊNCIA DE CADA SEGMENTO.....64

TABELA 8 - RESULTADOS OBTIDOS.....65

TABELA 9 - RESULTADOS FINAIS DE DESEMPENHO OBTIDOS PARA A REDE ATUAL.....65

TABELA 10 - DESEMPENHO REAL DA REDE ATUAL.....67

TABELA 11 - DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE DADOS DA REDE ESTRUTURADA - PRÉDIO 1..69

TABELA 12 - DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE DADOS DA REDE ESTRUTURADA - PRÉDIO 2..70

TABELA 13 - DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS ATIVOS - PRÉDIO 1.....71

TABELA 14 - DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS ATIVOS - PRÉDIO 2.....71

TABELA 15 - VALORES OBTIDOS, REFERENTES AO TAMANHO MÉDIO DO QUADRO.....73

TABELA 16 - EFICIÊNCIA DE CADA SEGMENTO.....74

TABELA 17 - RESULTADOS OBTIDOS.....75

TABELA 18 - RESULTADOS FINAIS DE DESEMPENHO OBTIDOS PARA A REDE ESTRUTURADA.....76

LISTA DE SIGLAS

ANSI – American National Standards Institute

ATM – Asynchronous Transfer Mode

BCS – Building Cabling System

DP – Distribuição Principal

EIA – Eletronic Industries Association

ERB – Estação de Rádio Base

FTP – Foil Twisted Pair

IBCS – Integrated Building Cabling System

ISO – International Standards Organization

SCTP – Screened Twisted Pair

STP – Shielded Twisted Pair

TIA – Telecommunications Industry Association

UTP – Unshielded Twisted Pair

1 INTRODUÇÃO

A indústria da informática é nova quando comparada a outros setores, mas o seu progresso é espetacular. Nos primeiros vinte anos de sua existência os computadores eram enormes, ocupando, até mesmo, andares de um edifício e com custo beirando aos milhões de dólares [1]. Por isso, não era viável a aquisição de vários computadores e o máximo que alguém poderia aspirar era o acesso a um terminal. Posteriormente, com a popularização do PC e o desenvolvimento de máquinas mais rápidas e baratas, surgem escritórios com mais de um computador, sendo os disquetes o principal meio de transportar as informações. Entretanto, algumas vezes poderia-se deparar com arquivos maiores, o que iria consumir tempo e uma "montanha" de disquetes. Inúmeras soluções apareceram, entre elas o software *LapLink*. Com ele era feita uma ligação direta entre os computadores utilizando um cabo especial.

Desde os tempos do XT existia hardware especializado para redes, entretanto eram caros e sua funcionalidade, no mínimo, duvidosa. Ao mesmo tempo, Bob Metcalfe buscava uma forma de viabilizar uma rede de computadores a um custo menor. O resultado de seu trabalho é o que hoje se conhece como *Ethernet*, que nada mais é do que uma estrutura de

rede de baixo custo por estação e que chega à casa de centenas de megabits/segundo na sua velocidade de transmissão.

Um dos componentes essenciais de uma rede é o cabo, pois um cabeamento mal feito pode causar grandes prejuízos. “O cabeamento de uma rede é o meio físico por onde circulam os sinais entre o servidor, as estações de trabalho e os periféricos” [2].

À medida que a tecnologia se encontra no caminho da evolução, faz-se necessário o desenvolvimento de uma rede local que suporte um alto tráfego de informações, proveniente da disponibilização dos serviços da área de informática e áreas afins, como telefonia, multimídia, entre outras, dentro de uma mesma estrutura de rede.

“O rápido crescimento da capacidade de processamento, o aumento do porte das redes e a introdução de acessos de maior velocidade estão criando uma necessidade de sistemas de cabeamento mais confiáveis, gerenciáveis e até mesmo extremamente flexíveis” [3].

Um sistema de cabeamento estruturado tem uma infra-estrutura amplamente flexível, ao mesmo tempo em que permite o tráfego de qualquer tipo de sinal elétrico de áudio, vídeo, controles ambientais e de segurança, dados e telefonia, convencional ou não, de baixa intensidade. Tal sistema consiste de um conjunto de produtos de conectividade empregados de acordo com regras específicas de engenharia cujas características principais são: arquitetura aberta, meio de transmissão e disposição física padronizados, aderência a padrões internacionais, projeto e instalação sistematizados [4].

“Além de padronizar o cabeamento de forma a atender aos diversos padrões de redes locais, telefonia e outras aplicações o conceito de sistema de cabeamento estruturado agrega outros benefícios importantes que solucionam problemas, tais como, crescimento populacional (o dimensionamento dos pontos de um sistema de cabeamento estruturado é baseado na área em m² do local a ser cabeado ao invés do número de usuários), alteração de *layout* dos usuários (em média 25% dos funcionários sofrem mudanças dentro da empresa no prazo de um ano), evolução da tecnologia rumo a aplicações com taxas de transmissão maiores, falhas nos cabos ou nas conexões, entre outros” [5].

O cenário deste trabalho consiste nas dependências físicas do campus Magnus da Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC, onde se situam as instalações de rede local.

A instituição UNIPAC possui uma estrutura de redes fixa, situada em determinadas localidades do seu estabelecimento. Havendo uma necessidade futura de se mudar o *layout* desta rede ou de se expandir a mesma, por exemplo, pode haver problemas quanto à sua flexibilidade, devido ao fato de que possa ser necessário modificar toda a estrutura da rede já existente para se fazer tal mudança. E a cada nova mudança teria de ser refeita a estruturação. Além do mais, o cabeamento estruturado atende aos mais variados *layouts* de instalação, por um longo período de tempo, sem exigir modificações físicas da infra-estrutura. Ao mesmo tempo, um só cabeamento atende a diferentes tipos de redes de sinal em baixa tensão, como por exemplo, telefonia, redes locais de computação, sistema de alarme, transmissão de sinal de vídeo, sistemas de inteligência predial, automação predial e industrial, o que possibilitaria a integração das mesmas com um sistema de cabeamento estruturado.

O objetivo deste trabalho é montar um projeto de cabeamento estruturado para o Campus Magnus da instituição UNIPAC, tratando apenas sinais de dados, a fim de integrar, organizar e flexibilizar a rede da faculdade. Será feita uma análise de desempenho comparando-se a rede atual com a rede pós cabeamento estruturado.

A maior motivação deste trabalho deve-se ao fato de que a tecnologia de Cabeamento Estruturado, envolvendo os aspectos básicos de telecomunicações, está ocupando atualmente, em todo o mundo, um espaço muito significativo, e no Brasil não poderia ser diferente. Ao mesmo tempo, o avanço da tecnologia digital proporciona o crescimento dos dispositivos de acesso dos usuários e serviços de voz, dados e imagem, bem como dos serviços de telemetria e telesupervisão. O conceito de Sistema de Cabeamento Estruturado surgiu como resposta a este avanço das telecomunicações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CABEAMENTO ESTRUTURADO

Com o crescimento do uso das redes locais de computadores e a agregação de novos serviços e mídias como: voz, dados, teleconferências, telefonia, Internet, multimídia, dentre outros, surgiu a necessidade de se estabelecer critérios para ordenar e estruturar o cabeamento dentro das empresas.

“No final dos anos 80, as companhias dos setores de telecomunicações e informática estavam preocupadas com a falta de padronização para os sistemas de fiação de telecomunicações em edifícios e campus” [6].

Em 1991, a associação EIA/TIA (*Eletronic Industries Association / Telecommunications Industry Association*) propôs a EIA/TIA-568 que corresponde à primeira versão de uma norma de padronização de fios e cabos para telecomunicações em prédios comerciais. O Objetivo básico dessa norma consistia em [6]:

A) Implementar um padrão genérico de cabeamento de telecomunicações a ser seguido por fornecedores diferentes;

B) Estruturar um sistema de cabeamento intra e inter predial, com produtos de fornecedores distintos;

C) Estabelecer critérios técnicos de desempenho para sistemas distintos de cabeamento tradicional, baseado em aplicações.

“O Cabeamento Estruturado fornece uma plataforma universal sobre a qual é construída a estratégia de um sistema corporativo e de informações globais” [3].

Um sistema de Cabeamento Estruturado se organiza numa topologia em estrela, na qual temos um ponto central, que facilita a interconexão e administração do sistema, onde todas as estações de trabalho são conectadas. Esta estrutura pode suportar múltiplos sistemas, tais como: voz, dados, vídeo e multimídia, independente dos seus fabricantes [3].

2.2 TENDÊNCIAS FUTURAS

“O desenvolvimento industrial tem proporcionado, durante vários anos, o estabelecimento de padrões que possibilitasse a utilização por diferentes fabricantes” [3].

Trabalharam nesse processo as entidades: ANSI (*American National Standards Institute*), TIA (*Telecommunications Industry Association*), EIA (*Eletronic Industries Association*), ISO (*International Standards Organization*), dentre outras, buscando atingir padrões abertos que pudessem ser utilizados por qualquer aplicação garantindo qualidade do sistema.

Os padrões são criados a partir dos produtos existentes no mercado, buscando-se estabelecer um critério mínimo que possa satisfazer as necessidades de comunicação.

Além dos produtos referentes ao cabeamento estruturado, empresas buscam desenvolver novas arquiteturas no intuito de solucionar as necessidades cada vez mais sofisticadas dos clientes de redes locais.

“Vários são os resultados da experiência e da motivação para a melhoria da qualidade e da performance das redes locais utilizando cabeamento estruturado” [3].

2.3 BLOCOS DE MONTAGEM

Para um bom entendimento de um sistema de Cabeamento Estruturado devem ser conhecidos os vários blocos de montagem que o constituem.

2.3.1 CABEAMENTO *BACKBONE*

“Origina-se no Ponto de Distribuição Principal (DP) e interconecta-se com todos os gabinetes ou painéis de telecomunicações do edifício” [3].

2.3.2 PRODUTO DE CONEXÃO TRANSVERSAL

Conhecido também como *cross connect*, fornece um meio para terminação do cabo e estabelece um meio favorável para mudanças, expansões e alterações [3].

2.3.3 CABEAMENTO HORIZONTAL

Meio através do qual se transmitem à estação de trabalho os serviços de comunicação. Tomadas de saída constituem o ponto de terminação do cabeamento na estação ou próximo dela [3].

2.3.4 INSTALAÇÕES DE *PATCH CORD*

Cabos conectorizados que ligam os equipamentos das estações de trabalho às saídas de informação - essas são as instalações que agilizam as mudanças, acréscimos e alterações de *layout* [3].

2.4 OS SEIS SUBSISTEMAS DO CABEAMENTO ESTRUTURADO

"O conceito de Sistema de Cabeamento Estruturado baseia-se na disposição de uma rede de cabos, com integração de serviços de dados e voz, que facilmente pode ser redirecionada por caminhos diferentes, no mesmo complexo de cabeamento, para prover um caminho de transmissão entre pontos da rede distintos". Um Sistema de Cabeamento Estruturado EIA/TIA 568A é formado por seis subsistemas [6]. Como pode ser visto nas Figuras 1 e 2.

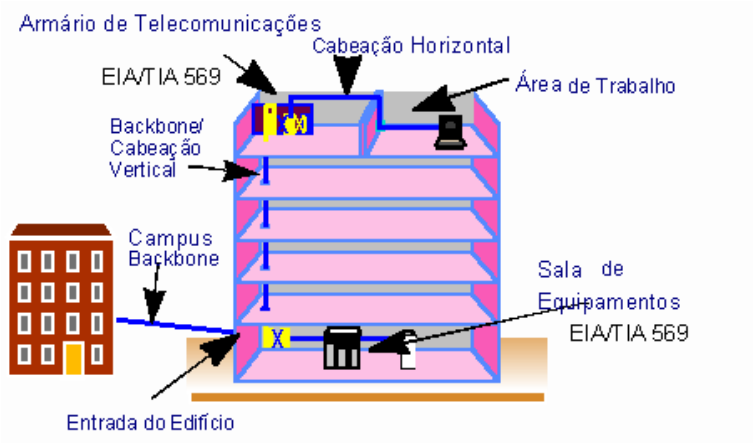


Figura 1 - Prédio com indicação da localização dos subsistemas do cabeamento estruturado [6].

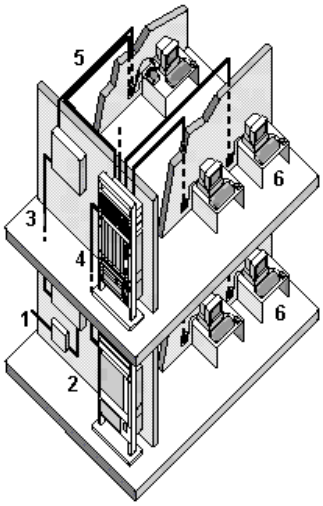


Figura 2 - Sistema de cabeamento estruturado: 1-Entrada do Edifício; 2-Sala de Equipamentos; 3-Cabeamento *Backbone*; 4-Armário de Telecomunicações; 5-Cabeamento Horizontal; 6- Área de Trabalho [6].

2.4.1 ENTRADA DO EDIFÍCIO

É o primeiro subsistema de um total de seis. Também conhecido como *Entrance Facilities* (Entrada de Facilidades). Determina as condições de facilidade oriundas das companhias responsáveis pela operação de sistemas de telecomunicações, ou seja, fornece o ponto no qual é feita a interface entre a cabeamento externo e o cabeamento intra-edifício [5, 6]. A entrada do prédio é a área da edificação que recebe os *links* externos, que podem estar vindo da empresa responsável pelos serviços de telecomunicação local, de outro prédio ou de empresas particulares que prestam algum tipo de serviço na área de telecomunicação [3]. Este subsistema consiste de cabos de entrada, equipamentos de conexão, dispositivos de proteção, equipamentos de transição e outros equipamentos necessários para conectar as instalações externas ao sistema interno estruturado [5, 6].

O ponto de entrada é definido pela empresa de Telecomunicações local, que deve ser consultada. Portanto o projeto deverá passar pela aprovação da mesma, sendo esta a única responsável pela disponibilização e suporte aos meios de entrada. Um bom projeto deste tipo, que respeite as normas técnicas de instalação pode determinar o sucesso de uma rede: o tempo médio para falhas é maior e o tempo médio para reparos é menor [3].

A norma associada EIA/TIA 569 é a que define a interface entre o cabeamento externo e o cabeamento interno do prédio [6].

A Figura 3 mostra a Entrada do Edifício, onde pode-se visualizar o ponto no qual é feito a junção entre o cabeamento externo do prédio e o cabeamento interno, além dos equipamentos instalados no local.

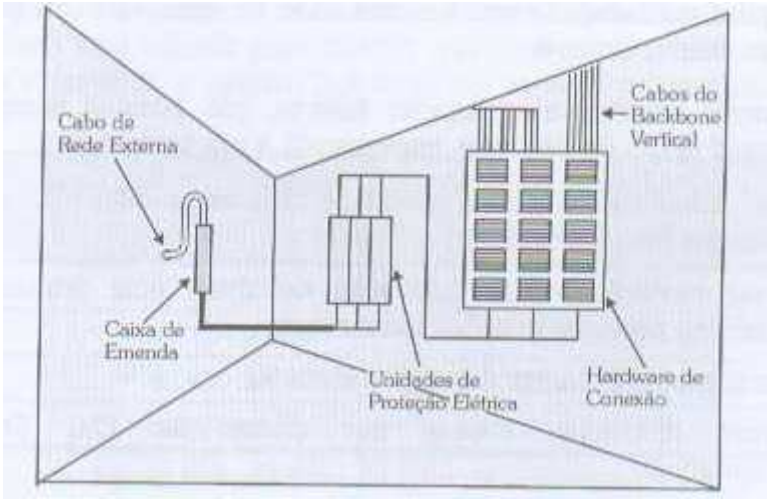


Figura 3 - Entrada do Prédio [3].

2.4.2 SALA DE EQUIPAMENTOS

O segundo subsistema é a Sala de Equipamentos. É neste ambiente que são confinados os equipamentos de telecomunicações (PABX, Centrais, Sistemas de Controle de Estações de Rádio Base (ERB's), Conversores de sinal, etc.), conexão e instalações de aterramento e de proteção. Ela contém a conexão cruzada principal ou a conexão secundária, usada conforme a hierarquia do sistema de Cabeamento *Backbone* [5, 6].

