

OUTROS TRABALHOS EM:  
[www.projetoderedes.com.br](http://www.projetoderedes.com.br)



Universidade Federal do Pará  
Instituto de Ciências Exatas e Naturais  
XIV Curso de Especialização em Redes de Computadores - 2009  
Trabalho de Conclusão de Curso

Diego Hortêncio dos Santos

**MIGRAÇÃO DE UM BACKBONE GbE PARA TECNOLOGIA 10GbE  
IMPLEMENTADA EM CABEAMENTO METÁLICO**

Belém  
2010

Diego Hortêncio dos Santos

**MIGRAÇÃO DE UM BACKBONE GbE PARA TECNOLOGIA 10GbE  
IMPLEMENTADA EM CABEAMENTO METÁLICO**

Trabalho de conclusão de curso de Especialização apresentado para obtenção do título de Especialista em Redes de Computadores. Faculdade de Computação. Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. MSc. Marcelo Lima Barretto.

Belém  
2010

Diego Hortêncio dos Santos

**MIGRAÇÃO DE UM BACKBONE GbE PARA TECNOLOGIA 10GbE  
IMPLEMENTADA EM CABEAMENTO METÁLICO**

Trabalho de conclusão de curso de Especialização apresentado para obtenção do título de Especialista em Redes de Computadores. Faculdade de Computação. Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. MSc. Marcelo Lima Barretto.

**Data da aprovação: Belém-PA. 15-04-2010**

Banca Examinadora

Prof. MSc. Marcelo Lima Barretto  
Instituto de Tecnologia – UFPA – Orientador

Em especial a minha esposa, que com muito carinho e paciência, soube compreender meus momentos de stress e mau humor, ao meu filho, que foi e sempre será minha fonte de motivação, a minha família e aos meus amigos que sempre me incentivaram em todos os momentos, meus mais profundos agradecimentos e eterna gratidão.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará.

Ao Prof. Marcelo Lima Barretto pelos valiosos ensinamentos e pelo importante e fundamental apoio e orientação.

Ao Prof. Arnaldo Corrêa Prado Junior pelos importantes momentos de discussões ideológicas e científicas em sala.

Ao Prof. Jorge Koury Bechara, que através de seu fascínio pela área tecnológica, forneceu conhecimento impagável e extremamente construtivo a formação profissional.

A Prof.<sup>a</sup> Marianne Kogut Eliasquevici pela sua grande paciência e fundamental ajuda nas inúmeras e imprescindíveis correções desta pesquisa.

Aos companheiros do CERC 2009 pelos momentos ímpares de convivência, pelas trocas de experiências e conhecimentos, assim como os bons momentos de descontração.

A minha família, que constitui meu pilar primário de sustentação e que me fornece todos os elementos necessários para que eu possa vencer os desafios e obstáculos que a vida coloca em meu caminho.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

*"Quanto mais avança a evolução espiritual da humanidade, mais certo me parece que o caminho para a religiosidade genuína não passa pelo medo da vida, nem pelo medo da morte, ou pela fé cega, mas pelo esforço em busca do conhecimento racional."*

Albert Einstein (Escritos da Maturidade)

*"Que Deus nos dê forças para mudar as coisas que podem ser mudadas; serenidade para aceitar as imutáveis; e sabedoria para perceber a diferença entre elas. Mas, sobretudo, que Deus nos dê coragem para não desistir daquilo em que acreditamos."*

Abraham Lincoln

## RESUMO

Este trabalho faz um estudo sobre as problemáticas da implantação da tecnologia 10 Gigabit Ethernet, que vem ganhando espaço no mercado empresarial, pois agrega melhorias quando comparada com sua predecessora, a tecnologia Gigabit Ethernet. Dentre os pontos abordados estão as principais características da tecnologia, as normas e institutos que regulamentam o funcionamento da mesma, alguns exemplos de possíveis aplicações que podem ser implementadas e em especial a questão de uma solução para backbone sob cabeamento metálico. Ressalta-se que devido ao avanço da tecnologia Ethernet, que chegou até hoje ao padrão 10GbE, as redes de computadores alcançaram um patamar de desempenho, onde a maioria das aplicações encontra nesse padrão um suporte de mídia física que supre a todas suas necessidades de operacionalização.

**PALAVRAS-CHAVE:** 10 Gigabit Ethernet, 10GbE, Padrão IEEE 802.3ae, Padrão IEEE 802.3an, Categoria 6, Categoria 6A, Fibra Óptica, Cabeamento Estruturado, Infraestrutura de Redes, Normas para Cabeamento Estruturado.

## **ABSTRACT**

This work presents a study on the problems of deployment of 10 Gigabit Ethernet technology, which has gained importance in the business market, it adds improvements compared to its predecessor, the Gigabit Ethernet. Among the issues addressed are the main features of the technology, standards and institutions that regulate the functioning of it, some examples of possible applications that can be implemented and in particular the question of a solution for backbone cabling in metallic. It should be noted that due to the advancement of Ethernet technology that has ever come before the 10GbE standard, computer networks have reached a performance level, where most applications this is a standard physical media support that meets all your needs for the deployment .

**KEYWORDS:** 10 Gigabit Ethernet, 10GbE, IEEE 802.3ae, IEEE 802.3an, Category 6, Category 6A, Fiber Optics, Structured Cabling, Infrastructure, Standards for Structure Cabling.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	<b>P</b>
Figura 1. Local Area Network	<b>17</b>
Figura 2. Metropolitan Area Network	<b>18</b>
Figura 3. Personal Area Network	<b>18</b>
Figura 4. Wide Area Network	<b>19</b>
Figura 5. Topologia Estrela	<b>19</b>
Figura 6. Topologia Barramento	<b>20</b>
Figura 7. Topologia Anel	<b>20</b>
Quadro 1. Evolução das categorias de cabeamento	<b>30</b>
Quadro 2. Evolução do Padrão 10 Gigabit Ethernet	<b>45</b>
Quadro 3. GbE vs 10 Gigabit Ethernet	<b>47</b>
Quadro 4. Cronograma seguido no projeto de migração	<b>56</b>

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AT ou TR	Armário de Telecomunicações ou Telecommunication Room
AT ou WA	Área de Trabalho ou Work Area
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name System
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing ou Multiplexação por Divisão de Onda Densa
EF	Entrada de Facilidades ou Entrance Facilities
EIA	Electronic Industries Alliance
HSSG	Higher Speed Study Group
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
ISO	International Organization for Standardization
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network
MAN	Metropolitan Area Network
NAS	Network Attached Storage
NIC	Network Interface Card
OTDR	<i>Optical time-domain reflectometer</i> ou refletômetro óptico no domínio do tempo
PAN	Personal Area Network
SAN	Storage Area Network
SEQ ou ER	Sala de Equipamentos ou Equipment Room
TIA	Telecommunications Industry Association
UTP	Unshielded twisted pair
VCSEL	Vertical-Cavity Surface Emitting Laser
WAN	Wide Area Network

## LISTA DE SÍMBOLOS

PT	Ponto de Telecomunicação
SEQ	Sala de Equipamento
ED	Eletroduto
EC	Eletrocalha
PP	Patch Panel
dB/km	Decibéis por Kilômetro

## SUMÁRIO

	<b>P</b>
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 EVOLUÇÃO DAS REDES DE COMPUTADORES .....	16
2.1 BREVE HISTÓRICO.....	16
2.1.1 Conceito de rede de computadores.....	17
2.1.2 Tipos de redes.....	17
2.1.2.1 Extensão geográfica.....	17
2.1.2.2 Topologia.....	19
2.1.2.3 Tecnologias de redes .....	20
2.1.3 Tecnologias de transmissão de dados.....	22
2.1.3.1 Links de difusão .....	22
2.1.3.2 Links ponto a ponto .....	22
2.1.4 Equipamentos de redes .....	22
2.2 INSTITUIÇÕES RESPONSÁVEIS PELAS PADRONIZAÇÕES DE REDES .....	23
2.2.1 International Organization for Standardization (ISO) .....	23
2.2.2 International Telecommunication Union (ITU).....	24
2.2.3 Internet Engineering Task Force (IETF) .....	24
2.2.4 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) .....	24
2.2.5 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) .....	25
2.2.6 Electronic Industries Alliance (EIA) .....	25
2.2.7 Telecommunications Industry Association (TIA) .....	25
2.3 MODELOS PADRONIZADOS MAIS UTILIZADOS (OSI X TCP/IP).....	26
2.3.1 Modelo Open Systems Interconnection (OSI).....	26
2.3.2 Modelo TCP/IP.....	27
3 CABEAMENTO ESTRUTURADO .....	29
3.1 REDES METÁLICAS.....	29
3.1.1 Tipos de cabos metálicos.....	29
3.1.2 Categorias de cabeamento .....	29

3.1.3 Perturbações que afetam o canal de comunicações .....	30
3.1.3.1 Distorções sistemáticas.....	30
3.1.3.2 Distorções aleatórias.....	31
3.1.4 <i>Megahertz x Megabits</i> .....	32
3.1.5 Certificação de redes metálicas .....	32
3.2 REDES ÓPTICAS.....	33
3.2.1 Tipos de fibras ópticas.....	33
3.2.2 Tipos de cabos ópticos.....	34
3.2.3 Atenuação e dispersão em fibras ópticas.....	35
3.2.4 Processos de emendas.....	35
3.2.5 Certificações e testes em fibras ópticas .....	36
3.3 CLASSIFICAÇÕES DOS CABOS QUANTO À FLAMABILIDADE.....	37
3.4 PADRÕES DE SEGURANÇA .....	38
3.5 CONCEITOS APLICADOS AO CABEAMENTO ESTRUTURADO .....	39
3.6 ADMINISTRAÇÃO DO CABEAMENTO ESTRUTURADO.....	40
3.6.1 Áreas a serem administradas .....	40
3.6.2 Componentes Essenciais.....	41
4 TECNOLOGIA 10 GIGABIT ETHERNET .....	43
4.1 CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA 10 GIGABIT ETHERNET .....	44
4.2 NORMAS REGULADORAS DO PADRÃO 10GbE.....	45
4.3 POSSÍVEIS APLICAÇÕES ENVOLVENDO O PADRÃO 10GbE .....	46
4.4 PADRÃO GbE X PADRÃO 10GbE.....	46
5 PROJETO DE MIGRAÇÃO .....	49
5.1 OBJETIVO .....	49
5.2 HISTÓRICO.....	51
5.3 DESCRITIVO DO PROJETO .....	51
5.4 ESPECIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS.....	52
5.5 PROCEDIMENTOS.....	52
5.5.1 Manuseio de materiais .....	52
5.5.2 Identificação e lançamento dos cabos .....	53
5.5.3 Testes dos pontos de telecomunicações.....	54

5.6 RELATÓRIOS .....	55
5.6.1 Materiais .....	55
5.6.2 Encaminhamentos e rotas .....	55
5.6.3 Cronograma do projeto .....	55
5.7 PLANTAS .....	56
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	588
APÊNDICE A .....	599
APÊNDICE B .....	688
APÊNDICE C .....	722
APÊNDICE D .....	744
APÊNDICE E .....	766
APÊNDICE F .....	788
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crescente necessidade pelo aumento da velocidade e quantidade de tráfego de dados, as tecnologias passaram a exigir da infraestrutura dos sistemas que realizam tal função, desempenho acima do suportado, fato este, que culminou na criação de frentes de pesquisas que têm como foco a produção de novos padrões de tecnologias que possam melhorar o desempenho desta e suprir as necessidades existentes.

Como exemplos de tais frentes de pesquisas criadas, têm-se o grupo de pesquisa *Higher Speed Study Group*, que foi criado para desenvolver e realizar estudos em protocolos com velocidades superiores a 1Gbps, e o comitê 802.3, que faz parte do IEEE e é responsável pelas padronizações da tecnologia Ethernet (IEEE, 2009).

Dentre as descobertas realizadas pelo HSSG que são de fundamental importância para o desenvolvimento de novas tecnologias, ressalta-se o padrão 10 Gigabit Ethernet, o qual é uma evolução da tecnologia Ethernet e que vem ganhando espaço no mercado mundial. Este novo padrão teve sua regulamentação finalizada no ano de 2002, por meio do padrão IEEE 802.3ae, o qual definia, entre outras coisas, as fibras ópticas como meio de transmissão.

Visando um aprofundamento teórico, assim como prático, da tecnologia 10GbE, este trabalho tem por objetivo descrever o projeto desenvolvido para migração de um *Backbone* Gigabit Ethernet, por meio da análise sobre a problemática de implementação desta tecnologia, utilizando-se como meio de transmissão cabeamento metálico. O projeto baseou-se em um estudo de caso, realizado na Universidade Federal do Pará.

Como produto final, esta pesquisa produzirá documento para servir de referência para futuros projetos que envolvam a tecnologia abordada, ressaltando-se também, a importância da elaboração deste trabalho devido à grande carência de fontes de referências que abordem de uma maneira geral todos os elementos que compõe a tecnologia 10 Gigabit Ethernet, assim como, a gama de possíveis soluções que podem ser desenvolvidas por meio de sua utilização.

A estrutura deste estudo foi definida da seguinte forma: no capítulo 2 serão abordados conceitos envolvendo a evolução das redes de computadores. No capítulo 3 serão expostos os componentes que formam um sistema de cabeamento estruturado. No capítulo 4 será apresentado o padrão 10GbE e os principais pontos que envolvem o mesmo. No capítulo 5 será descrito o projeto de migração desenvolvido neste estudo. Para finalizar, no capítulo 6 serão expostas as considerações finais acerca deste trabalho e sugestões de futuras atividades que podem ser desenvolvidas na mesma linha de pesquisa.

## 2 EVOLUÇÃO DAS REDES DE COMPUTADORES

### 2.1 BREVE HISTÓRICO

O breve histórico que será descrito a seguir segundo Morimoto (2008) esboça como se deu o avanço das redes de computadores desde sua criação e como ocorreu a transição das tecnologias criadas para que estas pudessem se tornar operacionais e mais eficazes:

- **1960** – Início das redes de computadores, que viriam a ser a solução para a transferência de informações entre computadores;
- **Entre 1969 e 1972** – Criação da ARPANET considera como o embrião da Internet;
- **1973** – A ARPANET já conectava mais de trinta instituições americanas, dentre essas universidades, órgãos militares e algumas outras empresas;
- **1973** – Se iniciam os primeiros testes para transmissão com o padrão Ethernet, que foi criado por Bob Metcalfe, através de uma parceria entre a Xerox, a DEC e a Intel;
- **1974** – Surgimento do padrão TCP/IP, que viria a se torna o conjunto de protocolos utilizados na ARPANET e posteriormente o padrão adotado pela Internet;
- **1980** – É criado o serviço de resolução de nomes o DNS;
- **1981** – Surgem os primeiros computadores pessoais e com o advento do padrão Ethernet, tem-se o surgimento das primeiras redes locais;
- **Década de 90** – O acesso a Internet, que antes era restrito a apenas algumas instituições se torna comercial e com isso ocorre o crescimento assustador das LANs.

### 2.1.1 Conceito de rede de computadores

“Conjunto de computadores autônomos e interconectados por uma única tecnologia. Considerasse que dois computadores estão interconectados quando eles podem trocar informações entre si” (TANENBAUM, 2003, p.2).

### 2.1.2 Tipos de redes

Dentro da área das redes de computadores, vários critérios podem ser utilizados para a classificação das mesmas, como por exemplo, extensão geográfica, a topologia lógica ou a tecnologia empregada. A seguir serão descritos alguns dos tipos de redes existentes.

#### 2.1.2.1 Extensão geográfica

A classificação das redes baseada na extensão geográfica se baseia na abrangência física que esta ocupa, abaixo serão descritos os tipos de redes que podem ser enquadradas nesse tipo de classificação.