A Sala de Equipamentos é considerada distinta da Sala de Telecomunicações, conforme veremos a seguir, devido à natureza ou complexidade dos equipamentos que ela contém. Qualquer uma ou todas as funções de uma Sala de Telecomunicações (seção 2.4.3) podem ser atendidas por uma Sala de Equipamentos.

Para se preservar a tecnologia instalada e proporcionar um bom ambiente de trabalho, o condicionamento da sala de equipamentos deve obedecer a alguns parâmetros que são definidos pela norma EIA/TIA-569 [3].

Ao se projetar um ambiente como a Sala de Equipamentos devem ser tomados alguns cuidados [3]:

- Evitar locais restritos a expansões futuras, que comprometam o crescimento futuro da rede, “engessando” a instalação;
- Controlar umidade e temperatura 24 horas por dia, devido aos equipamentos que residem nesta área;
- Considerar a proteção contra infiltrações, pois esse tipo de problema gera grandes transtornos;
- Considerar a proteção contra descargas elétricas;
- Determinar distâncias limites das fontes de EMI (Interferência Eletromagnética);
- Especificar o local apropriado para se fazer a instalação dos *No-breaks*. Equipamentos desse tipo, maiores que 80 KVA, não devem compartilhar a sala com os demais equipamentos.
- Especificar um acabamento que minimize poeira e facilite a limpeza e a manutenção;
- Utilizar cores claras que melhoram a iluminação e aumentam o ambiente, criando um local mais arejado;
- Utilizar pisos com propriedades antiestáticas;
- Utilizar uma rede elétrica independente com painel de controle próprio;

- Determinar que o acesso a sala deve ser restrito ao pessoal técnico, devendo ficar trancada, evitando, dessa forma, problemas relativos à sabotagem e uso indevido por pessoas não habilitadas a permanecerem no recinto;

- Especificar prevenção aos acionamentos acidentais, se for determinado o uso de *Sprinklers* (equipamentos de proteção contra incêndio);

- O duto *backbone* deve chegar até a sala de equipamentos, possibilitando a sua ligação com os outros ambientes, como a sala de telecomunicações. E caso haja ligação com outros edifícios deve possuir infra-estrutura de ligação com estes.

A Figura 4 ilustra uma Sala de Equipamentos com indicação dos dutos e equipamentos dentro desde ambiente.

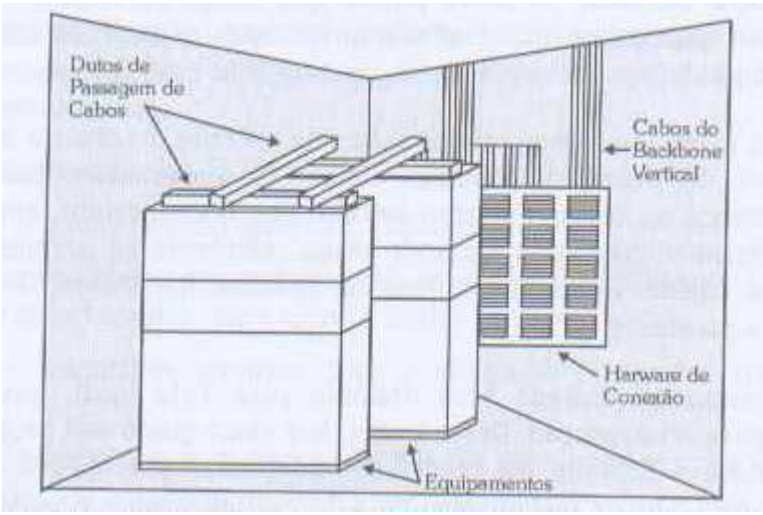


Figura 4 - Sala de Equipamentos [3].

2.4.3 SALA DE TELECOMUNICAÇÕES

Este ambiente é dedicado exclusivamente à instalação dos painéis de distribuição e aos elementos ativos de rede, que porventura irão ativar a rede. Engloba como equipamentos

básicos o distribuidor geral, localizado na entrada do prédio para receber as linhas que vêm da operadora de sistemas de telecomunicações e a central telefônica (PABX).

A estrutura desta sala é dimensionada proporcionalmente ao número de pontos de telecomunicação existentes na área a ser servida. Portanto, em instalações de pequeno ou médio porte, é muito utilizada a montagem em armários de telecomunicações, ou mesmo em *racks* de concentração de pontos ao invés de salas distintas para este fim [3].

Este ambiente propicia a ligação do cabeamento horizontal com o *Backbone*, criando o "*Cross-Connect*" ou conexão cruzada e pode conviver no mesmo local que a Sala de Equipamentos. Como fator preponderante para esta escolha, os seguintes pontos [3]:

- Estrutura física do local;
- Organização do *Backbone*;
- Número de áreas de trabalho;
- Espaço livre; etc.

Para se instalar um ambiente ou Armário de Telecomunicações, existem vários requisitos mínimos [3]:

- Os armários ou *racks* devem ser colocados próximos ao centro da área de atendimento;
- Nunca devem ser compartilhados com ar condicionado, instalação elétrica, ou qualquer outra instalação que não seja rigidamente definida para atender à área de telecomunicações;
- Deverá existir, no mínimo, um armário por andar;
- Um armário de telecomunicações deve atender, no máximo, a uma área de 1000 m²;

- Armários instalados no mesmo andar devem ser ligados por "*Conduits*" (canaletas);
- Em ambientes de telecomunicações é desejável controle de temperatura, porque futuramente os elementos ativos (seção 2.8) estarão lá;
- Considerar a harmonia arquitetônica, não criando um grande impacto na aparência geral do ambiente;
- Deve haver controle de ruído e isolamento acústico;
- Exigir utilização de materiais antiestáticos;
- Deve prever espaço para uma expansão daquele centro de distribuição onde o Armário esteja instalado;
- Deve-se considerar a instalação de uma iluminação adequada possibilitando facilidades em uma futura manutenção e manobras de cabo;
- A sala e os armários devem conter portas com ampla abertura;
- Todo o sistema elétrico deve estar devidamente aterrado;
- Devem existir pontos de energia para ligação de equipamentos de teste e monitoração, além dos pontos existentes para os equipamentos de uso;
- Em situações nas quais o *rack* de distribuição estiver instalado em salas ou áreas que permitem o trânsito de pessoas, deve-se optar pela instalação do *rack* fechado para obtermos maior segurança;

Maiores detalhes sobre os requisitos físicos para o projeto deste ambiente e a infra-estrutura estão contidos na norma EIA/TIA-569.

A Figura 5 mostra um Armário de Telecomunicações que, no caso de redes de pequeno ou médio porte, funciona como uma Sala de Telecomunicações.

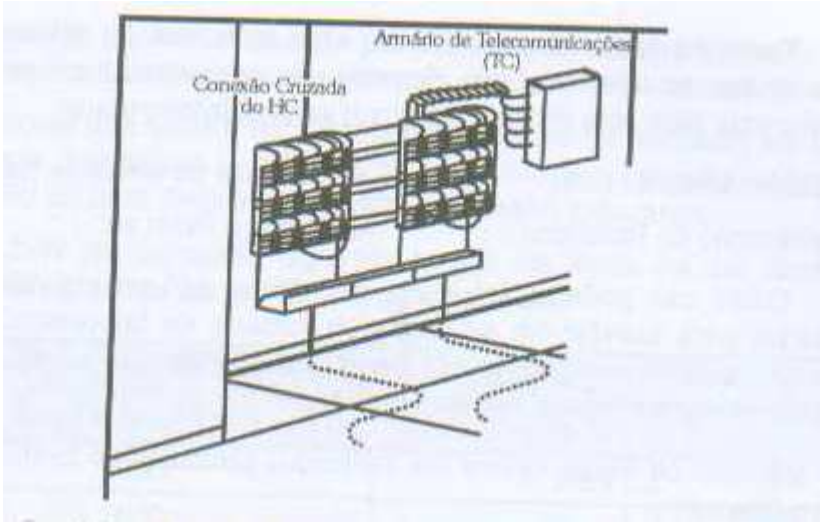


Figura 5 - Armário e *Rack* de Telecomunicações [3].

A Figura 6 mostra a conexão cruzada (*cross connect*), formado pela ligação do cabeamento vertical com o cabeamento horizontal.

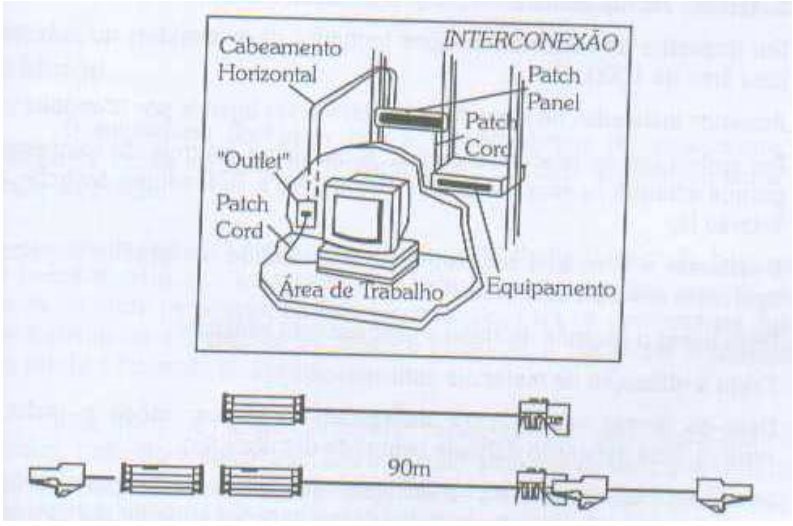


Figura 6 - *Cross Connect* [3].

2.4.4 CABEAMENTO BACKBONE

A Figura 7, mostra o subsistema *Backbone*.

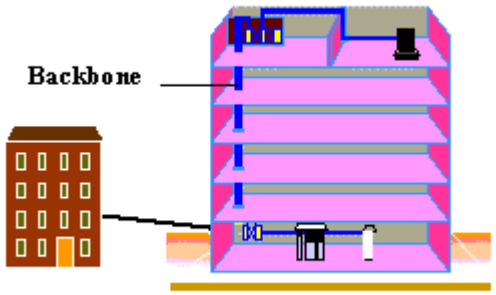


Figura 7 - Subsistema de Cabeamento *Backbone* [6].

Para que uma rede estruturada possa se desenvolver durante longos anos, o Cabeamento *Backbone* é fundamental.

O subsistema *Backbone* tem a função de interligar os vários armários de telecomunicação à sala de equipamentos e a entrada do prédio. Deve ser estruturado preferencialmente em fibra ótica, no caso de redes com grande quantidade de estações de trabalho.

O *Backbone* é a “Espinha Dorsal” da edificação, pois é nesse meio que se concentra toda a comunicação que existirá entre andares ou entre painéis de telecomunicação.

O *Backbone* é o meio que carregará o grande tráfego de informações entre os vários painéis de distribuição, muitas vezes exigindo uma mídia com maior banda de passagem. É justamente o uso de um meio físico que possibilita maior performance no *Backbone*, que conferirá ao projeto a segurança e vitalidade para possibilitar o crescimento da rede sem maiores alterações em sua estrutura.

O cabeamento se organiza dentro de uma topologia em forma de estrela hierárquica. Com isso, nota-se que o cabo *backbone* é a ligação do primeiro nível dessa estrela com o nível secundário. O cabeamento *Backbone* exige um meio físico que possua uma banda

de passagem considerável, possibilitando a transferência de informações a uma velocidade maior, dando uma vida útil mais longa ao nosso cabeamento [3].

Um ponto importante a ser destacado se refere a como disponibilizar o *backbone* para servir ao seu cabeamento. Se forem interligados, por exemplo, as aplicações de voz e dados, deverão ser especificados individualmente os meios para cada aplicação. Pode-se indicar um *Backbone* contendo [3]:

- Cabos 25 pares UTP (*Unshielded Twisted Pair*) para trafegar sinais de voz;
- Cabos de fibra ótica para trafegar sinais de dados.

Maiores informações sobre cabos ver seção 2.9.

Todo detalhamento de infra-estrutura para o *Backbone* deve considerar uma expansão de no mínimo 100%. Ao se passarem cabos de fibra, devem ser considerados pares de reserva.

A implementação do *Backbone* deve ser feita, sempre que possível com fibras óticas. Assim, garante-se que o projeto apresentado resistirá às atualizações tecnológicas por um tempo muito mais longo, preservando assim o investimento realizado [3].

As Figuras 8 e 9 ilustram a estrutura geral e as configurações limites para o subsistema de Cabeamento *Backbone*. Na Figura 8 pode-se ver que o cabeamento se organiza dentro de uma topologia em forma de uma estrela hierárquica.

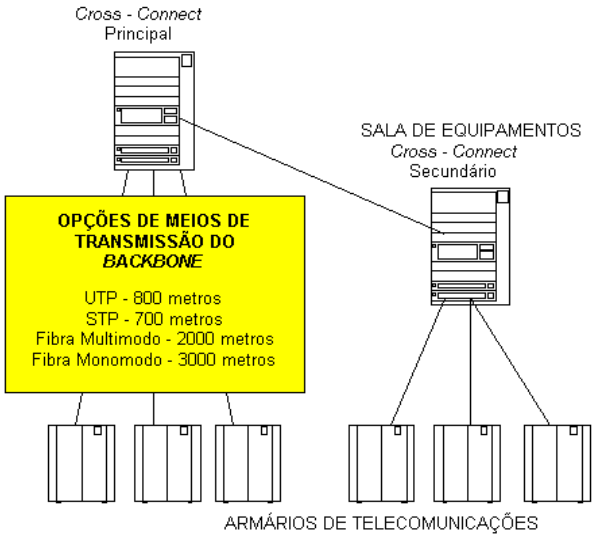


Figura 8 - Estrutura Geral [6].

Na Figura 9 tem-se as distâncias limites permitidas entre duas conexões cruzadas, onde os cabos que ligam o *cross-connect* não podem ultrapassar 20 metros.

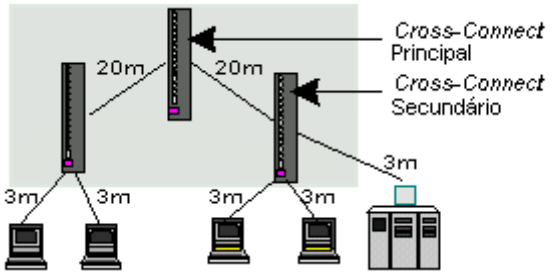


Figura 9 - Configurações Limites [6].

2.4.5 CABEAMENTO HORIZONTAL

O cabeamento Horizontal é a designação dada a toda malha de cabos que atende às áreas de trabalho distribuídas num mesmo nível ou pavimento atendido pelo cabeamento.

Este subsistema se estende dos conectores/tomadas fêmeas até o painel de distribuição, localizado em um r*ack*, armário de distribuição ou sala de telecomunicações [3].

A Figura 10 ilustra a malha de cabos horizontal distribuída entre as estações de trabalho.

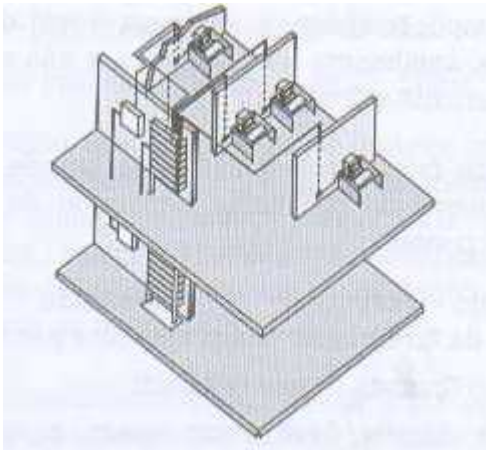


Figura 10 - Estrutura de Malha horizontal [3].

2.4.5.1 Cabeamento Horizontal

A Figura 11 mostra a estrutura horizontal do cabeamento, onde pode-se ver pela indicação na figura toda a malha horizontal que conecta as estações da rede.

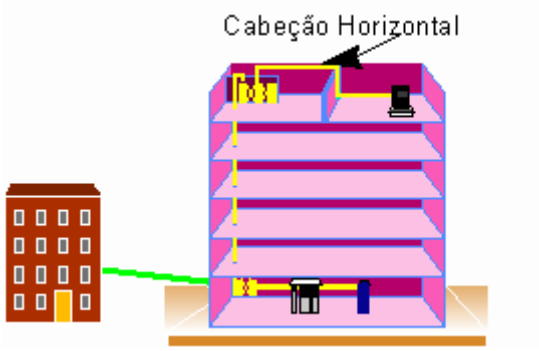


Figura 11 - Cabeamento Horizontal [6].

A Figura 12 mostra a distância limite entre os equipamentos.

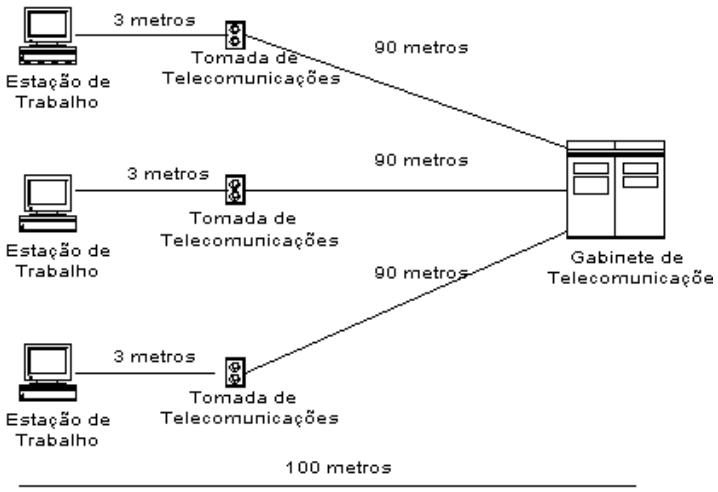


Figura 12 - Distâncias Limites [6].

A Figura 13 mostra uma tomada de telecomunicações, usada para conectar cada estação de trabalho ao cabeamento.

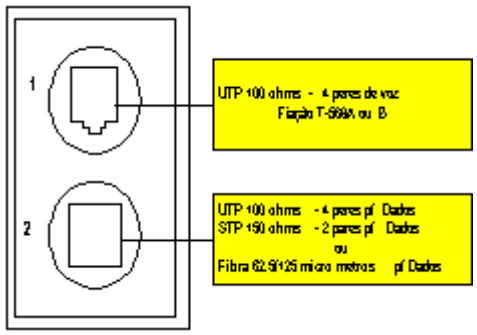


Figura 13 - Tomada de Telecomunicação [6].

O cabeamento horizontal pode ser implementado pelas seguintes mídias de comunicação [3]:

- Cabo UTP (*Unshielded Twisted Pair*) de 4 pares (24 AWG – com condutores sólidos);
- Cabo STP (*Shielded Twisted Pair*) de 2/4 pares;
- Cabo FTP (*Foil Twisted Pair*) de 4 pares;
- Cabo de fibra ótica Multimodo de 2 fibras (62.5 / 125µm).

Maiores informações sobre os tipos de cabos, citados acima, podem ser visualizadas na seção 2.9.

Na implantação da malha horizontal de uma rede, existem vários fatores relevantes [3]:

- Todo cabeamento horizontal é constituído de um ponto de telecomunicação, da terminação mecânica e dos *patch* ou *jumper cables* (cabos de ligação);
- Permite a conexão cruzada;
- Por exigência de norma, deve estar ligado ao painel de distribuição existente no pavimento servido;
- O cabo UTP deve ser instalado com uma folga de 3 metros no armário/painel e 30 cm nas caixas de tomadas (*outlets*), e 7 metros e 1 metro, respectivamente, quando se usar fibra;
- Não deverão existir emendas ou extensões;
- O comprimento do cabo jamais poderá exceder 90 metros;
- O *patch cord* e o *patch cable* não devem somar mais de 10 metros;
- Deve prover um mínimo de duas tomadas no ponto de telecomunicação;

- Os cabos devem ser terminados em painéis dentro da mesma categoria dos cabos ou maior;
- A posição das caixas de terminação deve facilitar a manutenção, expansão e remanejamento de equipamentos;
- Os cabos devem passar por dutos ou áreas que não sofram com elementos gerados de EMI;
- É exigida a disponibilização de duas tomadas por ponto de telecomunicação e no mínimo uma das tomadas deve ser conectada a um cabo UTP 4 pares.

Todos esses pontos compõem uma lista de cuidados e detalhes que devem ser levados em conta ao se fazer um projeto ou instalação de cabeamento. Outras considerações devem ser avaliadas, como a infra-estrutura para passar os cabos [3].

2.4.6 ÁREA DE TRABALHO

Nesse subsistema se encontram todos os equipamentos que realmente são os elementos de trabalho dos usuários. São considerados equipamentos desta área [3]:

- Estações de trabalho (computadores);
- Terminais de dados;
- Telefones ou terminais de PABX;
- Câmeras de vídeo;
- Sensores; etc.

A área de trabalho (*Work Area*) engloba também os cabos de ligação, mais conhecidos como *Patch Cords*. Fazem parte desse conjunto todos os cordões modulares, cabos de adaptação (*baluns*), cordões de fibra e adaptadores.

Os outros subsistemas do cabeamento ficam praticamente restrito aos técnicos, sendo esta a única área do cabeamento na qual o usuário interage.

Quanto à organização da Área de Trabalho, é importante considerar para questão de projeto um mínimo de 1 ponto de telecomunicações a cada 10 m². Um ponto de telecomunicação representa um mínimo de duas tomadas.

Vale ressaltar que nem sempre se pode seguir com tanta rigidez o que é informado por uma norma de padronização. A grande verdade é que o bom senso deve prevalecer [3].

Na Figura 14 pode-se observar uma Área de Trabalho, com integração de sinais de dados e voz ligados a uma mesma tomada.

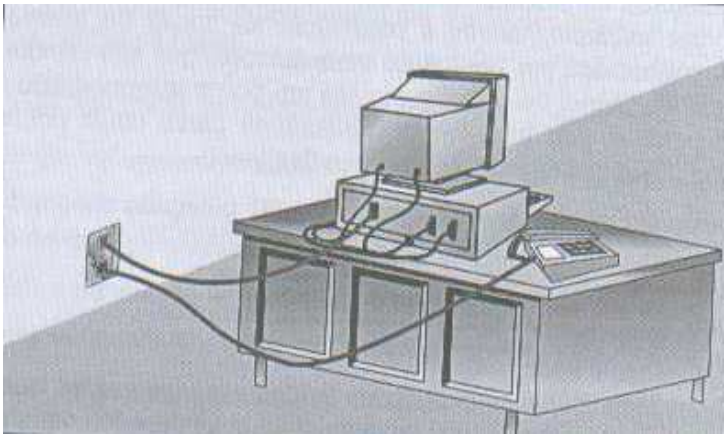


Figura 14 - Área de trabalho [3].

2.5 SISTEMAS BCS X IBCS

Com o conhecimento prévio dos subsistemas que compõem um ambiente com cabeamento estruturado, maiores detalhes sobre as tecnologias e soluções que estão no mercado podem ser entendidos [3].

Os fabricantes são inúmeros, as soluções e facilidades maiores ainda. O preço é o fator de peso na tomada das decisões, mas inúmeras outras questões devem ser consideradas pelos profissionais da área [3]:

- Recursos;
- Flexibilidade;
- Organização;
- Facilidade de expansão;
- Versatilidade;
- Acabamento;
- Suporte técnico;
- Facilidade de instalação.

Maiores informações sobre as características vistas acima consultar a Tabela 1.

“É dentro deste arcabouço de opções e soluções que devemos nos nortear para termos certeza de que estamos trabalhando com um produto de qualidade que satisfaça nossas exigências e particularidades” [3].

Dentro de tudo que foi falado, percebe-se duas linhas de tecnologia que permeiam no mundo do cabeamento e direcionam todas as linhas de tecnologia que existem no mercado: os Sistemas BCS e IBCS.

A sigla BCS significa *Building Cabling System* ou Sistema de Construção de Cabeamento. É um sistema de padrão americano. Traz como característica básica o uso de *Patch Panels* ou Painéis de Distribuição fixos, montados em *racks* ou armários de 19 polegadas.

A sigla IBCS significa *Integrated Building Cabling System* ou Sistema de Construção de Cabeamento Integrado. É um sistema de padrão europeu e tem como característica básica a utilização de blocos de conexão para criar o painel de distribuição, deixando de lado o uso de *Patch Panels*.

Basicamente, a diferença entre as duas soluções está na possibilidade de Sistemas em Blocos (IBCS) individualizar os pares do cabo possibilitando injetar o sinal par a par, em um mesmo cabo UTP (*Unshielded Twisted Pair)* de 4 pares, como sinais de dados e voz, por exemplo.

Um sinal de voz utiliza apenas um par de fios e um sinal de dados, em muitos casos, só utilizará 2 pares. Isso explica a possibilidade de individualizar os pares. Caso isso seja feito, será necessário utilizar um duplicador na tomada de saída da área de trabalho, para permitir a separação e uso de cada sinal separadamente.

Já a solução BCS (*Building Cabling System*) não individualiza os pares, possibilitando em cada tomada apenas um sinal de telecomunicação [3].

A Tabela 1 faz um comparativo entre as duas soluções apresentadas.

Tabela 1 - Comparação entre os Sistemas BCS e IBCS [3].

Descrição	BCS	IBCS
Instalação	Fácil – dependendo do fabricante necessita-se ou não de ferramenta específica para montagem.	Fácil – em todas as soluções estudadas necessita-se do uso da ferramenta, para inserção dos pares.
Organização	Após sua execução, apresenta uma ótima organização tanto visual quanto física, mas ocupa muito espaço.	Após sua execução, apresenta uma boa organização, ficando a responsabilidade maior nas mãos do instalador, que deve conhecer a tecnologia para fazer um acabamento bem feito. Ocupa pouco espaço, sendo muito interessante para ser usado nos antigos quadros DG (Distribuidor Geral) ou mesmo em armários.

Identificação	A identificação fica clara e com bom espaço para a sua visualização.	A identificação geralmente é feita lateralmente, não havendo maiores problemas para sua visualização.
Flexibilidade	Flexível em relação à possibilidade de manobras dos pontos, mas extremamente engessado na possibilidade de utilização de um cabo com múltiplas funções.	Bastante flexível tanto para manobra de pontos quanto na utilização de um ponto com múltiplas funções. Melhor aproveitamento dos recursos instalados, e do investimento aplicado.
Versatilidade	Bastante versátil, mas muitas vezes fica impedido de maiores expansões do painel de distribuição num mesmo nível, por questão de espaço.	Grande versatilidade, devido especialmente ao seu porte compacto no que se refere ao painel de distribuição. Facilita muitas vezes a expansão da rede.
Performance	A performance desta solução atende atualmente a todos os requisitos exigidos pelas normas nacionais e mundiais.	A performance desta solução também atende atualmente a todos os requisitos exigidos pelas normas nacionais e internacionais.

2.6 LEVANTAMENTO DOS DADOS

O levantamento dos dados serve de base para a elaboração do sistema que será suportado pelo cabeamento estruturado.

É importante frisar que os enlaces que interligam os nós da rede podem ser via radioenlace, fibra óptica ou até mesmo por cabos de pares, dependendo da distância entre os nós, das facilidades de propagação e da disponibilidade dos meios alugados [3].

Agora é importante se levantar a demanda de pontos, determinando a sua localização e quantidade.

2.7 PROJETO DE REDES

O projeto é a alma do cabeamento. Trata-se de um roteiro detalhado, especificando cada subsistema de uma rede estruturada, buscando-se incorporar à obra toda a segurança exigida num investimento como este [3].

A Figura 15 mostra todos os pontos de um projeto, ou seja, os seis subsistemas formados na estruturada de um prédio.

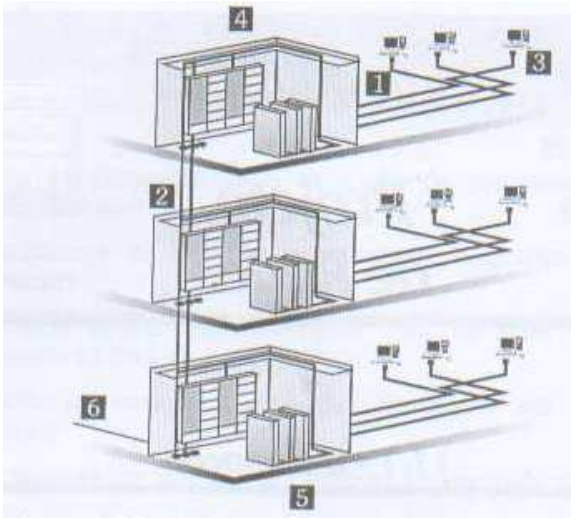


Figura 15 - Ambiente de Construção de um Projeto [3].

Agora serão traçadas as etapas de suma importância para se construir um projeto.

2.7.1 LEVANTAMENTO DE DEMANDA

Esta é a primeira etapa e uma das mais importantes. Aqui são definidos, junto ao cliente, os sinais que serão integrados, as áreas envolvidas no processo e os recursos necessários.

Um cuidado inicial passa pelo levantamento bem feito dos pontos necessários, para atender as necessidades atuais e futuras da empresa. É necessário dar vida útil mínima ao projeto de cinco a dez anos, sem que haja a necessidade de grandes alterações [3].

2.7.2 ESCOLHA DA SOLUÇÃO

Nessa etapa é feita a escolha da melhor solução que atenda as expectativas da empresa, ou seja, é neste momento que será escolhido um tipo de solução: BCS (*Building Cabling System)* ou IBCS (*Integrated Building Cabling System*).

Um acontecimento que deve ser evitado é o de se procurar um fabricante que não tenha um distribuidor autorizado no país [3].

2.7.3 ESPECIFICAÇÃO DO PROJETO

Nesta etapa, após conhecidos todos os desejos da empresa referentes ao cabeamento que será instalado, deve ser definida a organização de toda a estrutura.

Alguns pontos devem ser considerados, tais como [3]:

- Movimentação de pessoas pelos ambientes;
- Remodelação de *layouts*;
- Reorganização das áreas de trabalho;
- Organização dos Subsistemas;
- Visão do horizonte para as mudanças tecnológicas.

2.7.4 QUANTIFICAÇÃO DE MATERIAL

Nessa quarta fase será preparada a lista de material necessária à implantação do cabeamento. Para compor essa lista de material, existem vários produtos utilizados para criar a infra-estrutura [3]:

- Tomada fêmea RJ45: tomada que está localizada na área de trabalho. Possibilita a ligação dos equipamentos à rede;

- Espelhos de acabamento: acabamento da caixa de terminação, onde se encontram as tomadas na área de trabalho;

- Cabo de malha horizontal: é dimensionado de acordo com o número de pontos de telecomunicação e as distâncias entre esses pontos e o armário de telecomunicação. Cada tomada num ponto de telecomunicação possui um cabo ligado a ela;

- Painel de distribuição: usado para terminar o cabo que chega das tomadas. Fica localizado no armário de telecomunicações e será determinado de acordo com o padrão usado na solução. No caso da escolha pelo sistema IBCS (*Integrated Building Cabling System*), ele será formado por blocos.

- Organizadores de cabo: o seu uso não é obrigatório, mas valoriza uma instalação pelo efeito visual causado;

- *Rack*: Caso seja usado o *rack*, deve-se especificar o seu modelo (aberto ou fechado). Com relação ao tamanho, todos eles suportam a fixação de painéis de 19 polegadas, e a altura é calculada pelo número de painéis e organizadores que forem estimados;

- Cordões de ligação: são estimados de acordo com o número de pontos de telecomunicação existente na instalação. Para cada tomada deve existir o seu *Path Cord* (cordão de 3,0m que liga o equipamento à tomada no ponto de telecomunicação). Com base no número de portas de conexão do armário de telecomunicações, é definido o número de *patch cables* e *jumper cables*. Os *Patch Cables* ligam os elementos ativos ao painel de distribuição e os *jumpers cables* fazem a ligação de um painel de distribuição ao outro, proporcionando o *Cross-Connect* (Conexão Cruzada). Esses cordões devem ser construídos com cabo UTP (*Unshielded Twisted Pair*) flexível, visando maior durabilidade;

- Cabo *backbone*: esse elemento deve ser definido de acordo com as aplicações que serão integradas no cabeamento;
- Etiquetas de identificação: são utilizadas na demarcação dos pontos;
- Abraçadeiras: são utilizadas para organizar os cabos que chegam ao armário ou *rack*;
- Duplicadores e adaptadores: são utilizados na área de trabalho. Esses elementos só são especificados após o conhecimento dos equipamentos que estarão ligados às pontas;
- Elementos protetores: é exigido o uso de protetores de corte para cada linha de entrada do meio externo (companhia telefônica), para garantir a segurança dos equipamentos que recebem as linhas de tronco;
- Outros: Caixa de terminação de fibra óptica, cordões de fibra óptica e etiquetas de marcação para cabos.