- **Local Area Network (LAN)**

São redes privadas contidas em um único edifício ou campus universitário com até alguns quilômetros de extensão. Elas são amplamente usadas para conectar computadores pessoais e estações de trabalho em escritórios e instalações industriais de empresas, permitindo o compartilhamento de recursos e a troca de informações. As LANs têm três características que as distinguem de outros tipos de redes: tamanho, tecnologia de transmissão e topologia (TANENBAUM, 2003, p.18).

A figura a seguir apresenta a estrutura mais comum de uma LAN:

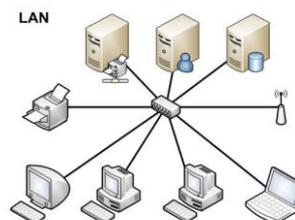


Figura 1. Local Area Network

- **Metropolitan Area Network (MAN)**

“É uma rede que abrange uma cidade. O exemplo mais conhecido de MAN é a rede de televisão a cabo disponível em muitas cidades” (TANENBAUM, 2003, p.18).

A figura abaixo ilustra a estrutura de uma MAN:

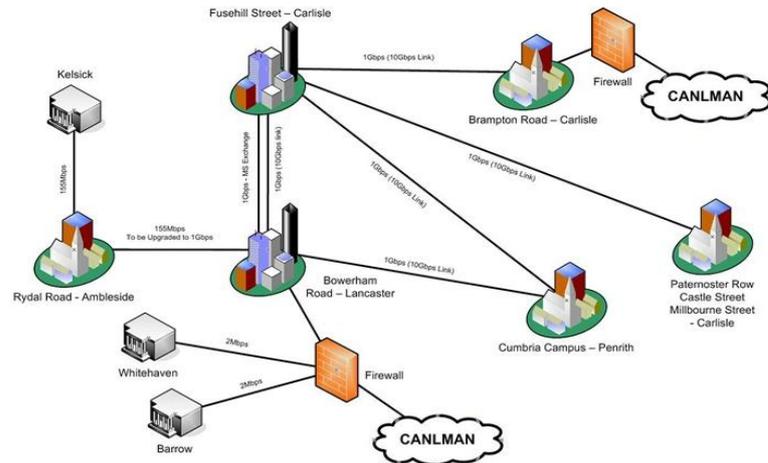


Figura 2. Metropolitan Area Network

- **Personal Area Network (PAN)**

É uma rede utilizada para efetuar a comunicação entre os dispositivos que se encontram perto de uma pessoa. Esses dispositivos podem pertencer ou não à pessoa em questão. São redes de curto alcance e podem ou não estar conectadas a Internet.

Na figura a seguir é mostrado o exemplo de como se estrutura uma PAN:

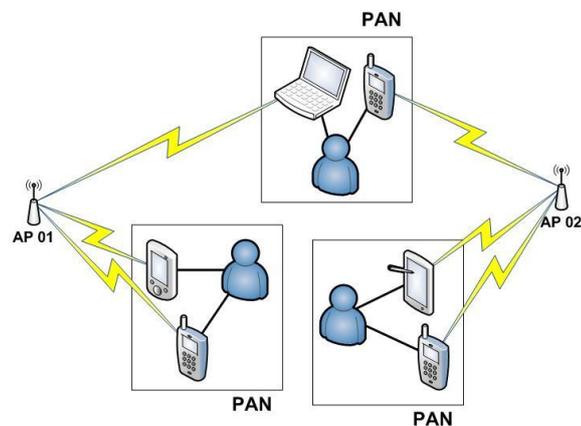


Figura 3. Personal Area Network

- **Wide Area Network (WAN)**

“Uma WAN, abrange uma grande área geográfica, com frequência um país ou continente. Ela contém um conjunto de máquinas cuja finalidade é executar os programas do usuário” (TANENBAUM, 2003, p.20).

Na figura abaixo é mostrado um exemplo de uma rede WAN:

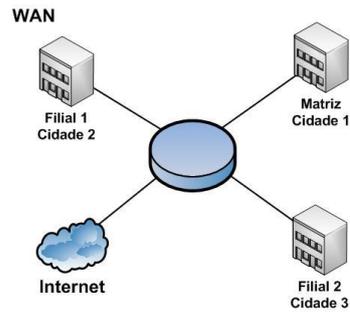


Figura 4. Wide Area Network

- **WLAN, WMAN e WPAN**

“Segundo Tanenbaum (2003) essas redes são sistemas em que todo o computador tem um modem de rádio e uma antena no teto que permite a comunicação das máquinas. Essas redes são definidas pelos padrões IEEE 802.11 e 802.16 juntamente com seus adendos.”

#### 2.1.2.2 Topologia

- **Estrela**

É uma das topologias mais comum das redes de computadores, na qual predomina a figura do dispositivo central, que é o responsável pela troca de mensagens entre os hosts da rede. Na figura a seguir é ilustrada a topologia em estrela:

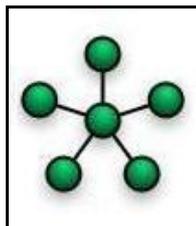


Figura 5. Topologia Estrela

- **Barramento**

É uma topologia na qual um conjunto de computadores está interligado através de um barramento compartilhado por todos. Na figura abaixo é mostrada a estrutura da topologia em barramento:

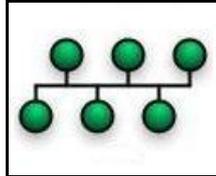


Figura 6. Topologia Barramento

- **Anel**

A topologia em anel é aquela em que cada computador que compõe a rede está conectado a exatamente a outros dois, formando com isso uma única via para o tráfego dos dados. Na imagem a seguir é mostrada a forma de topologia em anel:

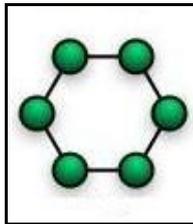


Figura 7. Topologia Anel

### 2.1.2.3 Tecnologias de redes

- **Ethernet**

O padrão Ethernet foi desenvolvido pela Xerox, Digital Equipment Corporation (DEC) e a Intel, em meados de 1972, com uma largura inicial de banda de 2,94 Mbps, sendo posteriormente padronizado em 10 Mbps pelo IEEE, sob a normalização IEEE 802.3. Esse padrão ficou conhecido como padrão DIX. Utiliza como método de acesso ao meio físico o protocolo CSMA/CD e sinalização digital Manchester-encoded Digital Baseband.

O sistema foi chamado Ethernet, em menção ao *éter luminoso*, meio físico no qual a radiação eletromagnética se propagava. Nesse caso, o meio de transmissão era um cabo coaxial com até 2,5 Km de comprimento, no qual eram colocados repetidores a cada 500 metros. Neste padrão Ethernet inicial apenas 256 máquinas podiam ser conectadas ao sistema (TANENBAUM, 2003).

- **Fast Ethernet**

A tecnologia Fast Ethernet, definida como padrão 100 Base-T, é uma versão de 100 Mbps da popular Ethernet 10 Base-T. Foi oficialmente adotada pelo IEEE como nova especificação em maio de 1995 recebendo a denominação de padrão IEEE 802.3u e ficou como padrão suplementar ao já existente IEEE 802.3.

O controle de acesso ao meio Fast Ethernet é o mesmo do padrão 10 Base-T. O padrão 100 Base-T foi projetado para incluir múltiplas camadas físicas. Desde sua normatização foram criadas três diferentes especificações de meio físico. Duas delas para transmitir em cabos UTP, com um comprimento máximo de canal de 100 metros; uma terceira utiliza a fibra óptica multimodo como meio físico.

Este padrão também inclui uma especificação para MII, uma versão 100 Mbps das interfaces AUI, destinada a conexão de transceivers de alta velocidade. As diferenças entre o padrão 10 Base-T e o 100 Base-T estão nas especificações de meio físico e no projeto de redes. Isso se deve ao fato de a especificação IEEE 802.3u conter regras novas para repetidores e topologia de rede.

- **Gigabit Ethernet**

Em 1995, apenas cinco meses após as especificações do padrão Fast Ethernet terem sido formalmente anunciadas pelo IEEE, formou-se um novo grupo de estudos, denominado *Higher Speed Study Group*, com o propósito de pesquisar o próximo nível de velocidade de redes Ethernet.

Esse grupo formou um comitê que foi denominado de IEEE 802.3z e que foi aprovado em julho de 1996, com o objetivo de definir os novos padrões para a Ethernet 1.000 Mbps, o então chamado padrão Gigabit Ethernet. O padrão 1.000 Base-T é definido pelo IEEE no padrão IEEE 802.3z, para uso em cabos de fibra óptica monomodo e multimodo e no padrão IEEE 802.3ab para cabos de par trançado.

O Gigabit possui cinco especificações para uso, duas para implementações em fibras ópticas (1.000Base-SX e 1.000Base-LX), duas para cabeamento metálico UTP (1.000Base-T e 1.000Base-TX) e uma última para implementação em cabos biaxiais blindados (1.000Base-CX).

### **2.1.3 Tecnologias de transmissão de dados**

Em uma visão geral, existem dois tipos de tecnologias de transmissão de dados disseminadas que são os *Links* de Difusão e os *Links* Ponto a Ponto.

#### **2.1.3.1 Links de difusão**

As redes de difusão têm apenas um canal de comunicação, compartilhado por todas as máquinas da rede. Mensagens curtas, que em determinados contextos são chamadas pacotes, enviadas por qualquer máquina, são recebidas por todas as outras. Um campo de endereço dentro do pacote especifica o destinatário pretendido (TANENBAUM, 2003).

#### **2.1.3.2 Links ponto a ponto**

As redes ponto a ponto consistem em muitas conexões entre pares de máquinas individuais. Para ir da origem ao destino, um pacote nesse tipo de rede talvez tenha de visitar primeiro uma ou mais máquinas intermediárias. Como regra geral, redes menores geograficamente localizadas tendem a usar difusão, enquanto redes maiores em geral são redes ponto a ponto. A transmissão ponto a ponto com um transmissor e um receptor às vezes é chamada unicasting (TANENBAUM, 2003).

### **2.1.4 Equipamentos de redes**

A rede de computadores é um sistema composto por uma série de elementos, sendo estes o cabeamento, o hardware e o software. Como todo sistema, uma rede para funcionar de forma eficiente se faz necessária uma perfeita integração entre todos os elementos que a compõe. A seguir serão descritos alguns componentes que integram uma rede de computadores e seus conceitos são fornecidos segundo MF-102 (2008).

- **SWITCH**

Dispositivo que transfere pacotes Ethernet no nível da camada 2 do Modelo OSI transmitindo dados entre segmentos interconectados de rede LAN. A tecnologia *Switching* é uma forma de ampliar a capacidade total da rede disponível para os usuários em uma rede local, de uma maneira eficiente e a um custo efetivo.

- **GATEWAY**

Pode ser considerado um tipo especial de roteador. Seu principal objetivo é interligar, ou seja, promover a interação entre programas instalados em ambientes totalmente diferentes.

- **ROTEADOR**

Os roteadores ou *Routers* são dispositivos que provêm a interconectividade entre LANs e entre uma LAN e a WAN. Eles estendem os limites das LANs para MANs e WANs. São largamente empregados quando há a necessidade de interligação entre redes que executam protocolos diferentes.

- **INTERFACE DE REDE**

Equipamento responsável por realizar a interligação no computador com o meio físico de acesso ao servidor e demais recursos da rede. Esse dispositivo também é conhecido como *Network Interface Card* ou NIC.

## 2.2 INSTITUIÇÕES RESPONSÁVEIS PELAS PADRONIZAÇÕES DE REDES

### 2.2.1 International Organization for Standardization (ISO)

A ISO é a maior editora no mundo para desenvolvimento de normas internacionais. Compõe uma rede mundial de institutos nacionais de normalização e sua sede está localizada em Genebra, na Suíça. Essa constitui uma instituição não-governamental que realiza uma ponte entre o setor público e o privado e possui a maior parte de seus institutos membros compondo a estrutura governamental do país em que está atuando.

### **2.2.2 International Telecommunication Union (ITU)**

A ITU é a principal agência das Nações Unidas voltada para as tecnologias da informação e comunicação, bem como o ponto focal para os governos mundiais e do setor privado no desenvolvimento de redes e serviços.

Esta instituição coordena a nível mundial a utilização do espectro radioelétrico, trabalhando para melhorar a infra-estrutura de telecomunicações do mundo e estabelece normas mundiais que promovem a interligação de uma ampla gama de sistemas de comunicações.

### **2.2.3 Internet Engineering Task Force (IETF)**

A IETF é uma grande comunidade internacional aberta, composta de designers de redes, operadores, vendedores e pesquisadores preocupados com a evolução da arquitetura e o bom funcionamento da Internet. A comunidade é aberta a qualquer pessoa interessada. A Missão da IETF está documentada no RFC 3935. O atual trabalho técnico da IETF é feito em seus grupos de trabalho, que estão organizados por assunto em várias áreas.

### **2.2.4 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)**

Instituição fundada em 1940, a ABNT é o órgão responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro. É uma entidade privada, sem fins lucrativos, reconhecida como único Foro Nacional de Normalização através da Resolução n.º 07 do CONMETRO, de 24 de agosto de 1992. É membro fundador da ISO, da COPANT e da AMN, e é a única e exclusiva representante no Brasil das mesmas, além de ser também única representante da IEC.

### **2.2.5 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)**

O IEEE é uma organização sem fins lucrativos, líder mundial em associação profissional para o avanço da tecnologia. O nome era originalmente um acrônimo para o “Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.”. Hoje, o campo de interesse da organização tem se expandido em tantas áreas afins, que é simplesmente referida pelas letras IEEE.

### **2.2.6 Electronic Industries Alliance (EIA)**

A EIA é uma organização nacional do comércio, que representa a U.S. Electronics Associations, incluindo todo o campo da U.S. Manufacturers. A EIA é uma parceria de empresas de eletrônicos e de alta tecnologia, cuja missão é promover o desenvolvimento do mercado e a competitividade das indústrias de alta tecnologia nacional e internacional através de esforços políticos.

### **2.2.7 Telecommunications Industry Association (TIA)**

Em 1924, foi formada por um pequeno grupo de fornecedores independentes da indústria de telefonia, uma organização para planejamento e organização de feiras industriais. Em 1979, o grupo criou uma associação à parte, a *Telecommunications Suppliers Association*, que se tornou uma das melhores organizações mundiais para promoção de exposições e seminários em telecomunicações. A TIA foi formada em Abril de 1988 após uma fusão da USTSA e o Information and Telecommunications Technologies Group of EIA.

## 2.3 MODELOS PADRONIZADOS MAIS UTILIZADOS (OSI X TCP/IP)

### 2.3.1 Modelo Open Systems Interconnection (OSI)

Criado pela International Standard Organization (ISO), com o intuito de padronizar os protocolos utilizados em todas as camadas de comunicação. O modelo recebeu este nome, pois trata da interconexão de sistemas abertos, que são aqueles que se comunicam com outros tipos de sistemas. O OSI é composto por sete camadas que serão descritas a seguir, de acordo com as definições fornecidas em Tanenbaum (2003):

- **Camada 1 – Física**

A camada física trata de transmissão de *bits* brutos por um canal de comunicação. O projeto da rede deve garantir que, quando um lado enviar um *bit* 1, o outro lado o receberá como um *bit* 1, não como um *bit* 0.

- **Camada 2 – Enlace ou Link de Dados**

A principal tarefa da camada de enlace de dados é transformar um canal de transmissão bruto em uma linha que pareça livre de erros de transmissão não detectados para a camada de rede.

- **Camada 3 – Rede**

A camada de rede controla a sub-rede. Uma questão fundamental de projeto é determinar a maneira como os pacotes são roteados da origem até o destino. As rotas podem se basear em tabelas estáticas, elas também podem ser determinadas no início de cada conversão ou podem ser altamente dinâmicas.