Todos esses elementos devem ser especificados de acordo com a tecnologia escolhida. O que deve ser considerado de extrema importância é conhecer bem a solução antes de especificar todo o material para uma implantação [3].

2.8 ELEMENTOS ATIVOS

No mundo da conectividade, vários são os aspectos atualmente estudados e pesquisados com o simples objetivo de atingir a melhor lógica de interconexão, valorizando a performance, o gerenciamento, a forma de interligação, o custo x benefício e os meios físicos utilizados para o tráfego da informação.

Desta forma, os elementos ativos, que são formados por todos os equipamentos que proporcionam o funcionamento adequado da rede, se interagem produzindo um sistema de comunicação balanceado e estruturalmente equilibrado.

O cabeamento estruturado não deve depender dos elementos ativos para ser projetado e nem organizado, mas devemos nos conscientizar que todos eles poderão ser usados em nossa estrutura física sem o menor problema [3].

Os elementos ativos são classificados conforme algumas características, tais como [3]:

- Velocidade e performance na transmissão de dados;
- Aprimoramento ou modelagem dos dados;
- Gerenciamento dos dados e processos (qualitativos e quantitativos);
- Abrangência do espectro da comunicação (maior número de usuários);
- Facilidade na interoperabilidade dos equipamentos projetados, especificamente para trabalharem em conjunto.

Podemos relacionar os equipamentos de acordo com sua função ou com os objetivos a serem cumpridos, que passam por [3]:

- Segurança na destinação e de conteúdo;
- Velocidade na transmissão;
- Abrangência de distâncias limites;
- Distribuição de dados inteligentemente direcionados;
- Flexibilização nas conversões entre plataformas diferenciadas.

2.8.1 REPETIDOR

Os repetidores, geralmente, são utilizados para interligar duas ou mais redes de mesma topologia. Eles recebem os pacotes das sub-redes que interligam e repetem para as

demais sub-redes. Sua função é regenerar o sinal recebido e então, retransmiti-lo, permitindo que computadores muito distantes possam se comunicar. Pode-se dizer que um repetidor funciona como um amplificador.

Quando um sinal viaja uma longa distância, ele degrada e torna-se distorcido num processo conhecido como atenuação. Se a distância a ser percorrida é muito grande, a atenuação pode tornar o sinal irreconhecível. Um repetidor pega o sinal que chega em sua entrada, regenera o sinal e o passa para o próximo segmento ligado a sua saída.

Os repetidores não realizam nenhuma função de filtragem ou de codificação. Geralmente possuem várias entradas e várias saídas. Alguns repetidores possuem entradas para um tipo de cabeamento e saídas para diferentes tipos de cabeamento e podem portanto, ser utilizados para mover dados de um tipo de meio para outro [3].

A Figura 16 mostra um repetidor conectando duas sub-redes.

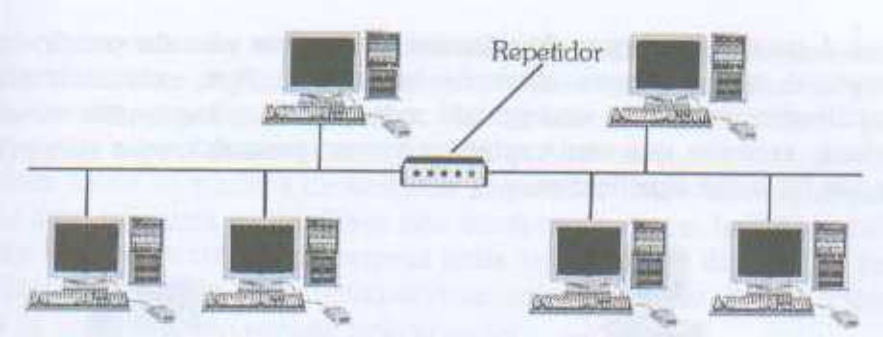


Figura 16 - Ligação via repetidor [3].

2.8.2 PONTE

Agora que é conhecido o funcionamento básico de um repetidor, é possível entender o funcionamento das Pontes. Elas são dispositivos utilizados na expansão de redes da mesma maneira que os repetidores, porém filtram as informações que por elas trafegam. São utilizadas para isolar o tráfego de uma LAN quando várias LANs estão interligadas, ou dividir uma rede em redes menores de menor tráfego.

Enquanto os repetidores sempre conectam elementos de uma rede de área local, as pontes podem conectar segmentos locais a outros segmentos de topologias diferentes. Seus dois principais objetivos são: extensão de uma rede e segmentação do tráfego.

Entende-se por extensão da rede a possibilidade da rede atender a uma área além do limite do meio físico, e segmentação do tráfego como sendo a possibilidade de limitar o tráfego de uma sub-rede dentro dela mesma.

As pontes só encaminham o tráfego de um sistema de cabos se ele estiver endereçado aos dispositivos do outro sistema.

Uma ponte "ouve" todo o tráfego da rede checando o endereço fonte e destino (endereços MAC, da placa de rede) de cada pacote e monta uma tabela de roteamento com base nestes endereços.

Inicialmente a tabela de roteamento, armazenada na memória RAM da ponte, está completamente vazia. Conforme os pacotes vão chegando à ponte, o endereço fonte e o identificador do segmento por onde o pacote chegou são anotados na tabela de roteamento. Desta maneira, a ponte "aprende" em qual segmento cada *host* está conectado.

Uma ponte retransmite pacotes utilizando o seguinte algoritmo: se o endereço destino não está na tabela de roteamento a ponte transmite o pacote em todos o segmentos nela conectados. Se o endereço destino está na tabela de roteamento, a ponte transmite o pacote no seguimento associado a esse endereço na tabela de roteamento. Se o endereço destino e o endereço fonte estiverem associados ao mesmo segmento a ponte simplesmente ignora o pacote.

A grande vantagem de se usar uma ponte vem do crescimento de desempenho que se pode obter de uma rede. Pois, com o uso desta, se consegue segmentar uma grande rede em vários seguimentos menores. Essa vantagem apenas persistirá se o tráfego inter-redes não for muito significativo [3].

Na Figura 17 pode-se observar uma ponte ligando sub-redes de topologias diferentes.

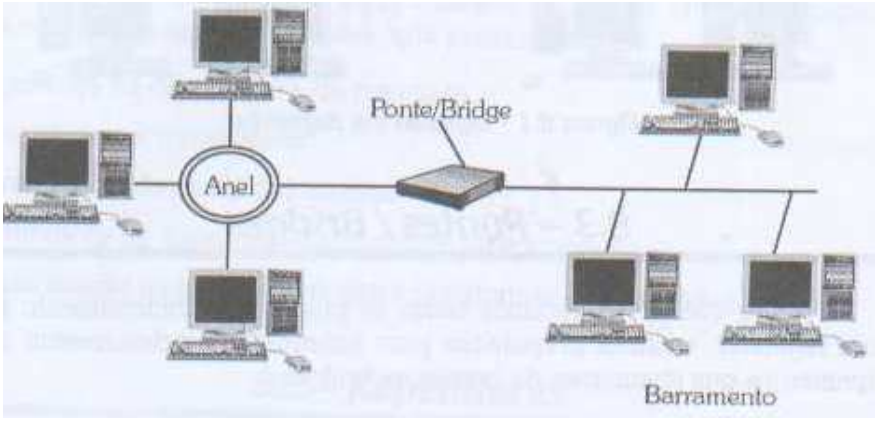


Figura 17 - Ligação via Pontes [3].

2.8.3 ROTEADOR

Assim como as pontes aperfeiçoam a funcionalidade dos repetidores, os roteadores aperfeiçoam o uso das pontes.

Sua função é determinar qual a melhor rota para que um pacote viaje do computador que o enviou ao computador destino.

Os roteadores, da mesma maneira que as pontes, mantêm em suas memórias uma tabela de roteamento contendo as seguintes informações: todos os endereços de rede conhecidos, como a conexão com outras redes deve ser realizada (protocolo), os caminhos possíveis entre os roteadores a eles conectados, o custo para enviar dados sobre cada caminho. Os roteadores escolhem um caminho com base na sua disponibilidade e custo.

Quando uma rede é formada por vários segmentos, cada um com diferentes protocolos e arquiteturas, uma ponte pode não ser adequada para garantir uma comunicação rápida entre todos os segmentos. Uma rede com esta complexidade necessita de um dispositivo que saiba não somente os endereços fonte e destino de cada pacote, mas que possa também determinar o melhor caminho para o envio de dados e que tenha a capacidade de filtrar pacotes *broadcast*. Este dispositivo é conhecido como roteador.

Os roteadores podem compartilhar informações de status e roteamento com outros roteadores e usar estas informações para evitar conexões lentas ou defeituosas.

Os roteadores têm acesso a mais informações que as pontes, por isso, podem realizar uma melhor entrega de pacotes. Em contrapartida, roteadores são, geralmente, mais lentos que as pontes [3].

Na Figura 18 tem-se LANs conectadas via roteador.

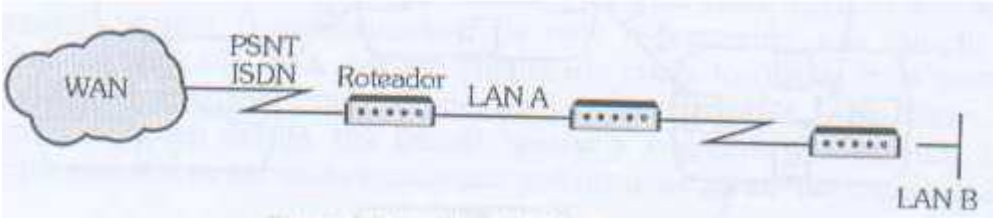


Figura 18 - Ligação via Roteador [3].

2.8.4 GATEWAY

Em contraste com as pontes, os gateways operam proporcionando maior flexibilidade. A função de um gateway é tornar possível a comunicação entre ambientes computacionais completamente diferentes. Eles reempacotam e convertem dados entres os vários ambiente de computação utilizados. Os gateways são utilizados para interligar sistemas que utilizam protocolos de comunicação, formatos de dados, linguagens ou arquiteturas diferentes.

Um gateway recebe os dados de um ambiente computacional através da pilha de protocolo deste ambiente, desempacota os dados e então, empacota novamente os dados utilizando a pilha de protocolos do ambiente computacional destino. Geralmente, um gateway é um servidor dedicado na rede [3].

A Figura 19 mostra várias redes que utilizam protocolos diferentes, mas que se comunicam atrávés de gateways.

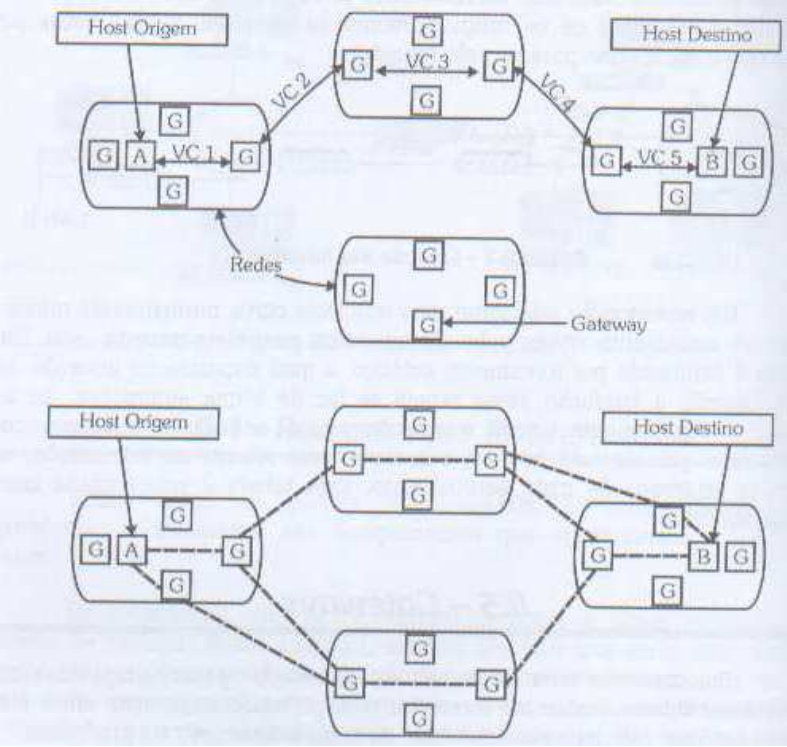


Figura 19 - Circuitos Virtuais Concatenados x Interconexão por Pacotes [3].

2.8.5 HUB

Os hubs são simplesmente dispositivos eletrônicos que implementam dentro de si uma determinada topologia de rede. Atuam na camada física.

Os cabos que saem dos *hosts* da rede são conectados um em cada porta do hub. A utilização de hubs traz como vantagens: a expansão da rede, que pode ser conseguida simplesmente conectando o hub em outro *host* ou hub; pode-se utilizar diferentes portas para tipos de cabos diferentes; o monitoramento do tráfego e das atividades da rede torna-se centralizada no hub, muitos hubs podem diagnosticar o perfeito ou não funcionamento de uma conexão; nas topologias em barramento, a quebra de um cabo não implicaria no particionamento completo da rede, somente na interrupção da conexão entre um *host* e o hub; e para a rede ser completamente particionada o hub deveria falhar.

Na interligação de um hub a outros do mesmo gênero existem duas técnicas:

Uma é a técnica do cascateamento (cascate). No cascateamento, o sinal de uma porta hub é ligado à porta de outro hub, ligando assim os barramentos distintos desses hubs. O problema deste tipo de ligação está relacionado com a perda de performance em cada nível de cascata, onde o número máximo de níveis de cascateamento permitidos não deve ultrapassar a três. A extrapolação desses níveis pode comprometer o funcionamento geral da rede. Cada nível de cascata existente compromete a performance em 20%, acrescido nível a nível.

Outra técnica de interligação de hubs é o empilhamento. Nessa técnica se permite que os hubs sejam interligados por uma porta especial de expansão. Assim, ocorre uma expansão do barramento, que leva a uma perda de performance menor, se comparada com a técnica do cascateamento.

Um detalhe que pode ser levantado refere-se ao limite da distância dos cabos usados para cascatear ou empilhar um hub. No cascateamento essa distância é de 100 metros (limite estabelecido pela característica do cabo) e no empilhamento essa distância deverá ser no máximo 7 metros, utilizando cabos metálicos paralelos [3].

Na Figura 20 tem-se um hub ligado a três estações de trabalho. Cada estação é ligada à uma porta do hub.

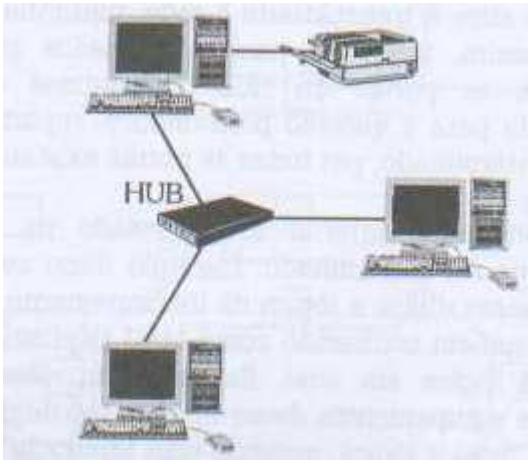


Figura 20 - Ligação entre HUB's [3].

2.8.6 SWITCH

Este equipamento foi a evolução natural do HUB, com a vantagem de permitir o máximo de performance da banda de passagem determinada para um padrão específico em cada porta de conexão.

Imagine que, numa rede de 100Mbps, você tenha 4 pequenas redes ligadas ora numa ponte e ora num comutador. Quando uma máquina de rede 1 quiser conversar com outra máquina de rede 2 e uma máquina de rede 3 quiser comunicar com uma máquina da rede 4, os pares comunicantes estarão compartilhando os 100Mbps disponíveis se estiverem conectados através de um hub, entretanto se a interligação for feita através de um switch cada par comunicante terá 100Mbps disponíveis para se comunicarem pois estarão utilizando circuitos independentes.

Suponha agora que uma máquina da rede 1 e uma máquina de rede 2 desejem se comunicar com uma máquina de rede 3. Neste caso, mesmo utilizando um comutador as máquinas da rede 1 e 2 deverão compartilhar os 100Mbps disponíveis pois não será possível o estabelecimento de circuitos independentes.