- **Camada 4 – Transporte**

A função básica da camada de transporte é aceitar dados da camada acima dela, dividi-los em unidades menores caso necessário, repassar essas unidades à camada de rede e assegurar que todos os fragmentos chegarão corretamente à outra extremidade. A camada de transporte também determina que tipo de serviço deva ser fornecido à camada de sessão.

- **Camada 5 – Sessão**

A camada de sessão permite que os usuários de diferentes máquinas estabeleçam sessões entre eles. Uma sessão oferece diversos serviços, inclusive o controle de diálogo, o gerenciamento de token e a sincronização.

- **Camada 6 – Apresentação**

A camada de apresentação está relacionada à sintaxe e à semântica das informações transmitidas. Para tornar possível a comunicação entre computadores com diferentes representações de dados, as estruturas de dados a serem intercambiadas podem ser definidas de maneira abstrata, juntamente com uma codificação padrão que será usada.

- **Camada 7 – Aplicação**

“A camada de aplicação contém uma série de protocolos comumente necessários para os usuários. Um protocolo de aplicação amplamente utilizado é o HTTP, que constitui a base para a Web. Entre outros protocolos podem ser citados DNS e o DHCP” (TANENBAUM, 2003).

### **2.3.2 Modelo TCP/IP**

Segundo Comer (2006), o modelo TCP/IP surgiu da pesquisa que levou ao conjunto de protocolos TCP/IP e de um modo geral, os protocolos TCP/IP são organizados em cinco camadas conceituais – quatro novas camadas que se baseiam em uma quinta camada de hardware convencional – que são descritas da seguinte forma:

- **Camada 1 – Hardware**

Definida apenas como sendo uma cama de hardware convencional, que serve de base à definição das outras quatro camadas que formam o modelo TCP/IP. Segundo Tanenbaum (2003) as duas primeiras camadas deste modelo são consideradas como uma só e é relatado que no modelo TCP/IP não é especificado muito bem o que acontece nelas.

- **Camada 2 – Interface de Rede ou Enlace de Dados**

O TCP/IP da camada mais baixa compreende uma camada de interface de rede, responsável por aceitar datagramas IP e transmiti-los por uma rede específica. Uma *interface* de rede pode consistir em um driver de dispositivo ou um subsistema complexo.

- **Camada 3 – Internet**

A camada de internet trata da comunicação de uma máquina para outra. Esta camada fica responsável por aceitar requisições para enviar um pacote da camada de transporte junto com uma identificação da máquina à qual o pacote deve ser enviado, tratar os datagramas que chegam e enviar e receber mensagens de erro e controle ICMP conforme a necessidade.

- **Camada 4 – Transporte**

A principal tarefa da camada de transporte é prover comunicação de um programa aplicativo com outro. Porém esta camada também pode regular o fluxo de informações e por fim pode oferecer transporte confiável.

- **Camada 5 – Aplicação**

No nível mais alto, os usuários invocam programas aplicativos que acessam serviços disponíveis por uma internet TCP/IP. Uma aplicação interage com um dos protocolos da camada de transporte para enviar ou receber dados.

Após uma introdução as redes de computadores e conhecendo do que trata esse campo da tecnologia, serão abordados no próximo capítulo os conceitos necessários para se conhecer e entender os elementos que compõe um sistema de cabeamento estruturado, que é um ponto fundamental para o desenvolvimento de projetos de infraestrutura de redes.

### **3 CABEAMENTO ESTRUTURADO**

O cabeamento é a infraestrutura necessária à implementação de qualquer rede de computadores, sendo considerado o investimento inicial para qualquer projeto. Neste capítulo serão expostos os conceitos dos elementos que compõe um sistema de cabeamento, dentre estes se encontram: os tipos de cabeamento utilizados nas redes, padrões de cabos utilizados e os critérios de segurança necessários para a fabricação de equipamentos.

#### **3.1 REDES METÁLICAS**

##### **3.1.1 Tipos de cabos metálicos**

- **Par Trançado**

Consiste em dois fios de cobre isolados que são trançados entre si para produzir um efeito de cancelamento de correntes, este trançamento que protege os fios contra elementos que podem causar interferências externas. Os fios são agrupados e revestidos com camadas isolantes ou metálicas e em quantidade que venha a atender a aplicação a que se destina.

- **Coaxial**

Este tipo de cabo é constituído por um núcleo de metal, uma camada composta de uma substância dielétrica, uma malha de metálica e por fim uma camada de proteção feita de plástico. Existem vários tipos de cabos coaxiais e os mesmo se diferem por uma série de fatores como, por exemplo, pela impedância ou pelo diâmetro.

##### **3.1.2 Categorias de cabeamento**

Logo após a publicação da norma TIA/EIA 568, em meados de 1991, o termo “categoria” se tornou um parâmetro amplamente utilizado por instaladores e administradores de redes, para descrever características de desempenho dos sistemas de cabos do tipo UTP. O quadro a seguir mostra a evolução histórica das categorias de cabeamento:

<b>Categoria</b>	<b>Aplicação Suportada</b>	<b>Ano de Padronização</b>
Categoria 3	Voz, 10 Base-T	1991
Categoria 4	Token Ring 16Mbps	1993
Categoria 5	100 Base-TX	1994
Categoria 5e	1000 Base-T	2001
Categoria 6	Gigabit com eletrônica simplificada e vídeo até canal 28	2002 TIA/EIA-568-B.2-1
Categoria 7	Aplicações com vídeo CATV (600 a 1000 MHz)	2002 ISO 11801 – 2ª Edição CLASSE F

Quadro 1. Evolução das categorias de cabeamento  
Fonte: MF-103, 2009.

### 3.1.3 Perturbações que afetam o canal de comunicações

As perturbações que podem afetar um determinado canal de comunicações são divididas em dois tipos, as distorções sistemáticas e as aleatórias, as primeiras são aquelas que ocorrem quando determinadas condições aparecem no canal, enquanto que as do segundo tipo são aquelas que ocorrem sem previsão, tendo de serem tratadas por métodos estatísticos.

#### 3.1.3.1 Distorções sistemáticas

- **Distorção de Retardo – *Delay Distortion***

Fenômeno ocasionado devido a fase de um sinal não ser linear com a frequência, acarretando com isso, a chegada em tempos diferentes dos diversos componentes de frequência.

- **Distorção de Atenuação**

Ocasionada devido a atenuação seletiva em relação às componentes de frequência do sinal. Acarreta a atenuação demasiada de altas ou baixas frequências, ocasionando deformações do sinal.

- **Distorção Harmônica**

Trata-se de uma distorção não linear, produzida em decorrência de estágios de amplificação que o sinal sofre e onde o ponto de operação foi mal projetado ou a excessiva intensidade de entrada. Provoca uma excursão pelas regiões não-lineares da curva de transferência e filtragem.

- **Atenuação**

No caso das distorções sistemáticas, tratasse da atenuação global do sinal. Provoca a impossibilidade de o receptor receber o sinal, devido a perda de potência do sinal e à sensibilidade do receptor.

### 3.1.3.2 Distorções aleatórias

- **Ruído**

São perturbações elétricas aleatórias que ocorrem ao longo da transmissão.

- **Diafonia – Crosstalk**

Fenômeno ocasionado quando dois ou mais sinais distintos, em meios de transmissão próximos, começam a interferir entre si.

- **Eco**

Consiste na reflexão de parte do sinal transmitido, devido às variações de impedância das linhas de transmissão.

- **Agitação de Fase – Phase Jitter**

Fenômeno que consiste na variação instantânea da fase do sinal transmitido, ela ocorre nos momentos em que o sinal passa pelo valor zero.

### 3.1.4 *Megahertz x Megabits*

Essas duas grandezas atrapalham o entendimento de muitos profissionais da área, entretanto ambos têm conceitos distintos e de claro entendimento. Megahertz representa a quantidade de informação que pode ser trafegada através de um canal de comunicação, ao passo que Megabits representa a velocidade com que a informação pode ser transmitida.

### 3.1.5 **Certificação de redes metálicas**

A instalação de uma rede envolve diversas etapas, porém tão importante quanto à instalação da rede, são os testes de certificação que devem ser feitos para demonstrar se a rede está ou não apta para funcionamento. Aconselha-se que a certificação seja realizada antes que a rede entre em operação, pois após sua ativação se tornar muito complicado a detecção de erros de montagem.

A certificação de uma rede envolve uma série de testes que avaliam os parâmetros do cabeamento. Os equipamentos destinados a este fim testam os parâmetros do cabeamento de acordo com as especificações da norma TIA/EIA 568B, que define os padrões para cabeamento de telecomunicações em construções comerciais, dentre esses equipamentos destacam-se:

- **Mapeador de Cabos:**

Efetua o mapeamento da pinagem entre os condutores e indica falhas, como pares trocados e falha de contatos que prejudicam a paradiáfonia do cabo.

- **Testador de Cabos:**

É o equipamento mais utilizado para realização de teste de certificações em redes UTP, ele possui vários recursos e realiza os testes exigidos pela norma TIA/EIA 568, além de armazenar os testes na memória e emitir relatórios.

Além de definir se o cabeamento está apto ou não para ser utilizado, esse equipamento é dotado de um recurso chamado TDR, que proporciona condições para que o equipamento realizar uma análise ao longo de toda a extensão do cabo.

## 3.2 REDES ÓPTICAS

### 3.2.1 Tipos de fibras ópticas

Quando se entra no mundo da comunicação óptica, observasse que existem muitos tipos de fibras, sendo cada voltada para determinada aplicação. Os tipos podem variar de acordo com o material de composição, as suas dimensões e os processos de fabricação. Primariamente as fibras são divididas em Monomodo e Multimodo, esses principais tipos serão descritos a seguir:

- **Fibras Multimodo**

Este tipo de fibra permite que em seu núcleo os feixes luminosos percorram diversos caminhos, esses feixes são chamados de modo de propagação. No que diz respeito ao índice de refração do núcleo em relação à casca esse tipo de fibra é subdividido em duas categorias que são fibras de Índice Degrau e Índice Gradual (MF-104, 2008).

O primeiro tipo não é mais produzido atualmente, devido ser muito inferior aos outros tipos de fibras e a segunda categoria tem seu processo de fabricação complexo e é muito mais utilizada em diversos tipos de aplicações.

As fibras do tipo multimodo têm o tamanho de seu núcleo variando de 50 $\mu$ m e 62,5 $\mu$ m e a espessura de sua casca possui diâmetro de 125 $\mu$ m. Essas fibras utilizam como fonte luminosa dispositivos do tipo LED e mais recentemente foi criado um tipo de laser chamado VCSEL para operar em janelas de 850nm para poder ser compatível com fibras multimodo.

Por fim é importante ressaltar que esse tipo de fibra é utilizado em aplicações que chegam até 2 km de distância e que acima disto é aconselhável a utilização de fibras monomodo, que serão descritas a seguir.

- **Fibras Monomodo**

“Essas fibras possuem apenas um tipo de propagação, ou seja, neste tipo de fibra os feixes luminosos possuem apenas um caminho pelo qual podem percorrer. Elas são subdivididas de acordo com a variação de refração do núcleo em relação à casca” (MF-104, 2008).

Esse tipo de fibra possui seu processo de fabricação muito mais complexo, pois possuem dimensões muito inferiores as fibras multimodo, o que torna seu custo muito maior também. Estes tipos de fibras têm o tamanho de seu núcleo variando entre 8 $\mu$ m e 10 $\mu$ m e possui sua casca em um diâmetro de 125 $\mu$ m.

Essas fibras utilizam como fontes luminosas exclusivamente fontes do tipo laser e podem ser utilizadas em aplicações que chegam a distâncias de até 50 km sem precisar de repetidores para regeneração da emissão de luz.

### 3.2.2 Tipos de cabos ópticos

Os cabos ópticos são divididos em duas categorias, os cabos para utilização externa e os cabos para utilização interna, ambos serão descritos a seguir:

- **Cabos Tipo *Loose***

“Este tipo de cabo apresenta as fibras soltas, acondicionadas no interior de um tubo plástico, que proporciona o primeiro nível de proteção, o interior desses cabos é preenchido com uma espécie de geléia sintética a base de petróleo” (MF-104, 2008).

O preenchimento com essa substância derivada do petróleo proporciona uma grande proteção às fibras contra umidade e choques mecânicos. Por norma esse tipo de cabo só pode adentrar 15 metros em uma edificação. Esse tipo de cabo é de uso exclusivamente externo, podendo ser lançado de forma aérea ou de forma subterrânea, e sua principal aplicação são em sistemas de comunicação a longas distâncias.

- **Cabos Tipo *Tight***

Nos cabos *Tight* as fibras recebem um revestimento primário de plástico e posteriormente, há outro revestimento de um material plástico que irá proporcionar uma proteção maior. Cada fibra do interior do cabo recebe a denominação de elemento óptico. Então todos os elementos são agrupados ao redor de um elemento de tração e por fim são revestidos por uma camada de proteção (MF-104, 2008).

Esse tipo de cabo é utilizado principalmente em ambientes internos, porém dependendo do processo de fabricação, existem alguns cabos do tipo *Tight* que são adaptados para utilização em meios externos.

- **Cabos Tipo *Groove* e *Ribbon***

Esses dois tipos de cabos se enquadram em cabos do tipo Loose, porém eles são utilizados quase que exclusivamente em aplicações voltadas para backbones de empresas de Telecom que necessitam de uma grande concentração de fibras. A concentração nesses tipos de cabos pode chegar a cerca de 4.000 fibras em um único cabo óptico (MF-104, 2008).

### 3.2.3 Atenuação e dispersão em fibras ópticas

- **Atenuação**

A atenuação seria a diminuição progressiva da potência da radiação quando esta atravessa o meio físico. A medida de perda de potência é dada em dB/km (MF-104, 2008).

- **Dispersão**

É o fator responsável pela limitação da largura de banda do sinal transmitido. No caso dos sinais digitais mais comumente usados em comunicação óptica, a dispersão significa um alargamento temporal do pulso óptico, resultando na superposição de diversos pulsos do sinal (MF-104, 2008).

### 3.2.4 Processos de emendas

Existem dois métodos para execução de emendas ópticas, estes são o método por emenda mecânica e o de emenda por fusão, mas antes de realizar-se um processo de emenda as fibras devem passar por um processo preparatório que engloba três fases:

- **Decapagem:** nesta fase ocorre a remoção da do revestimento externo do cabo, a remoção da proteção de aramida e a retirada das unidades básicas, só restarão às fibras com os resíduos do preenchimento interno do cabo.
- **Limpeza:** os resíduos restantes do preenchimento do cabo devem ser removidos através da utilização de gaze ou lenços de papel embebidos em álcool Isopropílico ou Anidro.

- **Clivagem:** a última fase do processo preparatório para que a emenda possa ser efetuada, consiste em um corte que a fibra deve sofrer sob um ângulo de aproximadamente  $90^\circ$ , isto se faz necessário para que no momento da emenda as extremidades das fibras se encontrem paralelas, proporcionando uma boa qualidade à emenda.

Após a descrição do processo preparatório para que as fibras possam receber a emenda óptica, serão descritos os dois tipos de métodos de emendas existentes:

- **Emenda Mecânica**

Este método para execução de emendas ópticas é subdividido em dois tipos, o processo realizado através da utilização de alinhadores de precisão e o processo realizado por conectorização (MF-104, 2008).

No primeiro tipo é utilizado um equipamento chamado de alinhador, onde as duas fibras são introduzidas em ranhuras que efetuam o alinhamento e mantêm as fibras frente a frente e muito próximas. No segundo tipo são utilizados conectores ópticos, os quais são aproximados e alinhados, contudo, não encostados um no outro, isto é efetuado através da utilização de adaptadores ópticos que aproximam, alinham e fixam os conectores.