O funcionamento dos switches é idêntico ao funcionamento dos hubs, a única diferença é que os switches estabelecem, quando possível, circuitos independentes para cada par comunicante [3].

A Figura 21 ilustra duas sub-redes conectadas à hubs e posteriormente ligadas por um switch.

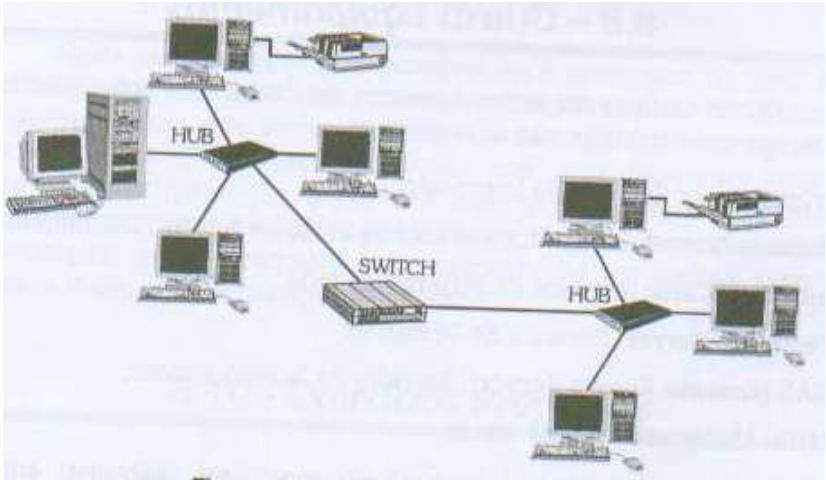


Figura 21 - Ligação de um Switch [3].

2.9 CABOS UTILIZADOS

Os cabos de uma rede podem ser vistos como o esqueleto de sustentação. A opção pelo cabo ideal depende de alguns aspectos [3].

2.9.1 CABOS TRANÇADOS

O par trançado tornou-se muito usado devido a falta de flexibilidade de outros cabos e por causa da necessidade de se ter um meio físico que conseguisse uma taxa de transmissão alta e mais rápida. Eles possuem dois ou mais fios entrelaçados em forma de espiral e, por isso, reduzem o ruído e mantém constante as propriedades elétricas do meio, em todo o seu comprimento.

O par trançado, que pode ter transmissão tanto analógica quanto digital, tem como desvantagem a sua susceptibilidade às interferências a ruídos (eletromagnéticos e rádio freqüência). Esses efeitos podem, entretanto, ser minimizados com blindagem adequada.

O cabo de par trançado é o meio de transmissão mais barato no mercado. Esse cabo se adapta muito bem às redes com topologia em estrela, onde as taxas de dados mais

elevadas permitidas por ele e pela fibra óptica ultrapassam, e muito, a capacidade dos equipamentos disponíveis com a tecnologia atual para esse tipo de rede [7].

Surgiram novos tipos de cabos de pares trançados que incorporaram uma nova tecnologia para atender novas exigências [3]:

- UTP (*Unshielded Twisted Pair*) – Cabo de par trançado não blindado;
- STP (*Shielded Twisted Pair*) – Cabo de par trançado blindado;
- SCTP (*Screened Twisted Pair*) – Cabo de par trançado com blindagem externa;
- FTP (*Foil Twisted Pair*) – Cabo de par trançado folheado.

Cada tipo de cabo, conforme especificado acima, vem atender a necessidades específicas [3].

A Figura 22 mostra um cabo de par trançado UTP, categoria 5E.

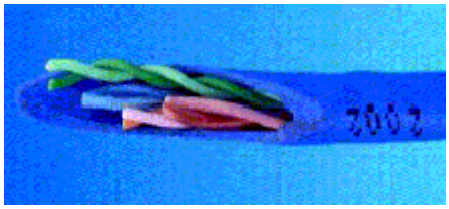


Figura 22 – Cabo CAT 5E UTP - Par Trançado não blindado [7].

A Figura 23 mostra um cabo de par trançado FTP, categoria 5.

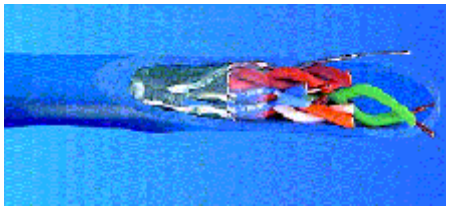


Figura 23 – Cabo CAT 5 FTP - Par Trançado Protegido [7].

A Figura 24 mostra um cabo de par trançado UTP, categoria 6.

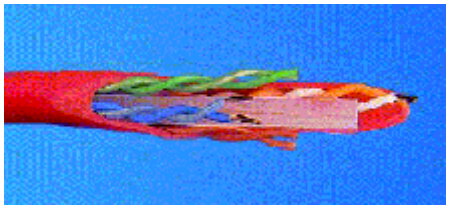


Figura 24 – Cabo CAT6 UTP - Par Trançado não blindado, com guia de separação entre pares [7].

A Figura 25 mostra um cabo de par trançado STP, onde podemos perceber a blindagem separando os pares.

Figura 25 – Cabo STP - Par Trançado blindado par a par [7].

Hoje em dia, o par trançado também está sendo usado com sucesso em conjunto com sistemas ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) para viabilizar o tráfego de dados a uma velocidade extremamente alta: 155 megabits/seg [7].

Com base na norma americana EIA/TIA 568-A, o par trançado obedece ao seguinte padrão de desempenho [3]:

- Categoria 3: 16 MHz;
- Categoria 4: 20 MHz;
- Categoria 5: 100 MHz;
- Categoria 5e: 100 MHz (com melhora na resposta do cabo para freqüências maiores);
- Categoria 6: 250 MHz;
- Categoria 7: 600 MHz.

Os cabos de 250 a 600 MHz ainda estão sendo considerados na próxima versão da norma (EIA/TIA 568-A) [3].

2.9.2 CABOS ÓPTICOS

Fibras ópticas são elementos de transmissão que utilizam sinais de luz codificados para transmitir os dados [8].

Na Figura 26, vê-se três tipos de cabos de fibras ópticas.

"Tight" **Anti Roedor** **Geleado**

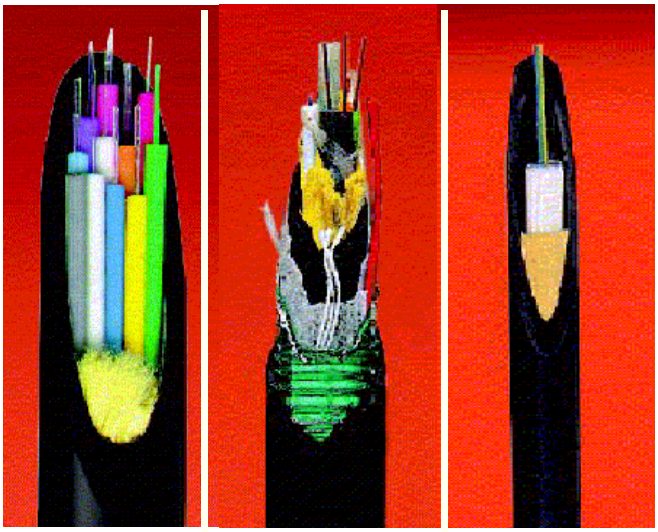


Figura 26 - Tipos de cabos ópticos [7].

A Figura 27 mostra um esquema de um cabo de fibra óptica do tipo *Loose* (Geleado).

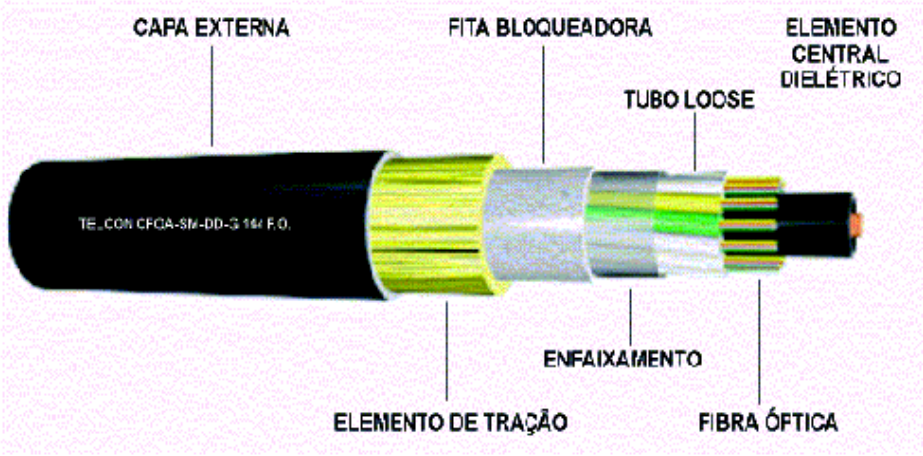


Figura 27 - Cabo de FO Tipo *Loose* (Geleado) [7].

A fibra óptica oferece algumas vantagens sobre o cabo metálico, pois atende a longas distâncias, preservando o sinal original por uma distância muito maior. Pode ser feita de plástico ou de vidro, revestida por um material com baixo índice de refração. Além destes

dois materiais, a fibra possui também um revestimento plástico que lhe garante um proteção mecânica contra o ambiente externo [5, 8].

Para a transmissão dos sinais, além do cabo óptico, precisa-se de um conversor de sinais elétricos em sinais ópticos, um transmissor e um receptor dos sinais ópticos, e um conversor dos sinais ópticos em sinais elétricos.

As linhas de fibras ópticas possuem uma taxa de transmissão muito mais alta do que nos sistemas físicos convencionais como o cabo coaxial e o par trançado.

A fibra óptica é completamente imune a interferências eletromagnéticas, podendo ser instalada em lugares onde os fios e cabos não podem passar. Também não precisa de aterramento e mantém os pontos que liga eletricamente isolados um do outro [8].

Quanto à capacidade de transmissão das fibras, a tecnologia atual caracteriza-se por três tipos distintos [5, 8]:

- Multimodo com índice degrau: Possuem núcleo composto por um material homogêneo, de índice de refração constante e sempre superior ao da casca. A luz que incide no cabo pode percorrer vários caminhos, ocasionando o alargamento do impulso luminoso ao término do percurso (utilizada em redes LAN);

- Multimodo com índice gradual: Possuem o núcleo composto por um índice de refração variável, crescente da periferia para o centro. Essa variação do índice permite a redução do alargamento do impulso luminoso (utilizada em redes LAN);

- Monomodo: Possuem um núcleo de dimensões reduzidas. Esta característica reduz drasticamente o alargamento do impulso. Esta redução permite uma excepcional condição para transmissão de grande número de informações simultâneas (utilizada geralmente em redes WAN).

O alto custo da instalação e manutenção das fibras ópticas constitui atualmente o maior obstáculo para utilização desta modalidade de transmissão de dados [8].

3 INFRA-ESTRUTURA DE REDE ATUAL

3.1 LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS NA ESTRUTURA DE REDE ATUAL

Dentre os padrões estabelecidos por norma, no Cabeamento Estruturado, a rede do campus Magnus possui alguns problemas, que podem ser corrigidos com a estruturação da mesma.

Um projeto estruturado requer diversos cuidados, que vão desde a tomada de decisões com relação a segurança e desempenho, até decisões quanto a aparência física da rede.

Dentre os problemas mais comuns encontrados no campus Magnus, podem ser citados:

3.1.1 MÁ ORGANIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E CABOS

Geram um efeito visual desagradável, dificulta operações de manutenção e ainda expõe o equipamento a danos desnecessários.

3.1.2 EXPOSIÇÃO DE CABOS EM LOCAIS COM LIVRE MOVIMENTAÇÃO DE PESSOAL

Pode gerar danos aos materiais utilizados por tropeços ou pisadas mais fortes aos cabos gerando comprometimento ou até mesmo paralisação da rede.

3.1.3 ESCASSEZ DE SERVIDORES NA REDE

Na Figura 28 se vê um servidor de impressão, gerenciando uma impressora e três estações de trabalho.

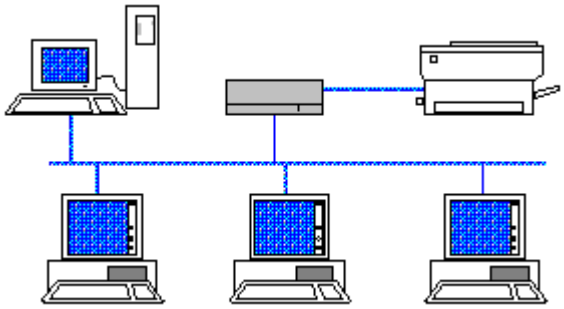


Figura 28 - Servidor de Rede [9].

Numa organização normal com vários computadores, estes encontram-se ligados em rede. Para gerir esta rede existem habitualmente computadores dedicados a fazer a gestão da rede que são chamados servidores.

Os servidores utilizam sistemas operacionais especiais os quais são normalmente versões dos outros sistemas operacionais, mas com mais componentes para gerir usuários, segurança de determinados arquivos, compartilhamento de recursos como impressoras, etc.

Os sistemas mais utilizados em servidores é o Windows NT/2000, o Linux e várias variantes de UNIX. Um servidor pode ter clientes que utilizam diversos tipos de sistemas operacionais [9].

Portanto, a ausência de servidores em uma rede pode causar transtornos por dificuldades de gerenciamento.

3.1.4 INDISPONIBILIDADE DE PONTOS DE REDE DENTRO DAS SALAS DE AULA

Indisponibiliza que as salas de aula usufruam a rede instalada no campus.

3.1.5 ESPAÇO MUITO PEQUENO PARA ALOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Dificulta futuras expansões e operações de manutenção, devido ao restrito espaço disponível para se trabalhar no local.

3.1.6 AUSÊNCIA DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO, INCLUSIVE DE VENTILAÇÃO ADEQUADA NAS ÁREAS EQUIPADAS

Podem gerar danos aos equipamentos, ocasionando em maiores custos devido aos gastos com manutenção.

3.1.7 NÃO HÁ CONTROLE DE UMIDADE E TEMPERATURA SOBRE OS EQUIPAMENTOS

Também podem causar danos aos equipamentos, aumentando custos com manutenção.

3.1.8 NÃO HÁ ESPECIFICAÇÃO, DE ACORDO COM AS NORMAS, DOS LOCAIS EXATOS ONDE OS EQUIPAMENTOS DEVEM SER INSTALADOS

A falta de tais especificações gera desorganização e falta de padronização.

3.2 DESCRIÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DE REDE ATUAL

A rede instalada nos dois primeiros prédios do campus Magnus da UNIPAC é composta por cabeamento de par trançado, 11 hubs de 16 portas e um 1 switch de 16 portas.

Nos laboratórios (Prédio 2) a ligação entre as estações é feita única e exclusivamente com par trançado. Posteriormente as estações são ligadas a hubs. Existem dois hubs de 16 portas em cada laboratório, exceto no de Física, onde existe apenas 1 hub, também de 16 portas.

As Tabelas 2 e 3 mostram a distribuição dos pontos de dados da rede do Campus Magnus nos prédios 1 e 2.

Tabela 2 - Distribuição dos pontos de dados - Prédio 1.

Prédio 1	
Salas	**Pontos de Dados**
Secretaria	3
Financeiro	1
Administração	3
Diretoria da FASAB	1
Coordenação dos cursos da FASAB	5

Tabela 3 - Distribuição dos pontos de dados - Prédio 2.

Prédio 2	
Salas	**Pontos de Dados**
Laboratório de Informática	30
Laboratório de Programação I	30
Laboratório de Programação II	30
Laboratório de Programação III	30
Laboratório de Física	15
Direção da FACICS	1
Administração	3

No 1º prédio, existem elementos ativos apenas no 1º andar, todos localizados no CPD. Neste ponto se encontram: 1 switch de 16 portas e um hub, também de 16 portas.

No 2º prédio, 3ºandar, há 2 hubs de 16 portas, empilhados, no Laboratório de Computação I e 2 hubs de 16 portas, também empilhados, no Laboratório de Informática. No 2º andar há 2 hubs de 16 portas, empilhados, no Laboratório de Computação II, 2 hubs de 16 portas, empilhados, no Laboratório de Computação III, 1 hub de 16 portas no Laboratório de Física e 1 hub de 16 portas na Sala de Administração.