- **Emenda por Fusão**

Este é o método mais utilizado para realização de emendas ópticas, ele se caracteriza primordialmente por fundir as extremidades das fibras, de modo a torná-las contínuas.

A emenda por fusão é o método mais utilizado por apresentar os menores índices de atenuação. Porém, para viabilizá-lo torna-se necessária a utilização da máquina de fusão que é conhecida como Fusor (MF-104, 2008).

### 3.2.5 Certificações e testes em fibras ópticas

Os testes das fibras têm por objetivos identificar eventuais problemas que possam vir a existir após a instalação e para comprovar se a rede está habilitada para execução ou não. As melhores práticas aconselham que os testes sejam realizados após toda a infraestrutura já estar instalada, porém antes que a rede seja ativada.

- **Testes de Atenuação Absoluta**

Estes testes compreendem as medidas de atenuação nos links ópticos em determinados comprimentos de onda, 850nm para fibras multimodo e 1330nm para fibras monomodo. Os testes de atenuação absoluta têm por objetivos determinar quanto de potência óptica é perdida em um determinado enlace e são efetuados através da utilização de aparelhos denominados Medidores de Potência ou Power Meter.

- **Testes Analíticos**

Os testes analíticos são efetuados através da utilização de aparelhos denominados Reflectômetros Ópticos no Domínio de Tempo ou OTDR, cujo funcionamento se baseia na emissão de pulsos de luz de curta duração com comprimentos de ondas determinados. Dentre as várias informações obtidas através dos testes analíticos pode-se ser ressaltado, o comprimento total ou parcial do enlace e o índice de atenuação em vários pontos da fibra.

### 3.3 CLASSIFICAÇÕES DOS CABOS QUANTO À FLAMABILIDADE

A classificação apresentada neste trabalho é reconhecida internacionalmente para a utilização de cabos em telecomunicações e nacionalmente pode ser observada na norma NBR-14705 que explana a respeito da classificação de cabos internos para telecomunicações quanto ao comportamento frente à chama.

Dentro das descrições expostas mais adianta, devesse entender as siglas CM, como sendo para cabos metálicos, e a CO, como sendo para cabos ópticos. A seguir são descritos os diversos tipos de cabos utilizados em telecomunicações:

- **CMX – UL 1581**

São os menos providos de proteção quanto a propagação de chamas e gases tóxicos, devido isto, são de uso limitado, não sendo recomendados para instalações por calhas abertas ou por estruturas com fluxo de ar forçado.

- **COG/CM – UL 1581**

São aqueles de uso geral, não possuindo muitas restrições em seu uso, sendo indicados para instalações internas comerciais, porém a norma aconselha a serem instalados por meio de tubulações em ambientes sem fluxo de ar forçado.

- **COR/CMR – UL 1666**

São cabos utilizados nos subsistemas de backbone de edifícios e por serem lançados por meio de shafts que atravessam o edifício, devem possuir uma boa resistência a propagação de fogo e fumaça.

- **COP/CMP – NFPA 262**

Estes cabos possuem uma boa característica de retardo a propagação do fogo e fumaça e são indicados para o uso nos cabeamentos horizontais e de backbone em edifícios comerciais e altamente recomendados para locais onde há o fluxo de ar forçado.

- **LSZH**

Atualmente são os cabos mais sofisticados em utilização em termos de emissão de fumaça e de gases tóxicos, tendo como característica principal a proteção do elemento humano em uma instalação no caso de incêndio, a sigla LSZH se traduz como Baixa Fumaça, Zero Halogênio.

### 3.4 PADRÕES DE SEGURANÇA

Quando se trata de fabricação de cabos, vários fatores deveriam ser levados em consideração, dentre esses temos a questão da flamabilidade dos produtos, o fator de desempenho, dentre outros, a seguir serão descritas algumas certificações que todo cabo produzido e utilizado em telecomunicações de boa qualidade deve possuir:

- **Listed**

Define os requisitos de segurança quanto a flamabilidade do produto em relação às normas internacionais definidas pelas instituições responsáveis como a UL e a IEC.

- **Verified**

Diz respeito à questão do desempenho do produto em relação às características de transmissão especificadas, classificando-o de acordo em a sua categoria, como por exemplo, categoria 5e ou categoria 6.

- ***Channel***

Esta certificação assegura que determinada combinação de produtos cumpra com os requisitos normativos para a categoria avaliada, como por exemplo, cabos e ativos de fabricantes diferentes consigam realizar a interoperabilidade entre si sem perda de desempenho pelo fato de não serem da mesma marca.

### 3.5 CONCEITOS APLICADOS AO CABEAMENTO ESTRUTURADO

- ***Cross-connect***

Trata-se de um arranjo físico de conexão que permite, por meio de patch cables ou jumpers, mudar o tipo de serviço a ser disponibilizado para o cabeamento horizontal ou para o backbone.

- ***Interconexão***

Trata-se de um arranjo físico por meio de patch cables e realiza uma conexão direta do hardware em questão com o cabeamento horizontal.

- ***Armário de Telecomunicações (AT) ou Telecommunication Room (TR)***

São espaços reservados à acomodação de equipamentos, terminações e manobras de cabos, sendo o ponto de conexão entre o backbone e o cabeamento horizontal. Esses espaços também abrigam o horizontal cross-connect do andar a que pertencem.

- ***Sala de Equipamentos (SEQ) ou Equipment Room (ER)***

A SEQ é o local onde encontramos uma infraestrutura especial para os equipamentos de telecomunicações e computadores, aloja o Main Cross-Connect, as diversas ligações para os Armários de Telecomunicações e também possui capacidade de alojar os operadores.

- ***Entrada de Facilidades (EF) ou Entrance Facilities (EF)***

Trata-se de um local que abrigará uma facilidade de entrada do edifício para ser o ponto de interseção entre os backbones que interligam diversos edifícios, além de conter o ponto de demarcação de rede externa provida pela operadora telefônica.

- **Área de Trabalho (AT) ou *Work Area* (WA)**

É o espaço onde os usuários utilizam as facilidades de telecomunicações. A tomada ou outlet de telecomunicação presente na WA é o ponto no qual o equipamento do usuário final se conecta ao sistema de distribuição de telecomunicação. Importante ressaltar que são necessárias no mínimo duas tomadas de telecomunicações por WA.

- **Cabeamento Primário ou *Backbone Cabling***

Este nível de cabeamento é responsável por realizar a interligação entre os armários de telecomunicações, Sala de Equipamentos e a Entrada de Facilidades. É constituído por cabos de backbone e cross-connect, cabos de conexão, conexão entre pavimentos e conexão entre prédios (ANSI/EIA/TIA 568-B.1, 2001).

- **Cabeamento Horizontal ou *Horizontal Cabling***

A norma ANSI/EIA/TIA 568-B.1 de 2001 referencia este nível de cabeamento compreendendo as ligações entre o Cross-Connect Horizontal na sala de telecomunicações até o conector na tomada de telecomunicações na área de trabalho.

### 3.6 ADMINISTRAÇÃO DO CABEAMENTO ESTRUTURADO

A administração do cabeamento estruturado é definida de acordo com a norma TIA/EIA 606, norma esta que permite a utilização de um esquema de administração padronizado que seja independente de aplicação.

A administração do sistema de cabeamento pode ser realizada por meios diferentes, como por exemplo: códigos ou cores, de modo manual ou por meio de sistemas computacionais.

#### 3.6.1 Áreas a serem administradas

Dentro do universo da administração do cabeamento estruturado podem ser visualizadas algumas áreas bem definidas, estas áreas são:

- terminações para meios de telecomunicações localizados nas Áreas de Trabalho, nos Armários de Telecomunicações, na Sala de Equipamentos e na Entrada de Facilidades;
- os meios de telecomunicações entre os pontos de terminações;
- dutos de Passagem;
- os espaços onde as terminações estão localizadas;
- componentes elétricos e de aterramento aplicados às telecomunicações.

### 3.6.2 Componentes Essenciais

Dentro do sistema de cabeamento estruturado existem componentes de vital importância e sem os quais a administração de tal sistema se torna uma tarefa muito difícil e complicada, de acordo com os conceitos retirados de MF-103 (2008) estes elementos são definidos da seguinte forma:

- **Identificadores ou *Identifiers*:** são um número ou combinação de caracteres relacionados com cada elemento dentro da infraestrutura de telecomunicações.
- **Registros ou *Records*:** são coleções de informações relacionadas com um elemento específico da infraestrutura. Estes elementos contêm todas as informações dos identificadores.
- ***As-Built*:** contem informações provenientes de vários registros da infraestrutura, como plantas, memoriais descritivos, relatórios de testes que representam exatamente a execução da obra.
- **Interligações ou *Linkages*:** define a conexão entre os identificadores e os registros.

- **Código do Usuário ou *User Code*:** realiza a associação de uma terminação a um determinado registro.
  
- **Apresentação de informações:** este elemento referencia a produção de documentações associadas à administração do cabeamento estruturado como, por exemplo, relatórios, desenhos e ordens de serviço.

Neste capítulo foram apresentados os conceitos que formam o universo do cabeamento estruturado e que compõe o sistema computacional de qualquer empresa, no capítulo seguinte será apresentada a tecnologia 10 Gigabit Ethernet que é o objeto chave para a obtenção dos objetivos deste trabalho.

## 4 TECNOLOGIA 10 GIGABIT ETHERNET

Após a padronização da tecnologia Gigabit Ethernet, no ano de 1998, por meio do padrão IEEE 802.3z, para aplicações em fibras ópticas, e posteriormente no ano de 1999 com o padrão IEEE 802.3ab, para aplicações em cabo de cobre, foi criado um grupo de estudo intitulado HSSG, que tinha como objetivo realizar estudos em protocolos com velocidades superiores a 1Gbps e entre seus principais objetivos, podem ser ressaltados os seguintes:

- preservação do formato do frame 802.3;
- conservação do tamanho mínimo e máximo do frame transportado;
- aceitação de operações apenas em modo full-duplex;
- manutenção do suporte à topologia estrela;
- prover o suporte as distâncias como:
  - 2 até 40 quilômetros (Fibras Monomodo);
  - 100 até 300 metros (Fibras Multimodo).

Os estudos realizados por este grupo viabilizaram o desenvolvimento do padrão 10GbE, que foi aprovado pelo comitê 802.3, em junho de 2002. Nesta data foram definidas especificações para camadas físicas, além de uma classe de redes associadas à dispositivos de armazenamento ou redes SAN, apresentando tipos de transmissores, receptores e princípios de codificação compatíveis com o tipo de mídia utilizada, no caso específico deste padrão as fibras ópticas.

Em seguida o comitê 802.3 realizou novas pesquisas e regulamentou a padronização do 10GbE para implementações utilizando-se cabeamento metálico, isso só veio a ocorrer em junho do ano de 2006. Porém, o padrão criado para definição do tráfego do 10GbE em cabos de cobre recebeu algumas correções o que acarretou na elaboração de um novo padrão no ano 2007.

No que se refere à tecnologia Ethernet, tradicionalmente esta é amplamente utilizada quando há uma referência à LAN e à LAN estendida, que seriam basicamente redes locais que interligam sites remotos. No caso do padrão 10GbE, este permite os benefícios da transição entre a LAN e WAN, estabelecendo com isso, conjuntos compatíveis de dispositivos de rede, que possam estabelecer uma ponte transparente de operação e migração entre os padrões da tecnologia Ethernet.

A seguir, serão apresentados pontos que compõe a tecnologia 10GbE, como por exemplo: as características da tecnologia, algumas aplicações nas quais o padrão já é implementado, as normas que regulamentam esta e por fim uma breve comparação entre os padrões Gigabit Ethernet e o 10 Gigabit Ethernet.

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA 10 GIGABIT ETHERNET

De acordo com os dados extraídos do site 10GEA (2009), o qual é uma das principais fontes de informações a respeito do projeto de desenvolvimento do padrão 10GbE, serão citadas as características que compõe o padrão 10 Gigabit Ethernet:

- só aceita operações em modo *Full-Duplex*;
- dispensa a utilização do protocolo CSMA/CD como mecanismo de detecção de colisão de pacotes no meio;
- aceita implementações tanto em meio óptico quanto em meio metálico;
- proporciona migração simples entre os padrões da tecnologia Ethernet;
- mantém o formato padrão de frame da tecnologia Ethernet;
- mantém o tamanho mínimo e o máximo do quadro do padrão 802.3;
- define uma distância mínima de 200 metros para utilização em fibras MM e de 3km em fibras SM;
- padroniza o canal de comunicação de 55 metros em cabos de cobre Categoria 6 e de 100 metros em cabos Categoria 6A;
- possui suporte as mídias definidas na ISO/IEC 11.801;
- proporciona uma rápida integração entre redes LAN, MAN e WAN;
- possui suporte à implementações em SAN e NAS.

Ressaltasse, entre as características do novo padrão Ethernet a questão dele só aceitar operações em modo *full-duplex*, o que dispensa a implementação de dispositivos de detecção de colisões no meio, lembrando que o padrão Gigabit ainda aceitava operações em modo *half-duplex* e necessitava da presença do mecanismo de detecção de colisões.

Outro ponto muito importante é a questão das distâncias alcançadas através do uso do 10GbE, o qual proporciona lançamentos de canais muito maiores que os alcançados com o padrão antecessor. Porém, todas essas características só foram obtidas depois de várias tentativas, até que se chegasse aos padrões finais da 10GbE. A seguir serão apresentadas as normas que regulamentam o funcionamento desta tecnologia.

#### 4.2 NORMAS REGULADORAS DO PADRÃO 10GbE

Como já citado as pesquisas que envolvem a tecnologia Ethernet estão sob responsabilidade do comitê 802.3 do IEEE e que vem ao longo dos anos produzindo as normas que regulamentam os padrões desta. O quadro a seguir mostra a evolução do padrão 10GbE, juntamente com suas normas padronizadoras, mídia física suportada, ano de publicação e distância máxima alcançada:

<b>Padrão</b>	<b>Data de Ratificação</b>	<b>Tipo PHY</b>	<b>Meio de Transmissão</b>	<b>Distância (Máx.)</b>
802.3ae	2002	10GBASE-SR	MMF	300m
		10GBASE-LR	SMF	10km
		10GBASE-ER	SMF	40km
		10GBASE-LX4	MMF / SMF	300m / 10km
		10GBASE-SW	MMF	300m
		10GBASE-LW	SMF	10km
		10GBASE-EW	SMF	40km
802.3ak	2004	10GBASE-CX4	Coaxial	15m
802.3an	2006	10GBASE-T	Cat 6 UTP ou Superior	100m
802.3aq	2006	10GBASE-LRM	MMF	220m
802.3ap	2007	10GBASE-KX4	4-Lane FR4 backplane	1m
		10GBASE-KR	1-Lane FR4 backplane	1m
802.3-2005/Cor 2	2007	10GBASE-T	Cat 6 UTP ou Superior	100m

Quadro 2. Evolução do Padrão 10 Gigabit Ethernet

Fonte: REDES de Alta Velocidade, 2009.

### 4.3 POSSÍVEIS APLICAÇÕES ENVOLVENDO O PADRÃO 10GbE

O 10GbE vem surgir como uma solução para suprir as necessidades dos mais diversos tipos de aplicações no que diz respeito à velocidade e capacidade de tráfego em meio físico. A seguir serão enumeradas as principais soluções de LANs, MANs e WANs em que a tecnologia 10 Gigabit pode ser empregada:

- **Possíveis aplicações em LANs:**
  - interligação de Servidores;
  - agregação de segmentos implementados em Gigabit Ethernet;
  - interligação de Switches para Datacenters e Backbones, localizados em sites remotos;
  
- **Possíveis aplicações em MANs:**
  - utilização de padrão Ethernet para redução de custos e complexidade da rede;
  - aumento da capacidade de tráfego de 2,5Gbps para 10Gbps;
  
- **Possíveis aplicações em WANs:**
  - conexão para acesso entre equipamentos em WANs;
  - dispensa-se a conversão de protocolos para WANs;

### 4.4 PADRÃO GbE X PADRÃO 10GbE

No que se refere a questão da migração entre padrões é importante salientar os principais aspectos que diferenciam as tecnologias envolvidas, no caso deste trabalho serão abordadas as diferenças entre os padrões GbE e o 10 GE. O quadro abaixo apresenta um comparativo entre estes:

<b>Características</b>	<b>1 Gigabit Ethernet</b>	<b>10 Gigabit Ethernet</b>
<b>Meio Físico</b>	Meio Ótico e Cobre	Forte orientação para uso de fibra óptica + Padronização para meio Metálico
<b>Distância</b>	LANs até 5km	LANs até 40km Conectividade imediata ao equipamento SONET/SDH para WANs
<b>PMD</b>	PMDs para Fiber Channel	Cria novo PMD ótico
<b>PCS</b>	Re-emprega a cod. 8B/10B	Estabelece um novo esquema de codificação
<b>Protocolo MAC</b>	Half-Duplex (CSMA/CD) + Full-Duplex	Somente Full-Duplex
<b>Extra</b>	Carrier extension para Half-Duplex	Throttled MAC speed

Quadro 3. GbE vs 10 Gigabit Ethernet

Fonte: REDES de Alta Velocidade, 2009.

Além do comparativo realizado acima, foram analisados alguns pontos que trariam vantagens após a realização da migração entre os padrões, estes são enumerados e descritos na lista a seguir:

- a crescente necessidade pelo aumento da velocidade e tráfego de dados, exigida pelas aplicações à mídia em que estão instaladas e sendo executadas;
- mesmo o Gigabit Ethernet sendo ainda uma tecnologia muito utilizada, não deve a tardar a ter seus limites de tráfego levados ao extremo;
- a possibilidade já existente de implementação de aplicações em 10 Gigabit em cabeamento metálico, em especial para *Backbones*;
- a redução de custos na implementação de soluções com cabeamento metálico, quando comparado com implementações em fibra óptica;
- a obtenção da garantia de um período mais longo em que a infraestrutura do sistema estará preparada para suportar futuras aplicações e até mesmo a ampliação das redes;
- a aceitação de operações apenas em modo full-duplex, fator este, que otimiza o tráfego da rede e dispensa a utilização do CSMA/CD como mecanismo de detecção de colisões de pacotes no meio;

- o 10GbE possibilita a migração direta aos mais elevados níveis de desempenho sem interrupção dos serviços;
- a tecnologia 10GbE incorpora subsídios necessários para implementação da infraestrutura necessária para aplicações em NAS e SAN;
- o 10GbE proporciona a diminuição da latência no tráfego da rede, devido à velocidade do link e o aumento da largura de banda para o tráfego de dados;
- o 10GbE tende a alcançar distâncias superiores às proporcionadas pela tecnologia Gigabit Ethernet, fator que trará novas perspectivas em aplicações LANs, MANs e WANs.

Neste capítulo foram abordados de uma forma bem geral todos os aspectos que envolvem o padrão 10GbE, na próxima seção deste trabalho será apresentado o projeto que foi elaborado para realização de migração de um Backbone Gigabit Ethernet para o padrão 10GbE, para realização deste foi realizado um estudo de caso na Universidade Federal do Pará.

## 5 PROJETO DE MIGRAÇÃO

Neste capítulo será apresentado o projeto elaborado para realização de migração de um *backbone* implementado em *Gigabit Ethernet* para o padrão 10GbE. O desenvolvimento do projeto foi baseado em normas internacionais definidas por entidades responsáveis pelas padronizações do mundo das redes de computadores e utilizou especificações de equipamentos e procedimentos também definidos em normas técnicas.

No decorrer desta seção serão apresentados todos os elementos que compõe o desenvolvimento do projeto, como por exemplo: o objetivo de elaboração deste, as informações coletadas para seu desenvolvimento, o descritivo de execução, a especificação de equipamentos utilizados, os procedimentos efetuados, os documentos gerados e os memoriais produzidos.

### 5.1 OBJETIVO

Este projeto foi produzido a partir de um estudo de caso realizado na Universidade Federal do Pará e tem por objetivo realizar a migração do *Backbone* Gigabit Ethernet do campus para o padrão 10GbE implementado sob cabeamento metálico, os pontos fundamentais abordados neste documento abrangem:

- o sistema de cabeamento estruturado do núcleo da rede, que encontrasse no prédio do Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação da UFPA;
- os ativos de redes que compõe o núcleo da rede, que atualmente opera sob a tecnologia 1 Gigabit Ethernet.

Este projeto foi elaborado através da utilização de equipamentos e técnicas de execução padronizadas de acordo com as normas internacionais que se encontram em vigência, estas são enumeradas e descritas a seguir:

- ANSI/EIA/TIA 568-B.1 – Commercial Building Telecommunications Cabling Standard: Part I, General Requirements;
- ANSI/EIA/TIA 568-B.1-1 – Minimum 4-Pair UTP and 4-Pair ScTP Patch Cable Bend Radius, Addendum 1 to ANSI/EIA/TIA-568-B.1;
- ANSI/EIA/TIA 568-B.1-2 – Grounding and Bonding Specifications for Screened Horizontal Cabling, Addendum 2 to ANSI/EIA/TIA-568-B.1;
- ANSI/EIA/TIA 568-B.2 – Commercial Building Communications Cabling Standard, Part 2, Balanced Twisted-Pair Cabling Standard;
- ANSI/EIA/TIA. 568-B.2-1 – Transmission Performance Specifications for 4-Pair 100 ohm Category 6 Cabling;
- ANSI/EIA/TIA. 568-B.3 – Commercial Building Telecommunications Cabling Standard, Part 3, Optical Fiber Cabling Components;
- ANSI/EIA/TIA 569-B – Standard, Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces;
- ANSI/EIA/TIA 598-C – Optical Fiber Cable Color Coding;
- ANSI/EIA/TIA Draft 8 568-B.2-10: Transmission Performance Specifications for 4-pair 100 ohms augmented category 6 cabling;
- ANSI/EIA/TIA 569-B – Standard, Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces;
- ANSI/EIA/TIA 606-A: Administration Standard for Commercial Telecommunication/Infrastructure;
- ANSI-J-STD 607-A: Commercial Building Grounding (Earthing) and Bonding Requirements for Telecommunications;
- NBR 14565 – Cabeamento de Telecomunicações para edifícios comerciais.

As normas citadas englobam todas as especificações necessárias para a implementação de um sistema de cabeamento estruturado, assim como, a execução da migração para o padrão 10GbE sob cabeamento metálico.

## 5.2 HISTÓRICO

Para o desenvolvimento deste projeto, foram coletadas diversas informações pertinentes a atual estruturação do *Backbone* que se encontra em operação na UFPA, juntamente com referências bibliográficas para efetivação do embasamento teórico do estudo. A seguir serão enumeradas as informações coletadas *in loco* para formulação da pesquisa:

- visita técnica ao local do *Backbone* para verificação da disposição física dos equipamentos e análise da estrutura local;
- definição da planta da sala de equipamentos que deverá ser definida e projetada neste trabalho;
- especificações dos equipamentos em operação que foram colhidas durante visita técnica realizada ao núcleo da rede;
- análise de quais equipamentos deveriam ser trocados e quais deveriam ser agregados para execução da migração;

## 5.3 DESCRITIVO DO PROJETO

O projeto pode ser executado na sala do núcleo da rede da Universidade Federal do Pará que encontra-se no prédio do Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação (CTIC), cuja sala de núcleo de rede possui uma área de 60m<sup>2</sup>. O sistema de cabeamento estruturado terá um total de XXX pontos de telecomunicações, todos localizados na sala do *Backbone*.

Já existe em operação um sistema de alimentação elétrica e um sistema de aterramento, com isso, não será necessária a elaboração de novos sistemas. Porém, deveria ser realizada uma verificação do sistema de aterramento acordo com a norma técnica ANSI-J-STD 607-A.

Para o sistema de cabeamento estruturado podem ser utilizados os seguintes equipamentos: Patch Panels Categoria 6, cabos UTP FAST-LAN Categoria 6 e Patch Cords Categoria 6 fabricados e certificados de modo industrial. O padrão de codificação de cores de acordo com a norma ANSI EIA/TIA 568B pode ser utilizado.

Para acomodação dos cabos deverão ser utilizadas eletrocalhas perfuradas suspensas e eletrodutos galvanizados e para a fixação desses deverão ser utilizados tirantes rosqueados.

Para acomodação dos equipamentos ativos de rede deverão ser utilizados Racks de Telecomunicações medindo 44Us e estes deverão conter os seguintes componentes: painéis de fechamento, guias de cabos fechados e ícones de identificação.

No caso de haver segmentos do núcleo implementados em cabeamento óptico, deverão ser utilizados distribuidores internos ópticos para sua acomodação.

A documentação de controle deste projeto é regida norma técnica ANSI/EIA/TIA 606-A. Os caminhos, espaçamentos e demais regulamentos técnicos que abrangem os caminhos do cabeamento metálico e óptico são regidos pela norma técnica ANSI/EIA/TIA 569-B.

A configuração e disposição do sistema de Backbone deverá ficar de acordo com as recomendações da norma ANSI/EIA/TIA Draft 8 568-B.2-10, para que este se enquadre nos parâmetros do 10GbE sob cabeamento metálico.

#### 5.4 ESPECIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Os equipamentos utilizados neste projeto foram especificados de acordo com as necessidades técnicas para a correta adequação com o padrão 10GbE, sendo que a lista completa contendo as especificações técnicas se encontra no APÊNDICE A deste trabalho.

#### 5.5 PROCEDIMENTOS

Neste ponto serão descritas as formas como devem ser executados os procedimentos envolvendo os equipamentos especificados, o cabeamento que será lançado, assim como, os testes de certificação que devem ser realizados para que a rede possa ficar em perfeito estado de funcionamento.

##### **5.5.1 Manuseio de materiais**

O descritivo do manuseio dos materiais destina-se a explicar como deve ser executada a instalação de equipamentos fundamentais ao projeto, entre esses: os racks e as fibras ópticas.

- **Organização do racks**

O projeto especifica a disposição dos três principais racks do núcleo da rede, estes recebem as fibras ópticas do *backbone* da operadora de telefonia e acomodam os principais *switches* e servidores. A configuração e a disposição destes podem ser vistas no APÊNDICE B deste trabalho.

O primeiro *rack* deve ser colocado em frente à saída dos dutos aonde chegará todo o cabeamento primário vindo das operadoras de telefonia. O segundo *rack* deve ficar localizado no meio e a esquerda do rack de cabeamento primário e irá alojar outros ativos do núcleo, como por exemplo, *switches* que realizam a ponte entre segmentos da rede. Por último, o terceiro *rack* deve ser posicionado à esquerda do segundo e deve ser utilizado para acondicionar alguns servidores do backbone.

- **Instalação das fibras ópticas**

A instalação dos segmentos ópticos da rede deve ser executada de acordo com a norma técnica 568B-3, tendo como princípio os processos de decapagem, limpeza e clivagem.

Todo o processo de instalação deve ser executado utilizando os equipamentos e materiais listados a seguir: para decapagem deve ser efetuada com a utilização de decapador; o processo de limpeza deverá ser executado se utilizando gaze juntamente com álcool isopropílico ou anidro; e por fim, a clivagem deve ser executada com a utilização de clivador.

Após os processos de decapagem e de limpeza as fibras deverão passar pelo processo de emenda por fusão e logo em seguida deverão ser acomodadas dentro dos distribuidores internos ópticos.

### **5.5.2 Identificação e lançamento dos cabos**

A identificação dos cabos deverá ser realizada através da utilização de etiquetas fixadas com fita adesiva, em um intervalo de dois em dois metros, seguindo o padrão da norma UL-969:

Onde a sigla PT XX representa o número do ponto de telecomunicação e a parte subsequente da identificação PP YXX, refere-se ao patch panel ao qual o ponto de telecomunicação está conectado.

Com relação ao lançamento dos cabos, estes devem ser lançados de acordo com a planilha presente no APÊNDICE C deste trabalho.

### 5.5.3 Testes dos pontos de telecomunicações

Após a execução do projeto e migração do cabeamento metálico para Categoria 6, os testes relacionados neste trabalho deverão ser realizados para efetivar a certificação da rede, em seus segmentos metálicos e ópticos.

É imprescindível que os procedimentos dos testes de certificação sejam realizados antes de a rede entrar em operação, pois, no caso de surgimento de algum defeito, será uma tarefa mais fácil localizar e corrigir este. Os testes de certificação realizados com a rede neste estado caracterizam a chamada Certificação da Rede Morta.

O passo seguinte no processo de certificação da rede é a realização dos testes, já com todos os ativos e servidores em operação, este procedimento irá produzir a chamada Certificação da Rede Viva.

Abaixo serão relacionados os testes que deverão ser realizados com o objetivo de certificar a rede em seus segmentos metálicos e ópticos, assim como, os equipamentos que devem ser utilizados para realização destes:

- **Rede Óptica:** teste de continuidade e de atenuação; os testes deverão ser realizados com a utilização de *Power Meter* e OTDR.
- **Rede Metálica:** mapeamento dos condutores, comprimento dos cabos, teste de atenuação, teste de paradiafonia, teste de impedância característica, teste de resistência do cabo, teste de *EL-FEXT*, teste de perda de retorno e teste de atraso de propagação relativo; todos os testes relacionados devem ser realizados com a utilização de mapeador de cabos e o testador de cabos.

## 5.6 RELATÓRIOS

Os relatórios são documentos produzidos através da execução do projeto e que servem de referência para consulta aos dados técnicos que foram gerados no decorrer deste trabalho, estes se encontram referenciados nos pontos a seguir.

### 5.6.1 Materiais

O relatório deste item contém a lista das especificações técnicas de todos os materiais a serem utilizados na execução do projeto e que foram definidos de forma a atender as necessidades de adequação ao padrão 10GbE sob cabeamento metálico e encontra-se disponível no APÊNDICE D deste trabalho.

### 5.6.2 Encaminhamentos e rotas

Neste relatório se encontram os encaminhamentos por onde devem ser lançados os cabos do sistema de cabeamento do backbone, sendo composto por uma planilha com o encaminhamento completo e outra com o encaminhamento de acesso rápido. Este documento encontra-se disponível no APÊNDICE E deste trabalho.

### 5.6.3 Cronograma do projeto

Neste item são referenciados os passos que foram efetuados para a elaboração do projeto, seguindo uma linha de tempo dada em meses e as tarefas que foram executadas nesse intervalo de tempo. O Quadro 4 mostra o cronograma seguido neste trabalho.

Etapas	Linha do Tempo em Meses											
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07												
<b>DESCRIPTIVO DE ETAPAS</b>												
01 – Elaboração do Projeto.												
02 – Consulta Bibliográfica.												
03 – Fundamentação Teórica.												
04 – Realização do <i>Site Survey</i> e coleta de informações necessárias para produção do projeto.												
05 – Construção do projeto de migração.												
06 – Elaboração da Monografia.												
07 – Entrega do Trabalho.												

Quadro 4. Cronograma seguido no projeto de migração

## 5.7 PLANTAS

Durante a elaboração deste trabalho foram produzidas as seguintes plantas: layout físico da sala de equipamentos do backbone; lógica contendo os pontos de telecomunicações; diagrama de conexões físicas da rede. Todos esses itens estão no APÊNDICE F deste trabalho. Contudo, para a elaboração das plantas e diagramas deste projeto alguns pontos importantes foram levados em consideração, tais como:

- A conexão realizada entre o *switch* Extreme BlackDiamond, que é o ativo que realiza as interconexões entre os demais equipamentos de núcleo já estava ativo durante a elaboração do projeto e necessita receber algumas atualizações de módulos para compatibilidade com os padrões IEEE 802.3ae e IEEE 802.3an.