As Tabelas 4 e 5 mostram a distribuição dos elementos ativos da rede do Campus Magnus nos prédios 1 e 2.

Tabela 4 - Distribuição dos Elementos Ativos - Prédio 1.

Distribuição dos Elementos Ativos – Prédio 1	
CPD	1 Hub de 16 portas, 1 Switch de 16 portas

Tabela 5 - Distribuição dos Elementos Ativos - Prédio 2.

Distribuição dos Elementos Ativos – Prédio 2	
Laboratório de Informática	2 Hubs de 16 portas
Laboratório de Computação I	2 Hubs de 16 portas
Laboratório de Computação II	2 Hubs de 16 portas
Laboratório de Computação III	2 Hubs de 16 portas
Laboratório de Física	1 Hub de 16 portas
Sala de Administração	1 Hub de 16 portas

3.3 ANÁLISE DE DESEMPENHO DA REDE ATUAL

Para o cálculo de desempenho da rede atual deve-se, inicialmente, dividir a rede em segmentos.

3.3.1 CÁLCULO DO DESEMPENHO DOS SEGMENTOS DE REDE:

Deve-se calcular o desempenho de cada segmento da rede e, posteriormente, calcular o desempenho global.

3.3.1.1 Os segmentos da rede:

Os segmentos são divididos de acordo com as necessidades de se isolar o tráfego de informações que não são, ou que não podem ser, utilizadas por todos eles.

1. Secretaria / Financeiro (Prédio 1);
2. Administração (Prédio 1);
3. Diretoria / Coordenação (Prédio 1);
4. Laboratório de Informática (Prédio 2);
5. Laboratório de Computação I (Prédio 2);
6. Laboratório de Computação II (Prédio 2);
7. Laboratório de Computação III (Prédio 2);
8. Laboratório de Física (Prédio 2);
9. Administração / Direção (Prédio 2).

Para se calcular o tamanho médio do quadro, que será chamado de *(F)*, que trafega por um segmento de rede, supondo o tamanho do quadro que trafega apenas

internamente ao segmento de rede, que será chamado *(Fi)*, e o tamanho do que trafega para fora do segmento *(Fe)*. Supondo também, o percentual de requisições internas *(Peso i)* e externas *(Peso e)* feitas por um *host* pertencente ao segmento.

O tamanho médio do quadro é obtido através da média ponderada de (*Fe)* e (*Fi)* com os pesos *(Peso e)* e *(Peso i)*, respectivamente.

A Tabela 6 mostra os valores obtidos para (F) em cada segmento.

Tabela 6 - Valores obtidos, referentes ao tamanho médio do quadro.

Segmento	Fi	Fe	Peso i (%)	Peso e (%)	F
1	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	80	20	$\boldsymbol{2,36 \times 10^3}$
2	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	70	30	$\boldsymbol{2,79 \times 10^3}$
3	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	80	20	$\boldsymbol{2,36 \times 10^3}$
4	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	$\boldsymbol{5,38 \times 10^3}$
5	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	$\boldsymbol{5,38 \times 10^3}$
6	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	$\boldsymbol{5,38 \times 10^3}$
7	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	$\boldsymbol{5,38 \times 10^3}$
8	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	$\boldsymbol{5,38 \times 10^3}$
9	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	80	20	$\boldsymbol{2,36 \times 10^3}$

O tamanho médio dos quadros que trafegam dentro do segmento de rede de uma rede ethernet são iguais para todos os segmentos de rede. Logo *(Fi)* = 1500 bits [1].

Os quadros que trafegam fora do segmento de rede, saem de todos os segmentos para acessar, em geral, os mesmos serviços (e-mail, ftp, páginas da web, etc) logo, pode-se considerar que o tamanho médio desses quadros seja o mesmo para todos os segmentos de rede. Foi adotado como tamanho, *(Fe)* = 5808 bits [1].

Para o cálculo da eficiência do segmento, foram utilizados os seguintes dados e fórmulas [1]:

- Velocidade de transmissão (B) = 100 Mbps;
- Duração do Slot de contenção 2τ = 0,00000512;
- Probabilidade de qualquer *host* conseguir obter o controle do meio durante um slot de contenção *(A)* = ((k-1)/k)^(k-1);
- Eficiência Real *(E)* = 1/(1+((2τB)/(AF)));
- Banda Passante Real *(Br)* = E.B;
- Número de *hosts* no segmento de rede *(k).*

A Tabela 7 mostra os resultados de eficiência para cada segmento da rede.

Tabela 7 - Eficiência de cada segmento.

Segmento	K	F	A	Eficiência Real	B real
1	4	$2{,}36 \times 10^{3}$	$4{,}22 \times 10^{-1}$	$6{,}60 \times 10^{-1}$	***6,60 x 10^{7}***
2	3	$2{,}79 \times 10^{3}$	$4{,}44 \times 10^{-1}$	$7{,}08 \times 10^{-1}$	***7,08 x 10^{7}***
3	6	$2{,}36 \times 10^{3}$	$4{,}02 \times 10^{-1}$	$6{,}50 \times 10^{-1}$	***6,50 x 10^{7}***
4	30	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}74 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{-1}$	***7,97 x 10^{7}***
5	30	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}74 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{-1}$	***7,97 x 10^{7}***
6	30	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}74 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{-1}$	***7,97 x 10^{7}***
7	30	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}74 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{-1}$	***7,97 x 10^{7}***
8	15	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}81 \times 10^{-1}$	$8{,}00 \times 10^{-1}$	***8,00 x 10^{7}***
9	4	$2{,}36 \times 10^{3}$	$4{,}22 \times 10^{-1}$	$6{,}60 \times 10^{-1}$	***6,60 x 10^{7}***

Para calcular o tempo máximo de transmissão de um quadro entre dois *hosts* num segmento de rede, foram utilizados os seguintes dados e fórmulas [1]:

- Tamanho máximo aproximado do barramento por segmento *(L);*
- Taxa de quadros transmitidos por segundo *(μ)* = Br/F;

- Tempo de Propagação *(Tp)* = L / (2/3(3x10^8));
- Tempo Máximo de Transmissão de um Quadro, em segundos, *(Tm)* = 1/ μ + Tempo de Propagação.

A Tabela 8 mostra os resultados obtidos do Tempo Máximo de Transmissão de um Quadro para cada segmento.

Tabela 8 - Resultados obtidos.

Segmento	L	Tp	Br	F	μ	Tm
1	22	1,10 x 10^{-7}	6,60 x 10^7	2,36 x 10^3	2,80 x 10^4	***3,59 x 10^{-5}***
2	19	9,50 x 10^{-8}	7,08 x 10^7	2,79 x 10^3	2,53 x 10^4	***3,95 x 10^{-5}***
3	40	2,00 x 10^{-7}	6,50 x 10^7	2,36 x 10^3	2,75 x 10^4	***3,66 x 10^{-5}***
4	61	3,05 x 10^{-7}	7,97 x 10^7	5,38 x 10^3	1,48 x 10^4	***6,78 x 10^{-5}***
5	54	2,70 x 10^{-7}	7,97 x 10^7	5,38 x 10^3	1,48 x 10^4	***6,77 x 10^{-5}***
6	58	2,90 x 10^{-7}	7,97 x 10^7	5,38 x 10^3	1,48 x 10^4	***6,77 x 10^{-5}***
7	44	2,20 x 10^{-7}	7,97 x 10^7	5,38 x 10^3	1,48 x 10^4	***6,77 x 10^{-5}***
8	46	2,30 x 10^{-7}	8,00 x 10^7	5,38 x 10^3	1,48 x 10^4	***6,74 x 10^{-5}***
9	20	1,00 x 10^{-7}	6,60 x 10^7	2,36 x 10^3	2,80 x 10^4	***3,58 x 10^{-5}***

3.3.2 DESEMPENHO GLOBAL ESTIMADO DA REDE

Para o cálculo da eficiência global estimada da rede, foi feita uma média ponderada das eficiências reais calculadas, de cada segmento, usando como peso o número de *hosts* de cada segmento.

Na Tabela 9 visualiza-se o resultado final de desempenho da rede atual.

Tabela 9 - Resultados finais de desempenho obtidos para a rede atual.

Segmento	Hosts	F	A	Eficiência	B real	B real * Hosts
1	4	$2{,}36 \times 10^{3}$	$4{,}22 \times 10^{-1}$	$6{,}60 \times 10^{-1}$	$6{,}60 \times 10^{7}$	$2{,}64 \times 10^{8}$
2	3	$2{,}79 \times 10^{3}$	$4{,}44 \times 10^{-1}$	$7{,}08 \times 10^{-1}$	$7{,}08 \times 10^{7}$	$2{,}12 \times 10^{8}$
3	6	$2{,}36 \times 10^{3}$	$4{,}02 \times 10^{-1}$	$6{,}50 \times 10^{-1}$	$6{,}50 \times 10^{7}$	$3{,}90 \times 10^{8}$
4	30	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}74 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{7}$	$2{,}39 \times 10^{9}$
5	30	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}74 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{7}$	$2{,}39 \times 10^{9}$
6	30	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}74 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{7}$	$2{,}39 \times 10^{9}$
7	30	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}74 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{7}$	$2{,}39 \times 10^{9}$
8	15	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}81 \times 10^{-1}$	$8{,}00 \times 10^{-1}$	$8{,}00 \times 10^{7}$	$1{,}20 \times 10^{9}$
9	4	$2{,}36 \times 10^{3}$	$4{,}22 \times 10^{-1}$	$6{,}60 \times 10^{-1}$	$6{,}60 \times 10^{7}$	$2{,}64 \times 10^{8}$
Soma	**152**					**$1{,}19 \times 10^{10}$**
Eficiência						***$7{,}826 \times 10^{7}$ ou 78,26%***

3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise da rede foi feita apenas sobre o cabeamento da mesma, não incluindo elementos ativos que atuam diretamente no desempenho. Na rede atual, os elementos ativos usados, principalmente nas áreas onde se encontram o maior número de estações de trabalho, são os hubs, que geram perdas.

Os hubs estão empilhados dentro de cada um dos laboratórios (Prédio 2), ou seja, os 2 hubs do Laboratório de Computação I estão empilhados entre si, assim como também estão os dos Laboratórios de Computação II, III e de Informática. Desprezando as perdas de empilhamento, será considerado que os hubs empilhados tornam-se um único repetidor [10].

A distância entre os Laboratórios de Computação I e o de Informática é de 7 metros, o que corresponde à distância limite de empilhamento, tornando-o ainda possível. O mesmo ocorre entre os Laboratórios de Computação II e o de Física e entre o de Física com o Laboratório de Computação III.

A partir daí deve-se fazer um cascateamento, ligando os hubs do 3º andar aos hubs do 2º andar e os hubs do 2º andar com os do 1º. Por fim, deve ser feita a ligação com o prédio 1, também por cascateamento.

As perdas da rede atual são refletidas. Três cascateamentos subseqüentes devem ser descontados ao desempenho obtido até aqui, gerando o desempenho real, como mostra a Tabela 10.

Tabela 10 - Desempenho real da rede atual.

Desempenho	**78,26%**
Após 1º cascateamento	**62,61%**
Após 2º cascateamento	**50,01%**
Após 3º cascateamento	***40,07%***

A Figura 29 ilustra a queda de desempenho da rede atual após os sucessivos cascateamentos.

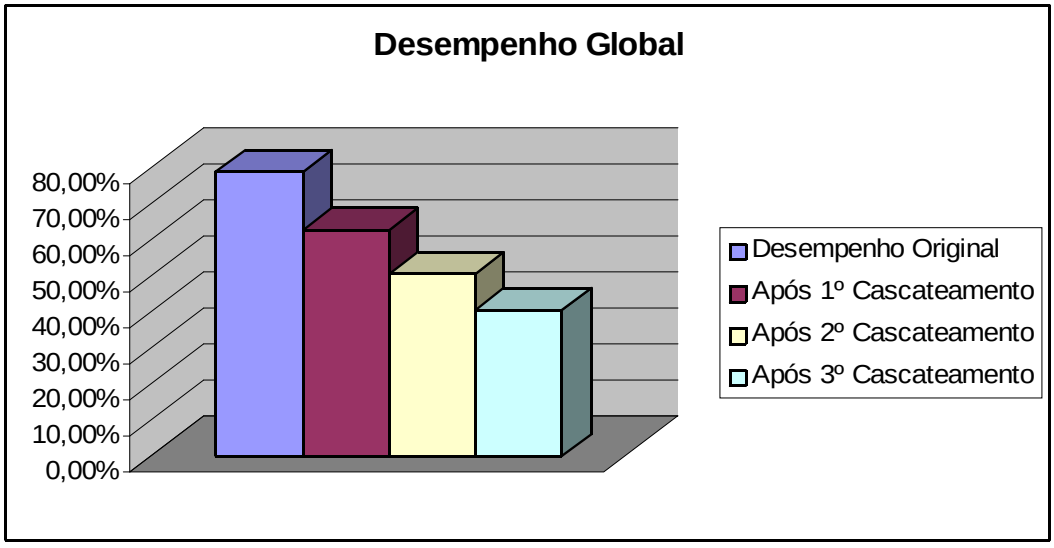


Figura 29 - Desempenho Global

Portanto, a rede atual funciona com o desempenho real de apenas 40.07%, fruto de uma ausência de estruturação, que não apenas tende a melhorar o desempenho da mesma, como também organizar e preparar a rede a estar apta a futuras expansões.

4 PROJETO DE UM MODELO DE REDE ESTRUTURADA

4.1 PROJETO DA REDE ESTRUTURADA

Na elaboração deste projeto não se fará a escolha de um padrão de sistema de implantação do cabeamento (BCS ou IBSC), nem tampouco a quantificação de material, em virtude de que apenas se dará um esboço de um projeto para a estruturação da rede do campus Magnus. Equipamentos de proteção, como *No-breaks*, podem e devem ser usados no projeto, entretanto, esta não é a ênfase dada a este trabalho, ficando estas etapas a encargo de trabalhos futuros.

Dentre o modelo projetado para os dois primeiros prédios do campus Magnus da UNIPAC, a rede será composta por par trançado em seu cabeamento horizontal e por fibra óptica em seu *backbone*.

Nos laboratórios a ligação entre as estações é feita da mesma forma que na rede atual, única e exclusivamente com par trançado. Entretanto as estações não serão mais ligadas a hubs e sim à switches.

As Tabelas 11 e 12 mostram a distribuição dos pontos de dados da rede estruturada do Campus Magnus nos prédios 1 e 2.

Tabela 11 - Distribuição dos pontos de dados da rede estruturada - Prédio 1.

Prédio 1	
Salas	**Pontos de Dados**
Secretaria	5
Financeiro	3
Administração	4

Diretoria da FASAB	1
Coordenação dos cursos da FASAB	5
Sala de Professores	3
Laboratório de Anatomia	5
Laboratório de Nutrição Experimental	5
Fisiologia do Esforço	3
Salas de Aula	1

Tabela 12 - Distribuição dos pontos de dados da rede estruturada - Prédio 2.

Prédio 2	
Salas	**Pontos de Dados**
Laboratório de Informática	30
Laboratório de Computação I	30
Laboratório de Computação II	30
Laboratório de Computação III	30
Laboratório de Física	15
Direção da FACICS	3
Administração	7
Laboratório de Fotografia	3
Pesquisa	4
Atelier	2
Laboratório de Tecnologia de Alimentos	5
Salas de Aula	1

No 1º prédio, todos os elementos ativos estão concentrados no CPD. São utilizados 2 switches, um de 48 portas e outro de 16 portas, empilhados para garantir maior desempenho. Ambos estão montados junto a *Patch Panels* fixados no *Rack*. Em cada andar do prédio tem-se um Armário de Distribuição que fará a conexão cruzada entre o *BackBone* e o Cabeamento Horizontal. Todos os Armários de Distribuição são ligados ao *Rack*. No CPD ficam todos os servidores da rede, no total de 4:

- Servidor Controlador de Rede;
- Servidor de Correio Eletrônico;
- Servidor de Banco de Dados e Impressão;

- Servidor de Internet.

No 2º prédio, os elementos ativos estão concentrados na Administração. São usados 4 switches de 48 portas. Da mesma forma como foi feito no 1º prédio, para garantir uma melhor performance no 2º prédio, onde o tráfego de informações é maior, os switches serão empilhados fazendo com que os 4 switches empilhados trabalhem como se fossem apenas 1, gerando uma menor perda de performance.