- A ligação entre o BlackDiamond 8806 e o BigIron 8000 não pode ser realizada através de cabeamento metálico, uma vez que o segundo *switch* listado não possui suporte á módulos que implementem o padrão IEEE 802.3an. Porém o mesmo possui suporte a módulos que implementam o IEEE 802.3ae.
- A conexão entre os *switches* Summit x650 e o *switch* BlackDiamond pode ser realizada por cabo metálico UTP Cat. 6, instalando-se um módulo padrão IEEE 802.3an no BlackDiamond e outro módulo nos *switches* Summit.
- A conexão entre os servidores IBM, já presentes no *backbone* e alocados no rack 03, e os *switches* Summit x650 só pode ser possível após os servidores receberem um upgrade por meio da instalação da uma placa de rede padrão IEEE 802.3an, esta placa é especificada no apêndice A deste trabalho.
- A reestruturação dos pontos lógicos na SEQ é necessária, pois há servidores do tipo torre que ainda não podem ser acondicionados nos racks. Sendo assim, pode-se disponibilizar cabeamento categoria 6 a fim de que essas máquinas possam, futuramente, se adequar ao padrão IEEE 802.3an.

Por fim, serão apresentadas no capítulo 6 as considerações finais que foram obtidas após a produção deste projeto de migração, as dificuldades enfrentadas, os pontos relevantes e sugestões de possíveis ações que podem ser tomadas para continuação do estudo abordado neste trabalho.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Ethernet, mesmo com sua evolução crescendo aceleradamente, manteve suas características mais importantes que são a simplicidade e a flexibilidade da transição entre seus padrões. Dessa forma, o 10GbE surge como uma tecnologia muito promissora, tendo sua estrutura cobrindo a maior parte das exigências feitas pelas aplicações, no que diz respeito a questão de desempenho e a quantidade de dados trafegados.

No estudo realizado neste trabalho é apresentado um projeto para a realização da migração do *backbone* Gigabit Ethernet que se encontra no campus da UFPA e relatadas as dificuldades encontradas durante a elaboração deste. Entre estas, se destaca o difícil acesso às normas técnicas e a referências de equipamentos que implementem o padrão IEEE 802.3an.

Em razão de uma questão de redução de custos do projeto desenvolvido, um ponto relevante foi o aproveitamento ao máximo dos equipamentos já existentes na UFPA e que se encontram em operação no núcleo da rede. Foram feitas adaptações visando a compra mínima de novos equipamentos, sendo a maior parte das aquisições voltadas à instalação de módulos compatíveis com o padrão 802.3an nos *switches* já existentes.

Mesmo com as possíveis adaptações, é necessário, ainda, prever uma reestruturação no cabeamento do núcleo, tendo este que ser migrado para cabeamento categoria 6. Há também a necessidade de agregação de dois novos *switches*, que realizarão a comunicação entre os servidores do *backbone*, e a instalação de novas placas de redes nos servidores já existentes.

Como sugestões de continuação deste estudo se sugerem a realização de coletas de mais referências que englobem outras possibilidades de soluções que envolvam o padrão abordado neste trabalho, assim como, a montagem de futuros projetos que tomem por base o estudo aqui elaborado.

## APÊNDICE A

### LISTA DE EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- **Item:** Rack de piso 42Us;
- **Quantidade:** 03 unidades;
- **Descrição:**
  - Deverá ser obrigatoriamente do tipo coluna auto-sustentável, fechado, aterrado, no padrão de 19” com porta frontal translúcida em acrílico ou vidro, laterais e fundos removíveis, com aletas para ventilação e travamento com chave; deve possuir 4 ventiladores na parte superior. Estrutura em aço SAE 1010/1020#16 com pés niveladores que permitam sua acomodação em pisos irregulares, teto removível, com furação que permita a instalação de ventiladores. O sistema de fixação de equipamentos deve ser padronizado em Us e composto de parafusos M5x16 mm (mínimo aceitável) e roscas padrão M5; Pintura padrão RAL na cor 7032 para racks de parede, a estrutura deverá ser uma peça única. Saída de cabos na parte inferior e superior, coluna frontal soldada com chapa de aço #16. As laterais devem ser removíveis com chaves.
  
- **Item:** Distribuidor interno óptico;
- **Quantidade:** 01 unidade;
- **Descrição:**
  - Deve ser constituído por dois componentes principais: Módulo Básico e Extensões Ópticas Conectorizadas; possibilitar configuração com diferentes tipos de terminações ópticas; deve possuir bastidor de emenda e terminação óptica; acessório padrão 19”x4U, com capacidade para administrar 36 fibras (cabos ópticos com grupos de 6 ou 12 fibras) ou 48 fibras (cabos ópticos com grupos de 8 ou 16 fibras); deve possuir dois compartimentos que podem ser acessados individualmente: um para administração das emendas na parte inferior e outro para administração das conexões/terminações ópticas na parte superior; os compartimentos de emenda e de conexão ficam internos ao produto conferindo maior proteção e segurança ao sistema; o compartimento para emenda deve ser composto por bandejas deslizantes com acesso frontal, cada qual com capacidade de 12 emendas por fusão (cabos com grupos de 6 ou

12 fibras), ou 16 emendas por fusão (cabos com grupos de 8 ou 16 fibras); placas cegas podem ser montadas no compartimento de conexão para fechar posições não preenchidas; a tampa frontal deve ser de acrílico para acesso às bandejas de emenda e ao compartimento de conexão e a tampa traseira em aço para a instalação e passagem dos cabos no interior do bastidor; a fixação e ancoragem de cabos poderá ser feita na parte traseira do sub-bastidor.

- **Item:** Patch Panel Categoria 6 T568 A/B;
- **Quantidade:** 02 unidades;
- **Descrição:**
  - Deve exceder os requisitos estabelecidos nas normas para CAT.6 / Classe E; deve garantir desempenho para até 6 conexões em canais de até 100 metros; deve proporcionar suporte aos padrões IEEE 802.3, 1000 BASE T, 1000 BASE TX, EIA/TIA-854, ANSI-EIA/TIA-862, ATM, Vídeo, Sistemas de Automação Predial, 10G-BASE-T (TSB-155) todos os protocolos LAN anteriores; deve ter corpo fabricado em termoplástico de alto impacto não propagante à chama (UL 94 V-0); deve possuir capacidade de 24 posições RJ-45; o painel frontal deve ser produzido em plástico com porta etiquetas para identificação; terminais de conexão em bronze fosforoso estanhado, padrão 110 IDC, para condutores de 22 a 26 AWG; as vias de contato devem ser produzidas em bronze fosforoso com camadas de 2,54 µm de níquel e 1,27 µm de ouro; deve ser fornecido com parafusos e arruelas para fixação, na cor preta e com ícones de identificação (ícones na cor azul e ícones na cor vermelha) juntamente velcros para organização; deve poder ser instalado diretamente em racks de 19"; deve ser também fornecido com guia traseiro para melhor organização dos cabos; deve possuir identificação da categoria e concordância com o padrão RoHS Compliant.

- **Item:** Patch Cord Categoria 6;
- **Quantidade:** 96;
- **Descrição:**
  - Certificação Anatel para componente, de acordo com os novos requisitos vigentes; deve ser compatível com os padrões IEEE 802.3, 1000 BASE T, 1000 BASE TX, EIA/TIA-854, ANSI-EIA/TIA-862, 10G-BASE-T (TSB-155), ATM, Vídeo, Sistemas de Automação Predial e todos os protocolos LAN anteriores; deve proporcionar desempenho para até 6 conexões em canal de até 100 metros; deve exceder as características TIA/EIA 568 B.2-1 para CAT. 6 e ISO/IEC 11.801; os contatos dos conectores devem ser produzidos com 50 micropolegadas de ouro; deve ter "boot" na mesma cor do cabo, injetado, no mesmo dimensional do plug RJ-45 para evitar fadiga no cabo em movimentos de conexão e que evitam a desconexão acidental; deve ser montado e testado totalmente de forma industrial.
  
- **Item:** Switch Extreme Summit X650 Series;
- **Quantidade:** 02;
- **Descrição:**
  - Possui 24 portas 10GBASE-T e um slot VIM1(Módulo de interface versátil);
  - Camadas 2/3/4 throughput 363 milhões de pacotes por segundo (PPS) (24 portas 10GbE wire rate) e um upgrade de 506 MPPS com throughput agregado (with VIM1-10G8X);
  - Uma porta de gerenciamento 10/100/1000BASE-T RJ-45para out-of-band;
  - Uma porta de console RS-232 DB-9;
  - Fontes redundantes;
  - Modulo de ventilação removível;
  - Dimensões e peso 1.73 x 17.32 x 25.8 (cm) / 26.5 cm de profundidade. Inclui um suporte para mão;
  - Implementa na camada 2 os padrões IEEE 802.D, IEEE 802.1W, IEEE 802.1S, EAPsv2, ESRP;
  - Na camada 3 implementa Roteamento Estático, RIPv1,RIPv2,OSPFv2,OSPFv3, IS-IS, BGP4;
  - VLANs 4,094 VLANs with Port, 802.1Q tag, Protocol, MAC-based VLAN;

- Roteamento de IP Multicast PIM-DM, PIM-SM, PIM-SSM, Multicast Source Discovery Protocol (MSDP);
  - Oferece suporte a ACL Wire-speed ingress and egress ACL;
  - Filas agregando QoS 8 por porta, 802.1p, Diffserv, ACL based, Strict Priority e WFQ com min/max de controle de banda;
  - Suporte a Stacking SummitStack (40 Gbps Default), SummitStack256 (256 Gbps), SummitStack512 (512 Gbps);
- **Item:** Módulo VIM para Summit X650;
  - **Quantidade:** 02;
  - **Descrição:**
    - Fornece de duas até quatro portas Gigabit Ethernet SFP. Portas SummitStack são compartilhadas através das duas últimas portas 10 Gigabit no painel frontal;
- **Item:** Switch Extreme BlackDiamonds 8806 Series;
  - **Quantidade:** 01;
  - **Descrição:**
    - Capacidade de Switching: 1.952 Gbps total capacidade de comutação; 1.420 Mpps Layer 2 taxa de encaminhamento HW; 1.420 Mpps Layer 3 Taxa de encaminhamento de HW;
    - Capacidade de portas: 40 portas 10GBASE-X (XENPAK) (32 portas se 2 HSH); 480 10/100/1000BASE-T portas (384 portas se 2 HSH); 248 portas 1000BASE-X SFP (208 portas se 2 HSH); 120 portas 10GBASE-X SFP + (96 portas se 2 HSH);
    - Módulos de I/O: G24Xc 24-port 1000BASE-X SFP; G48Xc 48-port 1000BASE-X SFP; G48Tc 48-port 10/100/1000BASE-T Gigabit Módulo Ethernet, cartão de PoE opcional; G48Te2 48-port 10/100/1000BASE-T RJ-45, cartão de PoE; 10G4Xc 4-port 10GBASE-XFP; 10G8Xc 8-port 10GBASE-XFP;
    - Suporte aos padrões: IEEE 802.3z 1000BASE-X; IEEE 802.3ab 1000BASE-T; IEEE 802.3ae 10GBASE-X; IEEE 802.3ak 10GBASE-CX4; IEEE 802.3af Power over Ethernet;

- Especificações Físicas: 17.5” altura x 17.51” largura x 18.23” profundidade (44.45 cm x 44.5 cm x 46.3 cm). Peso: 29,5kg (vazio) e 68,5kg (com módulos acoplados);
  - Consumo médio de energia com todos os módulos é de 45W;
  - Realiza análise e gerenciamento de tráfego;
  - Implementação dos padrões RFC 3619 Ethernet Automatic Protection Switching (EAPS) and EAPsv2; IEEE 802.1D – 1998 Spanning Tree Protocol (STP); IEEE 802.1D – 2004 Spanning Tree Protocol (STP and RSTP); IEEE 802.1w – 2001 Rapid Reconfiguration for STP, RSTP; IEEE 802.1Q – 2003 (formerly IEEE 802.1s) Multiple Instances of STP, MSTP; EMISTP, Extreme Multiple Instances of Spanning Tree Protocol PVST+, Per VLAN STP (802.1Q interoperable); Draft-ietf-bridge-rstpmib-03.txt – Definitions of Managed Objects for Bridges with Rapid Spanning Tree Protocol; Extreme Standby Router Protocol™ (ESRP); IEEE 802.1Q – 1998 Virtual Bridged Local Area Networks; IEEE 802.3ad Static load sharing configuration and LACP based dynamic configuration; Software Redundant Ports; IEEE 802.1AB – LLDP Link Layer Discovery Protocol; LLDP Media Endpoint Discovery (LLDP-MED), ANSI/TIA-1057, draft 08; Extreme Discovery Protocol (EDP); Extreme Loop Recovery Protocol (ELRP); Extreme Link State Monitoring (ELSM); IEEE 802.1ag L2 Ping and traceroute, Connectivity Fault Management; ITU-T Y.1731 Frame delay measurements;
- **Item:** Switch BigIron 8000 Foundry Networks;
  - **Quantidade:** 01;
  - **Descrição:**
    - Especificações físicas: 20.75"altura x 17.5"largura x 15.25"profundidade (52.7 x 44.5 x 38.7 cm). Peso igual a 117 (43.7 kg);
    - Slots 8; Switching Capacity 256 Gbps; Routed/Switched 96 Mpps; Max Ports Per System 10 Gigabit ports 7; Gigabit ports 120; 10/100 ports 336. Max Ports Per 7' Rack; 10 Gigabit ports 28; Gigabit ports 480; 10/100 ports 1344. Redundância de alimentação elétrica N+1;

- Implementação dos padrões 802.3,10BaseT; 802.3u 100BaseTX, 100BaseFX; 802.3z 1000BaseSX; 802.3z 1000BaseLX; 802.3ab 1000BaseT; 802.3ae 10 Gigabit Ethernet; 802.3x Flow Control; 802.3ad Link Aggregation; 802.1p/q VLAN Tagging; 802.1d Bridging; 802.1s Per VLAN Group STP; 802.1w Rapid STP; 802.3 Ethernet Like MIB; Repeater MIB; Ethernet Interface MIB; SNMP V1, V2c and V3; SNMP MIB II;
  - Implementação dos protocolos BGPv4, OSPF, IS-IS, RIP, IP Multicast;
  - Possui sistema de gerenciamento e implementa técnicas de autenticação;
  - Possui certificações de segurança EN 60950 / IEC 950; UL 1950; CSA 950 Electromagnetic Emission Certification; FCC Class A; EN 55022 / CISPR-22 Class A; VCCI Class A;
- **Item:** cordão óptico inteligente MT-RJ DUPLEX;
  - **Quantidade:** 06;
  - **Descrição:**
    - Deve exceder os requisitos de performance previstos na norma EIA/TIA-568-B.3;
    - Deve suportar aplicações segundo normas IEEE 802.3ae (10 Gigabit Ethernet) e ANSI T11.2 (Fibre Channel);
    - Possui pino metálico para gerenciamento, permitindo detecção de ruptura do cordão óptico;
    - Deve ser montado e testado 100% em fábrica;
    - Deve estar em conformidade com Telcordia GR-326, GR-2866, TIA604-5B;
    - Tipo de conector: MT-RJ Duplex, com contato elétrico para gerência de bronze fosforoso com camada de 50µm polegadas de ouro, material do corpo do conector de policarbonato UL-94V0;
    - Classe de flamabilidade: Low Smoke Zero Halogen (LSZH) ;
    - Deve estar em conformidade com as normas: ANSI/TIA/EIA-568-B.3; ANSI/TIA/EIA-568-B.3-1 (com fibra MM OM3);
    - Possuir as seguintes certificações de qualidade: IEC 60332-3C; IEC 61034; IEC 60754; METLABS E212279.

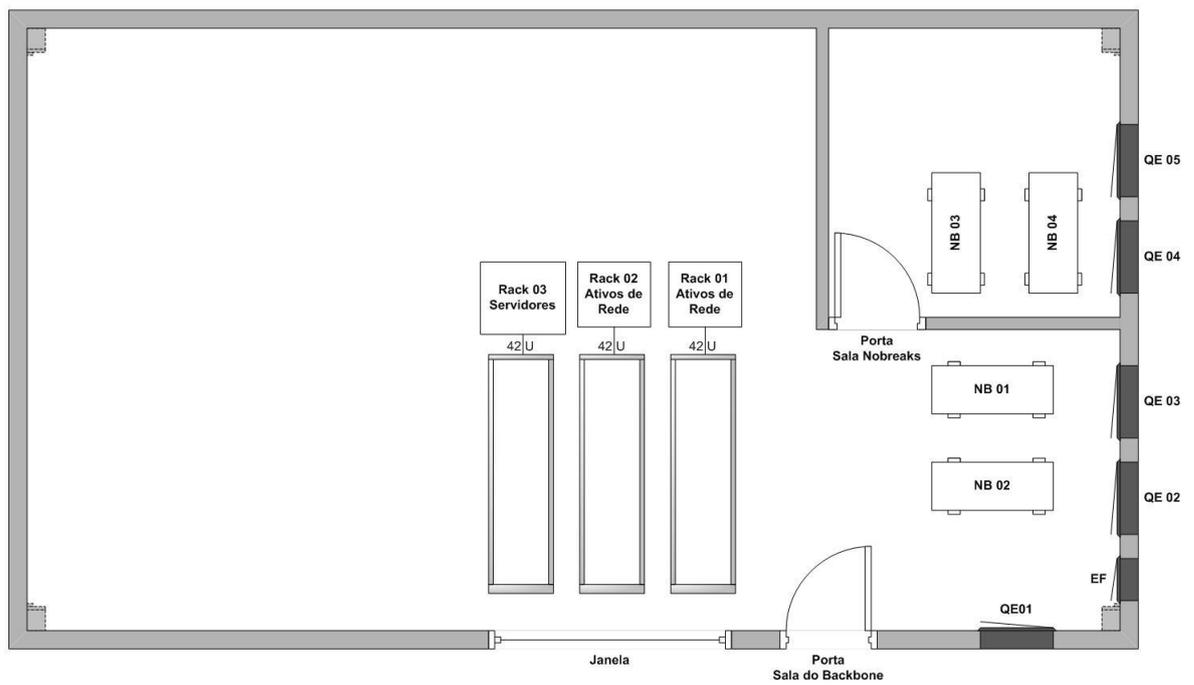
- **Item:** Servidor IBM x3650;
- **Quantidade:** 07;
- **Descrição:**
  - Formato/altura: Rack/2U;
  - Processador (máx.) Processador Intel® Xeon® 5160 de núcleo duplo com até 3.00GHz e barramento frontal com até 1333MHz;
  - Número de processadores (padrão/máx.) 1/2 Cache L2 2x2MB;
  - Memória (padrão/máx.) 1GB/ 48GB de memória Fully Buffered DIMM 667MHz por meio de 12 slots DIMM;
  - Slots de expansão 4 PCI-E ou 2 PCI-X e 2 PCI-Express;
  - Compartimentos de disco (total/hot-swap) 8/8;
  - Quantidade máxima de armazenamento interno 1,8TB para SAS hot-swap;
  - Interface de rede Gigabit Ethernet integrada dupla Fonte de alimentação (padrão/máx.) 835W 1/2;
  - Componentes hot-swap Fonte de alimentação, ventiladores e unidades de disco rígido;
  - Suporte RAID: RAID-0, 1, 10 integrados, 5, 6;
  - Gerenciamento de Sistemas IBM PowerExecutive 2.0 (incluído no IBM Director), Integrated Service Processor;
  - LEDs de Diagnóstico, painel de diagnóstico light path drop-down;
  - Reinicialização de Servidor Automática, Remote Supervisor Adapter II SlimLine opcional, IBM Director, ServerGuide™ e Remote Deployment Manager opcional;
  - Sistemas operacionais suportados Microsoft® Windows® Server™ 2003, Windows 2000/Advanced Server, Red Hat Linux®, SUSE Linux, Novell NetWare, VMware ESX Server 2.5;

- **Item:** Servidor IBM x3550;
- **Quantidade:** 03;
- **Descrição:**
  - Formato/altura: Rack/1U;
  - Processador (máx.) Processador Intel® Xeon® 5160 de núcleo duplo com até 3.00GHz e barramento frontal com até 1333MHz;
  - Número de processadores (padrão/máx.) 1/2 Cache L2 2x2MB Memória (padrão/máx.) 1GB/ 32GB de memória Fully Buffered DIMM 667MHz;
  - Slots de expansão 2 PCI-Express (x8) riser card com metade do comprimento, altura completa ou opcional para 1 PCI-X (133MHz de 64bits);
  - Compartimentos de disco (total/hot-swap) 2/2 ou 4/4;
  - Quantidade máxima de armazenamento interno 293,6GB para SAS hot-swap ou até 1TB para SATA de troca simples;
  - Interface de rede Gigabit Ethernet integrada dupla Fonte de alimentação (padrão/máx.) 670W 1/2;
  - Componentes hot-swap Fonte de alimentação, ventiladores, unidades de disco rígido (selecionar modelos);
  - Suporte RAID: 0, 1, 10 integrados, 5, 6;
  - Gerenciamento de Sistemas IBM PowerExecutive 2.0 (incluído no IBM Director), Integrated Service Processor;
  - LEDs de Diagnóstico, painel de diagnóstico light path drop-down, Reinicialização de Servidor Automática, Remote Supervisor Adapter II SlimLine opcional, IBM Director, ServerGuide™ e Remote Deployment Manager opcional;
  - Sistemas operacionais suportados Microsoft® Windows® Server™ 2003, Windows 2000 Server/Advanced Server, Red Hat Enterprise Linux® 3.0, SUSE Linux Enterprise Server 8.0 e 9.0, TurboLinux Enterprise Server 8.0, Novell NetWare 6.5 e VMware ESX Server v2.5.

- **Item:** Placa de interface de rede PCI-Express Ethernet 10GBase-T Broadcom NetXtreme II 57710;
- **Quantidade:** 10;
- **Descrição:**
  - Controlador Broadcom 57710;
  - Caminho de dados Oito faixas (x8);
  - Barramento de dados PCI Express 1.0a;
  - Formato Perfil padrão: 6,6 x 2 pol;
  - Taxa de transferência 10 Gbps;
  - 1 porta Ethernet
  - Suporte a PXE; Sim,PXE 2.1;
  - RSS (Receive Side Scaling): Sim;
  - Cabeamento: Cat-6 e Cat-6A;
  - Conector: RJ-45;
  - Comprimento máximo de cabo suportado: 55 m em Cat6; 100 m em Cat6A;
  - TOE (TCP/IP Offload Engine): Sim, para TCP/IPv4 e v6 com Microsoft Windows Server 2008® e Windows Server 2003® SP1 e superior.
  - Recursos avançados: LANs virtuais (VLAN), indicação 802.1q VLAN; suporte para até 64 VLANs; Controle de fluxo 802.3x; Descarregamento de soma de verificação IPv6; Descarregamento de envio grande Segmentação TCP; Suporte a IPv6; Lógica de detecção de falha no ventilador; proteção contra falha térmica de placa adaptadora; Agregação de link e balanceamento de carga;
  - Padrões suportados: IEEE 802.3an-2006, 802.3x, 802.3ad dinâmico, 802.1p, 802.1Q PCI Express™ ver 1.0a, ACPI ver 1.1;
  - Protocolos:NETBUI, Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection, 802.2 NetBios, IPX/SPX, IPX, IP, TCP/IP;
  - Voltagem operacional: 3,3 V +/-5%, máximo de 1.950 mA (CC); 12,0 V +/-5%, máximo de 1.240 mA a 12,0 V (CC);
  - Temperatura – operacional: 32° to 131° F (0° to 55° C);

## APÊNDICE B

## SEQ - DISPOSIÇÃO DOS RACKS



## LEGENDA

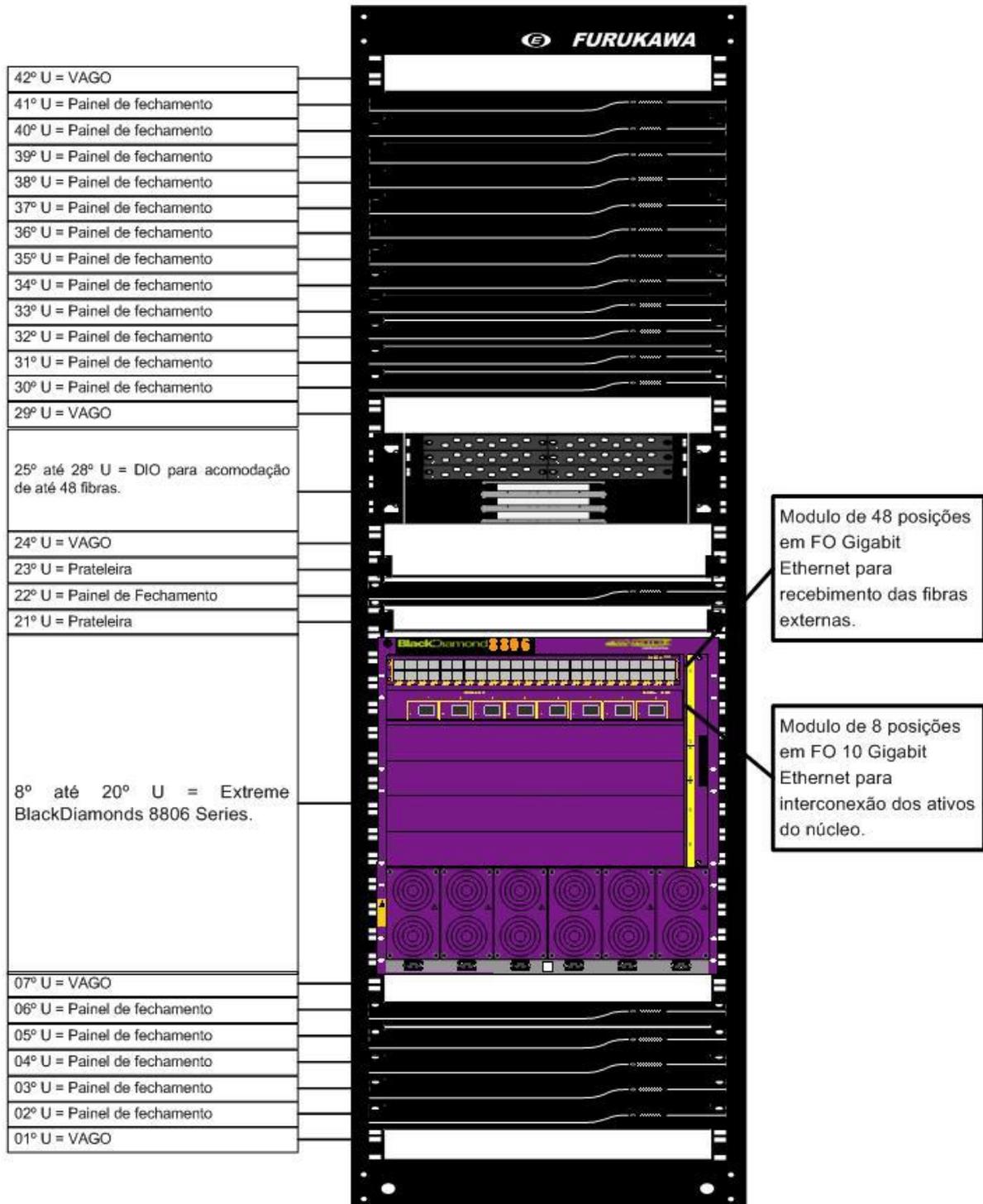
SEQ → Sala de Equipamentos.

QE → Quadro Elétrico.

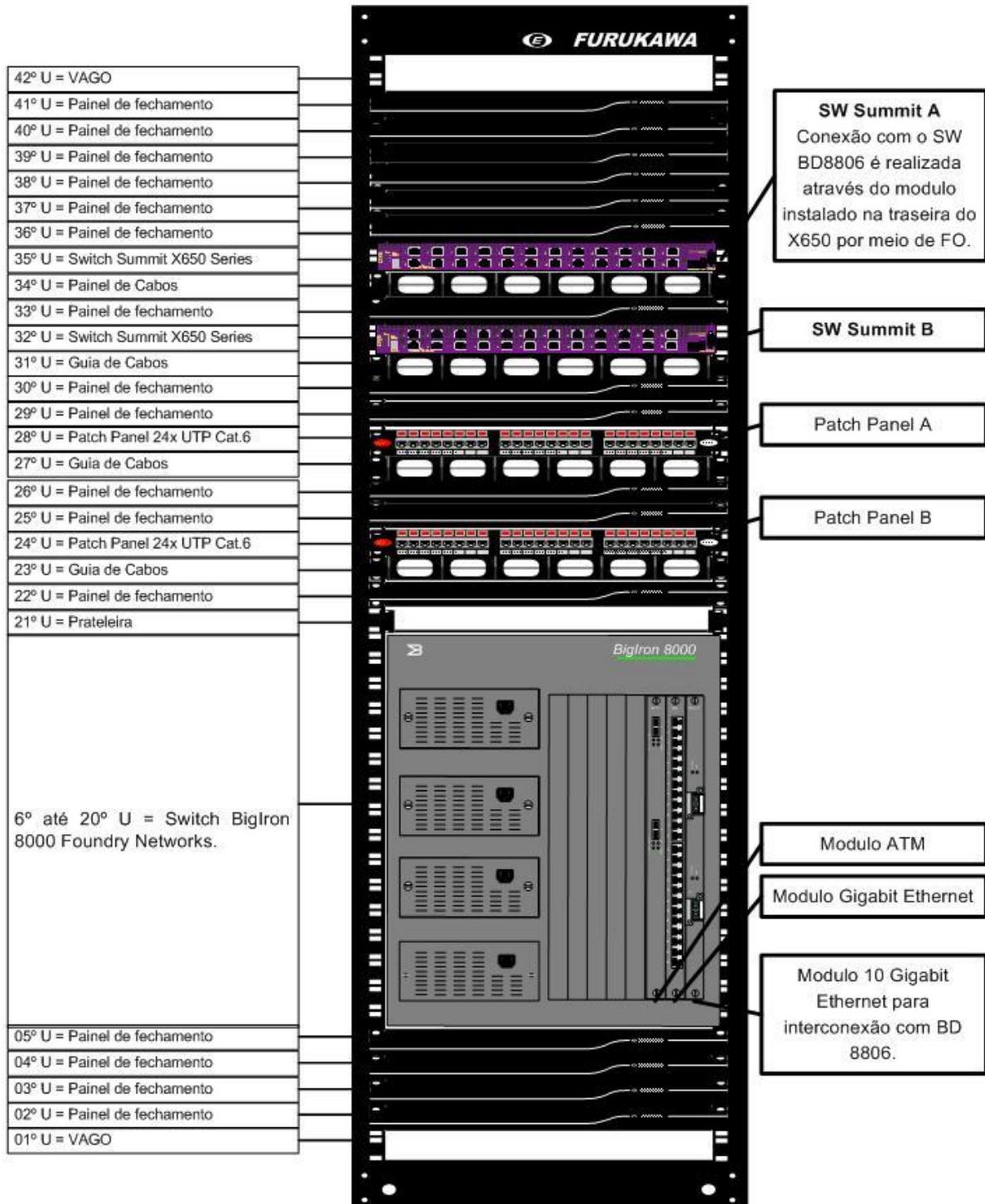
EF → Entrada de Facilidades.