As Tabelas 13 e 14 mostram a distribuição dos elementos ativos da rede do Campus Magnus nos prédios 1 e 2.

Tabela 13 - Distribuição dos Elementos Ativos - Prédio 1.

Distribuição dos Elementos Ativos – Prédio 1	
CPD	1 Switch de 16 portas, 1 Switch de 48 portas

Tabela 14 - Distribuição dos Elementos Ativos - Prédio 2.

Distribuição dos Elementos Ativos – Prédio 2	
Sala de Administração	4 Switches de 48 portas

4.2 ANÁLISE DE DESEMPENHO DA REDE ESTRUTURADA

Para o cálculo de desempenho da rede estruturada deve-se, inicialmente, dividir a rede em segmentos como foi feito para a rede atual.

4.2.1 CÁLCULO DO DESEMPENHO DOS SEGMENTOS DE REDE:

Nesta etapa deve-se calcular o desempenho de cada segmento da rede e, posteriormente, calcular o desempenho global.

4.2.1.1 Os segmentos da rede:

Os segmentos da rede estruturada serão divididos utilizando-se o mesmo critério adotado na divisão destes para a rede atual, buscando-se isolar o acesso ou utilização de informações desnecessárias ou que não possam ser “vistas” pelos mesmos.

1. Secretaria / Financeiro (Prédio 1);
2. Administração (Prédio 1);
3. Diretoria / Coordenação (Prédio 1);
4. Sala dos Professores (Prédio 1);
5. Laboratório de Nutrição Experimental / Fisiologia do Esforço (Prédio 1);
6. Laboratório de Anatomia (Prédio 1);
7. Salas de Aula (Prédio 1) – 1º andar;
8. Salas de Aula (Prédio 1) – 2º andar;
9. Salas de Aula (Prédio 1) – 3º andar;
10. Laboratório de Informática (Prédio 2);
11. Laboratório de Computação I (Prédio 2);
12. Laboratório de Computação II (Prédio 2);
13. Laboratório de Computação III (Prédio 2);
14. Laboratório de Física (Prédio 2);
15. Administração / Direção (Prédio 2);
16. Laboratório de Tecnologia de Alimentos (Prédio 2);

17. Atelier;

18. Laboratório de Fotografia (Prédio 2);

19. Pesquisa (Prédio 2);

20. Salas de Aula (Prédio 2) – 1º andar;

21. Salas de Aula (Prédio 2) – 2º andar;

22. Salas de Aula (Prédio 2) – 3º andar.

Para se calcular o tamanho médio do quadro, serão usadas as mesmas fórmulas utilizadas na análise de desempenho da infra-estrutura de rede atual.

Tabela 15 - Valores obtidos, referentes ao tamanho médio do quadro.

Segmento	Fi	Fe	Peso i (%)	Peso e (%)	F
1	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	80	20	***2,36 x 10³***
2	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	70	30	***2,79 x 10³***
3	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	80	20	***2,36 x 10³***
4	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	90	10	***1,93 x 10³***
5	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	20	80	***4,95 x 10³***
6	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	40	60	***4,08 x 10³***
7	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	***5,38 x 10³***
8	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	***5,38 x 10³***
9	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	***5,38 x 10³***
10	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	***5,38 x 10³***
11	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	***5,38 x 10³***
12	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	***5,38 x 10³***
13	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	***5,38 x 10³***
14	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	***5,38 x 10³***
15	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	80	20	***2,36 x 10³***
16	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	***5,38 x 10³***
17	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	90	10	***1,93 x 10³***
18	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	90	10	***1,93 x 10³***
19	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	0	100	***5,81 x 10³***
20	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	***5,38 x 10³***
21	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	***5,38 x 10³***
22	$1,5 \times 10^3$	$5,81 \times 10^3$	10	90	***5,38 x 10³***

Para o cálculo da eficiência do segmento, serão utilizadas as mesmas fórmulas usadas para o cálculo de desempenho da rede atual [1]:

- Velocidade de transmissão (B) = 100 Mbps;
- Duração do Slot de contenção 2τ = 0,00000512;
- Probabilidade de qualquer *host* conseguir obter o controle do meio durante um slot de contenção *(A)* = ((k-1)/k)^(k-1);
- Eficiência Real *(E)* = 1/(1+((2τB)/(AF)));
- Banda Passante Real *(Br)* = E.B;
- Número de *hosts* no segmento de rede *(k).*

A eficiência de cada segmento pode ser observado na Tabela 16.

Tabela 16 - Eficiência de cada segmento.

Segmento	K	F	A	Eficiência Real	B real
1	8	$2,36 \times 10^{3}$	$3,93 \times 10^{-1}$	$6,44 \times 10^{-1}$	***6,44 x 10⁷***
2	4	$2,79 \times 10^{3}$	$4,22 \times 10^{-1}$	$6,97 \times 10^{-1}$	***6,97 x 10⁷***
3	6	$2,36 \times 10^{3}$	$4,02 \times 10^{-1}$	$6,50 \times 10^{-1}$	***6,50 x 10⁷***
4	3	$1,93 \times 10^{3}$	$4,44 \times 10^{-1}$	$6,26 \times 10^{-1}$	***6,26 x 10⁷***
5	8	$4,95 \times 10^{3}$	$3,93 \times 10^{-1}$	$7,91 \times 10^{-1}$	***7,91 x 10⁷***
6	5	$4,08 \times 10^{3}$	$4,10 \times 10^{-1}$	$7,66 \times 10^{-1}$	***7,66 x 10⁷***
7	2	$5,38 \times 10^{3}$	$5,00 \times 10^{-1}$	$8,40 \times 10^{-1}$	***8,40 x 10⁷***
8	6	$5,38 \times 10^{3}$	$4,02 \times 10^{-1}$	$8,08 \times 10^{-1}$	***8,08 x 10⁷***
9	8	$5,38 \times 10^{3}$	$3,93 \times 10^{-1}$	$8,05 \times 10^{-1}$	***8,05 x 10⁷***
10	30	$5,38 \times 10^{3}$	$3,74 \times 10^{-1}$	$7,97 \times 10^{-1}$	***7,97 x 10⁷***
11	30	$5,38 \times 10^{3}$	$3,74 \times 10^{-1}$	$7,97 \times 10^{-1}$	***7,97 x 10⁷***
12	30	$5,38 \times 10^{3}$	$3,74 \times 10^{-1}$	$7,97 \times 10^{-1}$	***7,97 x 10⁷***
13	30	$5,38 \times 10^{3}$	$3,74 \times 10^{-1}$	$7,97 \times 10^{-1}$	***7,97 x 10⁷***
14	15	$5,38 \times 10^{3}$	$3,81 \times 10^{-1}$	$8,00 \times 10^{-1}$	***8,00 x 10⁷***
15	10	$2,36 \times 10^{3}$	$3,87 \times 10^{-1}$	$6,41 \times 10^{-1}$	***6,41 x 10⁷***
16	5	$5,38 \times 10^{3}$	$4,10 \times 10^{-1}$	$8,11 \times 10^{-1}$	***8,11 x 10⁷***
17	2	$1,93 \times 10^{3}$	$5,00 \times 10^{-1}$	$6,53 \times 10^{-1}$	***6,53 x 10⁷***
18	3	$1,93 \times 10^{3}$	$4,44 \times 10^{-1}$	$6,26 \times 10^{-1}$	***6,26 x 10⁷***

19	3	5,81 x 10^{3}	4,44 x 10^{-1}	8,34 x 10^{-1}	***8,34 x 10^{7}***
20	4	5,38 x 10^{3}	4,22 x 10^{-1}	8,16 x 10^{-1}	***8,16 x 10^{7}***
21	4	5,38 x 10^{3}	4,22 x 10^{-1}	8,16 x 10^{-1}	***8,16 x 10^{7}***
22	4	5,38 x 10^{3}	4,22 x 10^{-1}	8,16 x 10^{-1}	***8,16 x 10^{7}***

Para calcular o tempo máximo de transmissão de um quadro entre dois *hosts* num segmento de rede, serão usadas as mesmas fórmulas da rede atual [1]:

- Tamanho máximo aproximado do barramento por segmento *(L);*
- Taxa de quadros transmitidos por segundo *(μ)* = Br/F;
- Tempo de Propagação *(Tp)* = L / (2/3(3x10^{8}));
- Tempo Máximo de Transmissão de um Quadro, em segundos, *(Tm)* = 1/ μ + Tempo de Propagação.

Os resultados podem ser vistos na Tabela 17.

Tabela 17 - Resultados obtidos.

Segmento	L	Tp	Br	F	μ	Tm
1	22	1,10 x10^{-7}	6,44 x 10^{7}	2,36 x 10^{3}	2,73 x 10^{4}	***3,68 x 10^{-5}***
2	30	1,50 x10^{-7}	6,97 x 10^{7}	2,79 x 10^{3}	2,50 x 10^{4}	***4,02 x 10^{-5}***
3	40	2,00 x 10^{-7}	6,50 x 10^{7}	2,36 x 10^{3}	2,75 x 10^{4}	***3,66 x 10^{-5}***
4	7	3,50 x 10^{-8}	6,26 x 10^{7}	1,93 x 10^{3}	3,24 x 10^{4}	***3,09 x 10^{-5}***
5	62	3,10 x 10^{-7}	7,91 x 10^{7}	4,95 x 10^{3}	1,60 x 10^{4}	***6,28 x 10^{-5}***
6	59	2,90 x 10^{-7}	7,66 x 10^{7}	4,08 x 10^{3}	1,87 x 10^{4}	***5,36 x 10^{-5}***
7	14	7,00 x 10^{-8}	8,40 x 10^{7}	5,38 x 10^{3}	1,56 x 10^{4}	***6,41 x 10^{-5}***
8	52	2,60 x 10^{-7}	8,08 x 10^{7}	5,38 x 10^{3}	1,50 x 10^{4}	***6,68 x 10^{-5}***
9	69	3,40 x 10^{-7}	8,05 x 10^{7}	5,38 x 10^{3}	1,50 x 10^{4}	***6,71 x 10^{-5}***
10	65	3,20 x 10^{-7}	7,97 x 10^{7}	5,38 x 10^{3}	1,48 x 10^{4}	***6,78 x 10^{-5}***
11	58	2,90 x 10^{-7}	7,97 x 10^{7}	5,38 x 10^{3}	1,48 x 10^{4}	***6,77 x 10^{-5}***
12	62	3,10 x 10^{-7}	7,97 x 10^{7}	5,38 x 10^{3}	1,48 x 10^{4}	***6,78 x 10^{-5}***
13	48	2,40 x 10^{-7}	7,97 x 10^{7}	5,38 x 10^{3}	1,48 x 10^{4}	***6,77 x 10^{-5}***
14	50	2,50 x 10^{-7}	8,00 x 10^{7}	5,38 x 10^{3}	1,49 x 10^{4}	***6,75 x 10^{-5}***
15	34	1,70 x 10^{-7}	6,41 x 10^{7}	2,36 x 10^{3}	2,71 x 10^{4}	***3,70 x 10^{-5}***
16	47	2,30 x 10^{-7}	8,11 x 10^{7}	5,38 x 10^{3}	1,51 x 10^{4}	***6,65 x 10^{-5}***

17	29	$1{,}40 \times 10^{-7}$	$6{,}53 \times 10^{7}$	$1{,}93 \times 10^{3}$	$3{,}38 \times 10^{4}$	$\boldsymbol{2{,}97 \times 10^{-5}}$
18	32	$1{,}60 \times 10^{-7}$	$6{,}26 \times 10^{7}$	$1{,}93 \times 10^{3}$	$3{,}24 \times 10^{4}$	$\boldsymbol{3{,}10 \times 10^{-5}}$
19	51	$2{,}50 \times 10^{-7}$	$8{,}34 \times 10^{7}$	$5{,}81 \times 10^{3}$	$1{,}44 \times 10^{4}$	$\boldsymbol{6{,}98 \times 10^{-5}}$
20	49	$2{,}40 \times 10^{-7}$	$8{,}16 \times 10^{7}$	$5{,}38 \times 10^{3}$	$1{,}52 \times 10^{4}$	$\boldsymbol{6{,}61 \times 10^{-5}}$
21	38	$1{,}90 \times 10^{-7}$	$8{,}16 \times 10^{7}$	$5{,}38 \times 10^{3}$	$1{,}52 \times 10^{4}$	$\boldsymbol{6{,}61 \times 10^{-5}}$
22	41	$2{,}00 \times 10^{-7}$	$8{,}16 \times 10^{7}$	$5{,}38 \times 10^{3}$	$1{,}52 \times 10^{4}$	$\boldsymbol{6{,}61 \times 10^{-5}}$

4.2.2 DESEMPENHO GLOBAL ESTIMADO DA REDE

O resultado obtido pode ser observado na Tabela 18.

Tabela 18 - Resultados finais de desempenho obtidos para a rede estruturada.

Segmento	Hosts	F	A	Eficiência	B real	B real * Hosts
1	8	$2{,}36 \times 10^{3}$	$3{,}93 \times 10^{-1}$	$6{,}44 \times 10^{-1}$	$6{,}44 \times 10^{7}$	$5{,}15 \times 10^{8}$
2	4	$2{,}79 \times 10^{3}$	$4{,}22 \times 10^{-1}$	$6{,}97 \times 10^{-1}$	$6{,}97 \times 10^{7}$	$2{,}79 \times 10^{8}$
3	6	$2{,}36 \times 10^{3}$	$4{,}02 \times 10^{-1}$	$6{,}50 \times 10^{-1}$	$6{,}50 \times 10^{7}$	$3{,}90 \times 10^{8}$
4	3	$1{,}93 \times 10^{3}$	$4{,}44 \times 10^{-1}$	$6{,}26 \times 10^{-1}$	$6{,}26 \times 10^{7}$	$1{,}88 \times 10^{8}$
5	8	$4{,}95 \times 10^{3}$	$3{,}93 \times 10^{-1}$	$7{,}91 \times 10^{-1}$	$7{,}91 \times 10^{7}$	$6{,}33 \times 10^{8}$
6	5	$4{,}08 \times 10^{3}$	$4{,}10 \times 10^{-1}$	$7{,}66 \times 10^{-1}$	$7{,}66 \times 10^{7}$	$3{,}83 \times 10^{8}$
7	2	$5{,}38 \times 10^{3}$	$5{,}00 \times 10^{-1}$	$8{,}40 \times 10^{-1}$	$8{,}40 \times 10^{7}$	$1{,}68 \times 10^{8}$
8	6	$5{,}38 \times 10^{3}$	$4{,}02 \times 10^{-1}$	$8{,}08 \times 10^{-1}$	$8{,}08 \times 10^{7}$	$4{,}85 \times 10^{8}$
9	8	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}93 \times 10^{-1}$	$8{,}05 \times 10^{-1}$	$8{,}05 \times 10^{7}$	$6{,}44 \times 10^{8}$
10	30	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}74 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{7}$	$2{,}39 \times 10^{9}$
11	30	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}74 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{7}$	$2{,}39 \times 10^{9}$
12	30	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}74 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{7}$	$2{,}39 \times 10^{9}$
13	30	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}74 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{-1}$	$7{,}97 \times 10^{7}$	$2{,}39 \times 10^{9}$
14	15	$5{,}38 \times 10^{3}$	$3{,}81 \times 10^{-1}$	$8{,}00 \times 10^{-1}$	$8{,}00 \times 10^{7}$	$1{,}20 \times 10^{9}$
15	10	$2{,}36 \times 10^{3}$	$3{,}87 \times 10^{-1}$	$6{,}41 \times 10^{-1}$	$6{,}41 \times 10^{7}$	$6{,}41 \times 10^{8}$
16	5	$5{,}38 \times 10^{3}$	$4{,}10 \times 10^{-1}$	$8{,}11 \times 10^{-1}$	$8{,}11 \times 10^{7}$	$4{,}06 \times 10^{8}$
17	2	$1{,}93 \times 10^{3}$	$5{,}00 \times 10^{-1}$	$6{,}53 \times 10^{-1}$	$6{,}53 \times 10^{7}$	$1{,}96 \times 10^{8}$
18	3	$1{,}93 \times 10^{3}$	$4{,}44 \times 10^{-1}$	$6{,}26 \times 10^{-1}$	$6{,}26 \times 10^{7}$	$1{,}88 \times 10^{8}$
19	3	$5{,}81 \times 10^{3}$	$4{,}44 \times 10^{-1}$	$8{,}34 \times 10^{-1}$	$8{,}34 \times 10^{7}$	$2{,}50 \times 10^{8}$
20	4	$5{,}38 \times 10^{3}$	$4{,}22 \times 10^{-1}$	$8{,}16 \times 10^{-1}$	$8{,}16 \times 10^{7}$	$3{,}26 \times 10^{8}$
21	4	$5{,}38 \times 10^{3}$	$4{,}22 \times 10^{-1}$	$8{,}16 \times 10^{-1}$	$8{,}16 \times 10^{7}$	$3{,}26 \times 10^{8}$
22	4	$5{,}38 \times 10^{3}$	$4{,}22 \times 10^{-1}$	$8{,}16 \times 10^{-1}$	$8{,}16 \times 10^{7}$	$3{,}26 \times 10^{8}$

Soma	**220**					**1,71 x 10^{10}**
Eficiência						***7,777 x 10^{7} ou 77,77%***

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O desempenho da rede estruturada, considerando-se apenas os resultados obtidos no cabeamento, é 0,49% inferior ao da rede atual. Isso se justifica pelo fato de que a rede atual possui apenas 152 pontos de rede, enquanto a rede estruturada possui 220 e, quanto maior o número de estações conectadas a mesma menor o desempenho, devido ao maior tráfego existente.

Analisando agora a rede como um todo, incluindo os elementos ativos, pode-se afirmar que o desempenho real da rede estruturada é de 77,77%. Isso se justifica pelo fato de que a rede é completamente estruturada com switches, que garantem o desempenho total, de acordo com as possibilidades da rede, sem perdas, pois possuem a vantagem de permitir o máximo de performance da banda de passagem determinada para um padrão específico. Podem ser consideradas as perdas entre os armários de distribuição como desprezíveis, pois o *backbone* é constituído em fibra óptica.

Sendo assim, com a rede estruturada se pode garantir um desempenho real mínimo de 77.77%. Não foram feitas alterações apenas no cabeamento. O número de servidores aumentou e isso também interfere no desempenho da rede, mas para efeitos comparativos não serão expostos aqui possíveis ganhos com este aumento, ficando uma análise mais complexa como uma outra possibilidade de trabalho futuro, já que o intuito desta análise, visou o desempenho da rede de forma global.

A Figura 30 mostra a comparação entre o desempenho final obtido para a rede atual e o desempenho obtido para a rede estruturada.

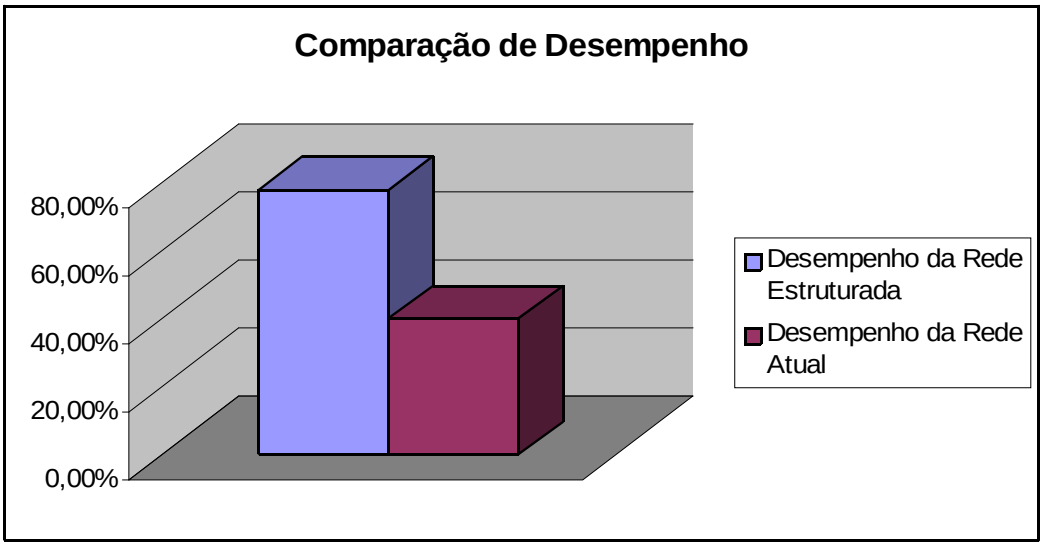


Figura 30 - Comparação de Desempenho entre as redes atual e estruturada.

5 CONCLUSÃO

Globalização, Internet, interação de dados, imagem, voz, multimídia, agilidade com velocidade, confiabilidade e segurança são exigências fundamentais a qualquer empresa moderna inserida em um mercado altamente competitivo e dinâmico como o de hoje.

É cada vez maior a substituição de Redes Corporativas com tecnologias *Ethernet* e *Token Ring*, por redes Comutadas 100 Base TX e ATM e até mesmo por “tecnologias do futuro” como *Gigabit Ethernet*, *Fiber Channel* e ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) à 622 Mbps.

Essas necessidades exigem a implementação de um Cabeamento Estruturado com materiais de primeira linha, serviços de infra-estrutura física e profissional adequada, além de um projeto que assegure à empresa e aos seus usuários os requisitos necessários exigidos para uma performance segura, ágil e confiável na transmissão de dados, voz e imagem, proporcionando igualmente uma flexibilidade na topologia física para fazer frente às mudanças internas de pessoal, *layout* e de evoluções tecnológicas futuras que certamente virão.

Embora este trabalho tenha enfocado apenas sinais de dados, o sistema de cabeamento estruturado visa suportar as necessidades atuais e futuras, de comunicações para dados, voz e imagem, de acordo com as normas internacionais.

Com base nos estudos e análises de desempenho realizadas ao longo deste trabalho, ressalta-se a importância de um cabeamento estruturado já nos dias atuais. Não só pelo ganho de desempenho, mas também pelos outros inúmeros benefícios gerados por ele. Além do ganho de performance, obtido sobre a rede atual, foram obtidas também outras vantagens como a organização de todo o cabeamento; a possibilidade de expansões futuras, já que a estruturação foi criada; a disponibilização de pontos de rede nas salas de aula; facilidades de manutenção, devido à organização, entre outros benefícios. Mas de qualquer forma, um cabeamento que durará pelos próximos 15 anos sem haver necessidade de grandes alterações.

Com a evolução contínua dos meios de telecomunicação, uma estrutura de rede sólida, segura, flexível e veloz, será cada vez mais uma necessidade do que uma comodidade. As redes de alta velocidade somente poderão ter sucesso se suportadas pela tecnologia de Cabeamento Estruturado.

ANEXO A – PLANTAS ESTRUTURAIS

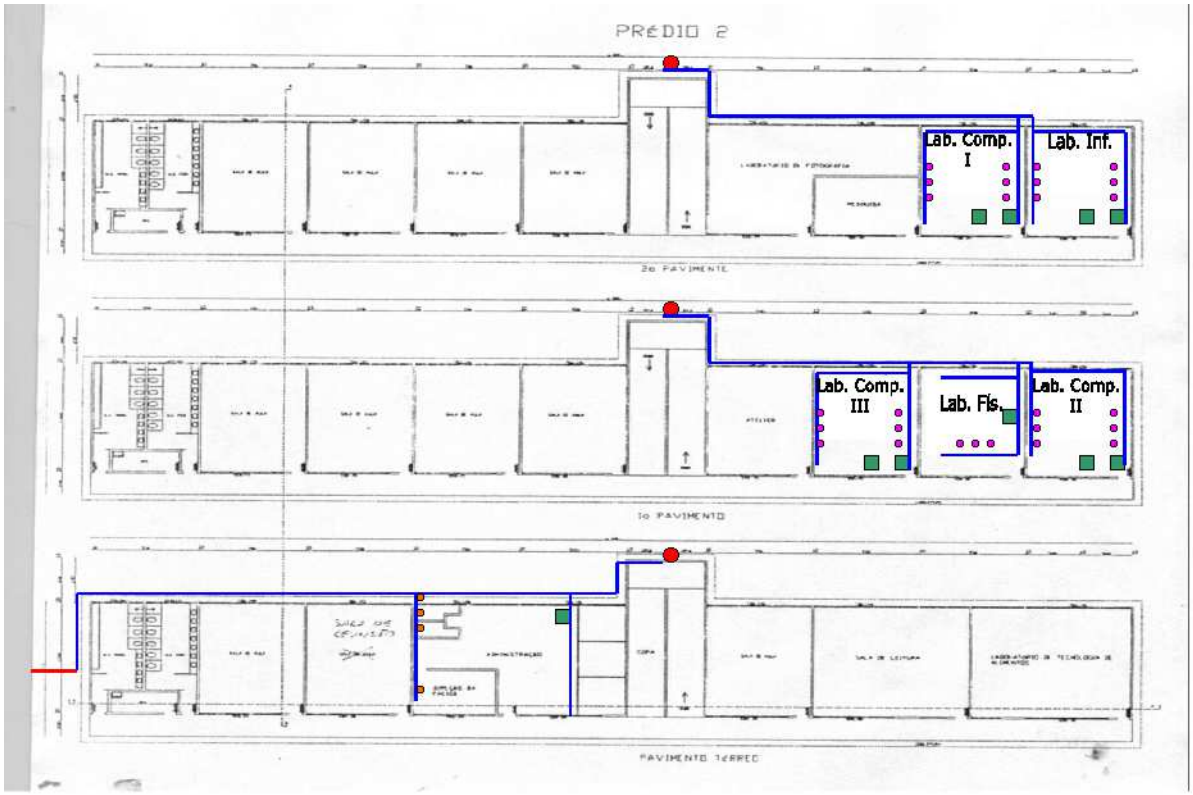
Seguem anexo as plantas estruturais, nesta ordem:

- Planta rede atual – Prédio 1
- Planta rede atual – Prédio 2
- Planta rede estruturada – Prédio 1

- Planta rede estruturada – Prédio 2

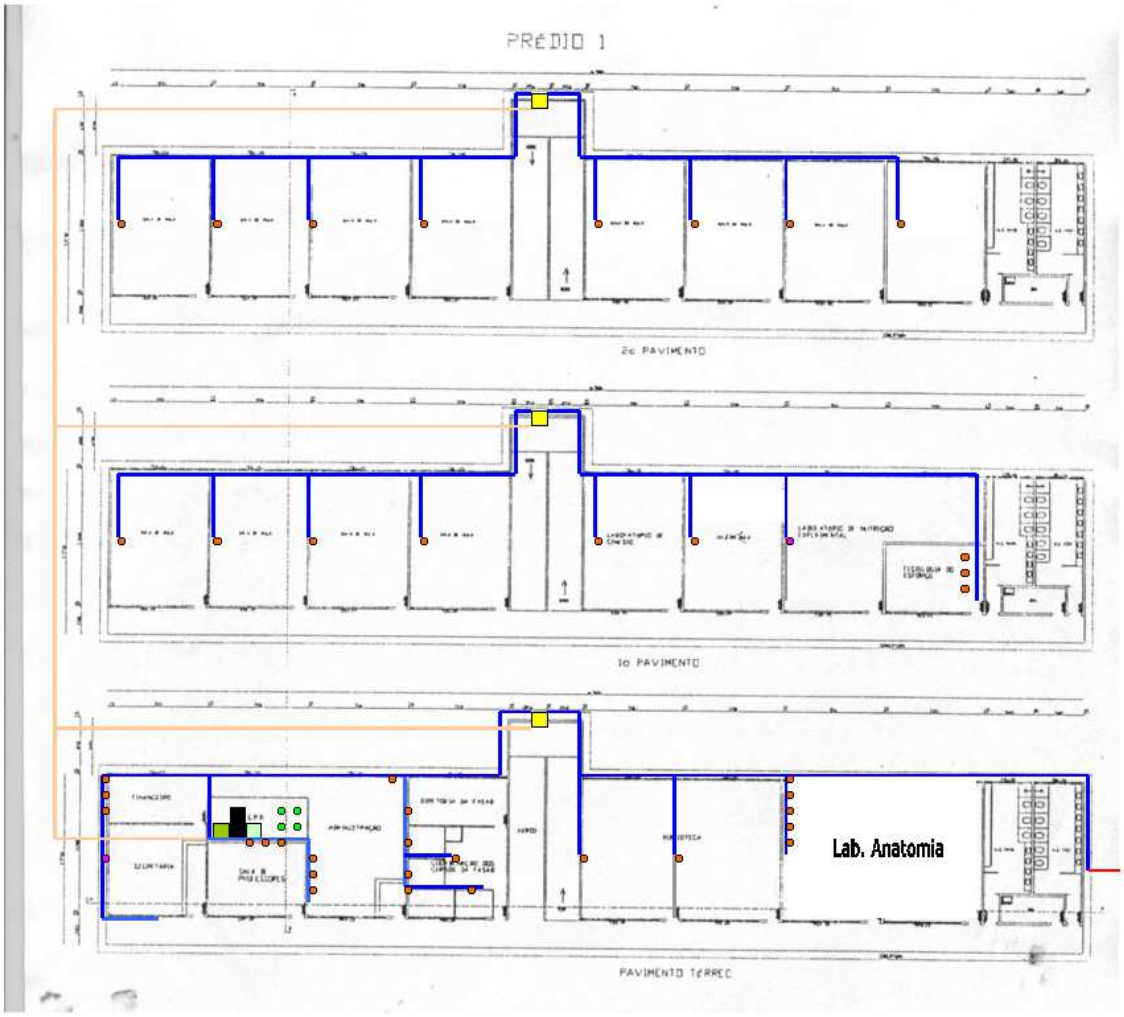
Par trançado (4 pares) Cabo de Uplink (Par trançado 4 pares) Hub/16 portas Switch/16 portas

Servidor Controlador da Rede 1 Ponto de rede



Subida de Cabo Hub de 16 portas Cabo de Uplink (Par Trançado 4 pares) Par Trançado (4 pares)

1 Ponto de rede 5 Pontos de rede


PRÉDIO 1
2o PAVIMENTO
1o PAVIMENTO
Lab. Anatomia
PAVIMENTO TÉRREO
Armário de Distribuição
1 Ponto de rede
5 Pontos de rede
Servidores
Rack
Par Trançado (4 pares)
Cabo Uplink (Par Trançado 4 pares)
BackBone (Fibra Óptica)
Switch de 48 portas
Switch de 16 portas

Armário de Distribuição
BackBone (Fibra Óptica)
Cabo de Uplink (Par Trançado 4 pares)
Par Trançado (4 pares)
Rack
1 Ponto de rede
5 Pontos de rede
Switch de 48 portas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores.** Rio de Janeiro, RJ: Editora Campus – 3ª edição, 1997.

[2] AWBES. **Cabeamento Estruturado.** Referência extraída da apostila Cabling I - Impacta Tecnologia e do site <http://www.awebs.com.br> da empresa AWBES. Acesso em 8 mar. 2003.

[3] NETO, Vicente Soares, SILVA, Adelson de Paula, JÚNIOR, Mário Boscato C. **Redes de Alta Velocidade – Cabeamento Estruturado.** São Paulo, SP: Editora Érica – 3ª edição, 2002.

[4] CREARE Engenharia Elétrica Ltda. **Cabeamento Estruturado.** <http://www. creare.com.br/html/body_artigo02p1.html> Acesso em 17 mar. 2003.

[5] OLIVEIRA, Luis Fernando M. de. **O que é um sistema de Cabeamento Estruturado.** <http://www.policom.com.br/tutoriais/scs.htm> Acesso em 19 mar. 2003.

[6] JÚNIOR, Avelino. **Cabeamento Estruturado.** <http://geocities.yahoo.com.br/avelino_junior/framechamada.html> Acesso em 4 de abr. 2003.

[7] MEUCCI, Dálton José. **Sistemas & Serviços.** <http://djmeucci.sites.uol.com.br/index.htm> Acesso em 20 mar. 2003.

[8] PAIVA, Eunice Margarida. **Redes de Computadores e suas Aplicações na Educação.** <http://penta2.ufrgs.br/Eunice/f_otica.html> Acesso em 23 ago. 2003.

[9] SANTOS, Paulo. **A utilização dos computadores.**

<http://pwp.netcabo.pt/0165708201/paulo/ficheiros/intro2.htm> Acesso em 12 out. 2003.

[10] PINHEIRO, José Maurício Santos Pinheiro. **Cascateamento e Empilhamento de Hubs.**

<http://www.projetoderedes.com.br/artigos/cascateamento_hub.html> Acesso em 20 de nov. de 2003.