NB → Nobreak.

# CONFIGURAÇÃO RACK 01

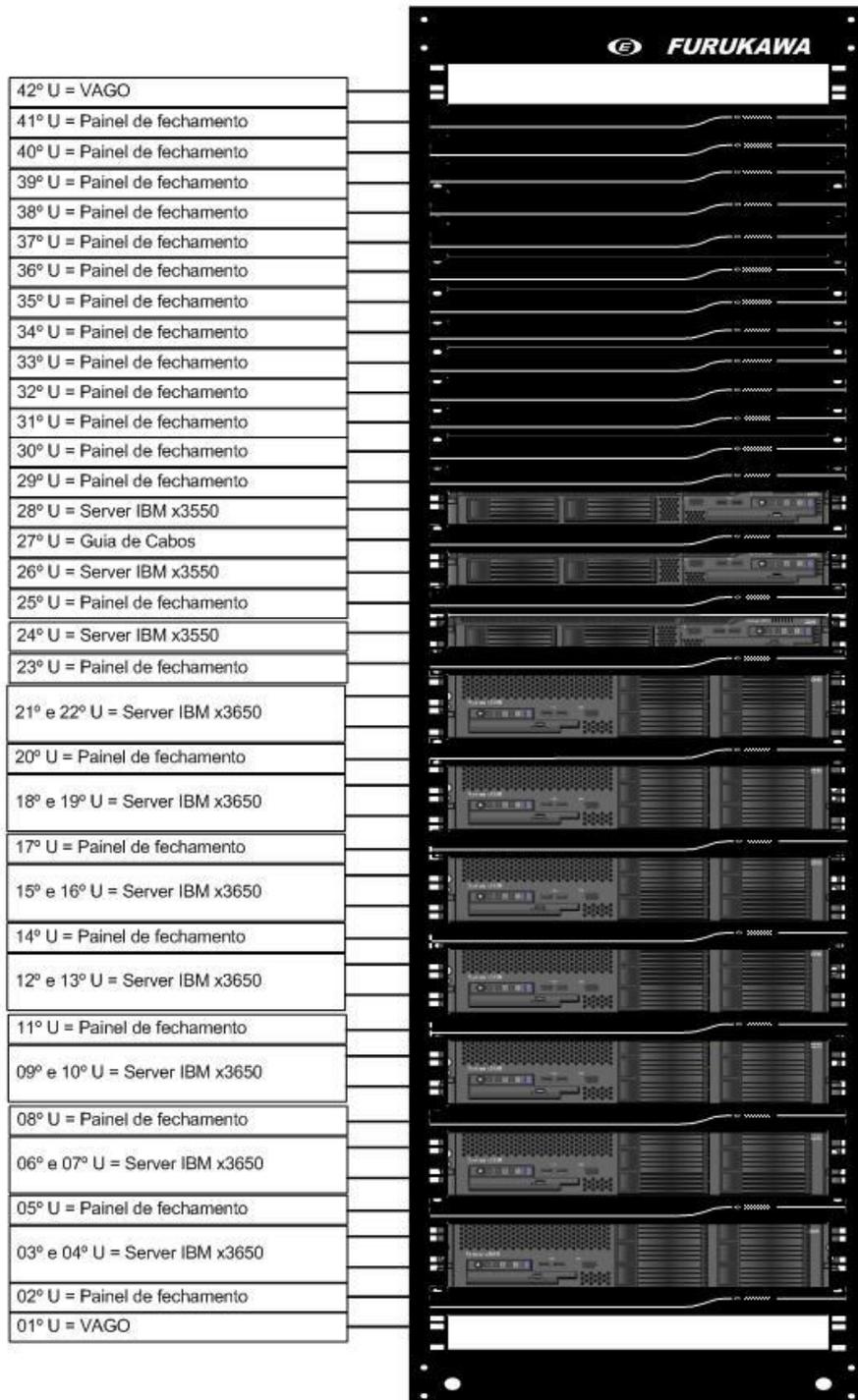


# CONFIGURAÇÃO RACK 02



Todos os pontos de telecomunicações instalados na SEQ já estarão implementando o padrão IEEE 802.3an, pois estarão conectados aos switches Summit X650 e esses por sua vez serão conectados ao switch de núcleo Extreme BD8806.

# CONFIGURAÇÃO RACK 03



Os servidores instalados no Rack 03 deverão receber um upgrade através da instalação de uma placa de rede do tipo PCI-Express Ethernet 10GBase-T Broadcom NetXtreme II 57710, que implementa o padrão IEEE 802.3an.

## APÊNDICE C

### PLANILHA DE LANÇAMENTO DE CABOS

Para a elaboração da planilha de lançamento de cabos foi necessária a coleta de dados a respeito das medidas da Sala de Equipamentos, eletrocalhas e eletrodutos por onde os cabos seriam colocados, as medidas coletas estão listadas a seguir:

- Comprimento SEQ: 9 metros;
- Largura SEQ: 5 metros;
- Altura: 4 metros;
- Comprimento EC 01 e 03: 5 metros;
- Comprimento EC 02 e 04: 3 metros;
- Distância entre ED: 1 metro.

<b>PLANILHA DE LANÇAMENTO DE CABOS</b>			
<b>CAIXA</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Met. Inicial (m)	305	305	305
<b>Cabo</b>	<b>C001</b>	<b>C002</b>	<b>C003</b>
1° Lance (m)	15	15	15
Met. Parcial (m)	290	290	290
<b>Cabo</b>	<b>C004</b>	<b>C005</b>	<b>C006</b>
2° Lance (m)	15	15	15
Met. Parcial (m)	275	275	275
<b>Cabo</b>	<b>C007</b>	<b>C008</b>	<b>C009</b>
3° Lance (m)	15	15	15
Met. Parcial (m)	260	260	260
<b>Cabo</b>	<b>C010</b>	<b>C011</b>	<b>C012</b>
4° Lance (m)	17	17	17
Met. Parcial (m)	243	243	243

<b>Cabo</b>	<b>C013</b>	<b>C014</b>	<b>C015</b>
5° Lance (m)	19	19	19
Met. Parcial (m)	224	224	224
<b>Cabo</b>	<b>C016</b>	<b>C017</b>	<b>C018</b>
6° Lance (m)	20	20	20
Met. Parcial (m)	204	204	204
<b>Cabo</b>	<b>C019</b>	<b>C020</b>	<b>C021</b>
7° Lance (m)	21	21	21
Met. Parcial (m)	183	183	183
<b>Cabo</b>	<b>C022</b>	<b>C023</b>	<b>C024</b>
8° Lance (m)	21	21	21
Met. Parcial (m)	162	162	162
<b>Cabo</b>	<b>C025</b>	<b>C026</b>	<b>C027</b>
9° Lance (m)	20	20	20
Met. Parcial (m)	142	142	142
<b>Cabo</b>	<b>C028</b>	<b>C029</b>	<b>C030</b>
10° Lance (m)	19	19	19
Met. Parcial (m)	123	123	123
<b>Cabo</b>	<b>C031</b>	<b>C032</b>	<b>C033</b>
11° Lance (m)	18	18	18
Met. Final (m)	105	105	105

<b>LEGENDA</b>			
<b>SEQ</b>	<b>→ Sala</b>	<b>de</b>	<b>EC → Eletrocalha</b>
<b>Equipamentos</b>			<b>ED → Eletroduto</b>

## APÊNDICE D

### LISTA DE MATERIAIS UTILIZADOS

Eletrocalha 300 x 100 mm Perfurada
TE Horizontal de 90° 300 x 100 mm Perfurado
Curva Horizontal de 90° de 300 x 100 mm Perfurada
Curva de Inversão de 300 x 100 mm Perfurada
Curva Vertical Interna de 90° de 150 x 100 mm Perfurada
Junção Lateral de 100 mm
Suporte de Sustentação Duplo "C" para Tirante 3/8
Vergalhão Rosqueado de 3/8
Terminal de Fechamento de 300 x 100 mm Perfurado
Saída Lateral Superior 1 ¼"
Saída Lateral Superior 1 ½"
Saída Lateral Superior 1"
Caixa de Derivação 240 x 190 x 90 mm
Caixa de Derivação 190 x 140 x 70 mm
Caixa de Derivação 100 x 100 x 50 mm
Caixa de Passagem de 1"
Unidut 1"
Luva 1" Galvanizado
Curva 1" Galvanizado
Redução de 1 ½" para 1" Rosqueada para cx de Passagem
Redução de 1¼" para 1" Rosqueada para cx de Passagem
Parafuso Cabe a Lentilha com Trava ¼ x ½ com Porca
Parafuso Cabe a Panela D7
Bucha D7

Braçadeira tipo D com Chaveta 1 ½"
Braçadeira tipo D com Chaveta 1 ¼"
Braçadeira tipo D com Chaveta 1"
Espelhos Galvanizados com 2 encaixes p/ MV8
Tomada MV8 Categoria 6 Bege
Patch Cord Categoria 6 CMX UL ETL ROHS 2,5m Azul
Patch Cord Categoria 6 CMX UL ETL ROHS 1,5m Vermelho
Patch Cord Categoria 6 CMX UL ETL ROHS 1,5m Azul
Cabo FAST-LAN UTP Categoria 6 CM UL ETL ROHS
Cabo FIBER-LAN-AR INDOOR/OUTDOOR 50µm de 6 vias
Distribuidor Interno Óptico A270 Rack de 19" para 48 FO s/ fusão SC
Rack Fechado de Piso Padrão de 19" 42U`s
Kit com Porcas Gaiola Bicromatizadas Rosca M5 para furo 9x9
Guia de Cabos Vertical para Rack 19" de 44U`s
Guia de Cabos Superior Alta Densidade
Guia de Cabos Inferior Alta Densidade
Guia de Cabos Fechado Alta Densidade
Painel de Fechamento 1U
Patch Panel UTP Categoria 6 24 Posições T568A
Patch Cord 110 IDC / RJ-45 Categoria 6 4 Pares
Braçadeiras de velcro 1m

## APÊNDICE E

### ENCAMINHAMENTOS E ROTAS

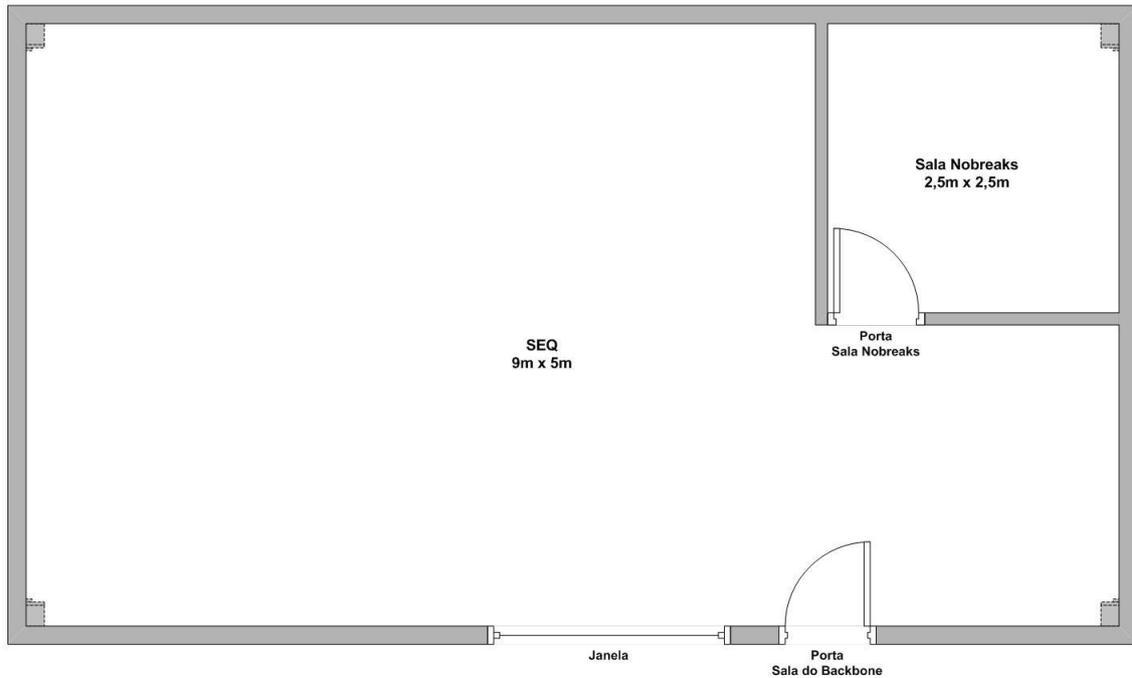
<b>Encaminhamento e Rotas - Completo</b>					
<b>Cabo</b>	<b>PP X</b>	<b>PRT XX</b>	<b>EC XX</b>	<b>ED XX</b>	<b>PT XXX</b>
C001	PP A	PRT 01	EC 01	ED 01	PT 001
C002	PP A	PRT 02	EC 01	ED 01	PT 002
C003	PP A	PRT 03	EC 01	ED 01	PT 003
C004	PP A	PRT 04	EC 01	ED 02	PT 004
C005	PP A	PRT 05	EC 01	ED 02	PT 005
C006	PP A	PRT 06	EC 01	ED 02	PT 006
C007	PP A	PRT 07	EC 01	ED 03	PT 007
C008	PP A	PRT 08	EC 01	ED 03	PT 008
C009	PP A	PRT 09	EC 01	ED 03	PT 009
C010	PP A	PRT 10	EC 01	ED 04	PT 010
C011	PP A	PRT 11	EC 01	ED 04	PT 011
C012	PP A	PRT 12	EC 01	ED 04	PT 012
C013	PP A	PRT 13	EC 01 / EC 02	ED 05	PT 013
C014	PP A	PRT 14	EC 01 / EC 02	ED 05	PT 014
C015	PP A	PRT 15	EC 01 / EC 02	ED 05	PT 015
C016	PP A	PRT 16	EC 01 / EC 02	ED 06	PT 016
C017	PP A	PRT 17	EC 01 / EC 02	ED 06	PT 017
C018	PP A	PRT 18	EC 01 / EC 02	ED 06	PT 018
C019	PP A	PRT 19	EC 01 / EC 02	ED 07	PT 019
C020	PP A	PRT 20	EC 01 / EC 02	ED 07	PT 020
C021	PP A	PRT 21	EC 01 / EC 02	ED 07	PT 021
C022	PP A	PRT 22	EC 01 / EC 04 / EC 03	ED 08	PT 022
C023	PP B	PRT 01	EC 01 / EC 04 / EC 03	ED 08	PT 023
C024	PP B	PRT 02	EC 01 / EC 04 / EC 03	ED 08	PT 024
C025	PP B	PRT 03	EC 01 / EC 04 / EC 03	ED 09	PT 025
C026	PP B	PRT 04	EC 01 / EC 04 / EC 03	ED 09	PT 026
C027	PP B	PRT 05	EC 01 / EC 04 / EC 03	ED 09	PT 027
C028	PP B	PRT 06	EC 01 / EC 04 / EC 03	ED 10	PT 028
C029	PP B	PRT 07	EC 01 / EC 04 / EC 03	ED 10	PT 029
C030	PP B	PRT 08	EC 01 / EC 04 / EC 03	ED 10	PT 030
C031	PP B	PRT 09	EC 01 / EC 04 / EC 03	ED 11	PT 031
C032	PP B	PRT 10	EC 01 / EC 04 / EC 03	ED 11	PT 032
C033	PP B	PRT 11	EC 01 / EC 04 / EC 03	ED 11	PT 033

<b>LEGENDA</b>		
<b>PP → Patch Panel</b>	<b>EC → Eletrocalha</b>	<b>PT → Ponto de Telecomunicação.</b>
<b>PRT → Porta Patch Panel</b>	<b>ED → Eletroduto</b>	

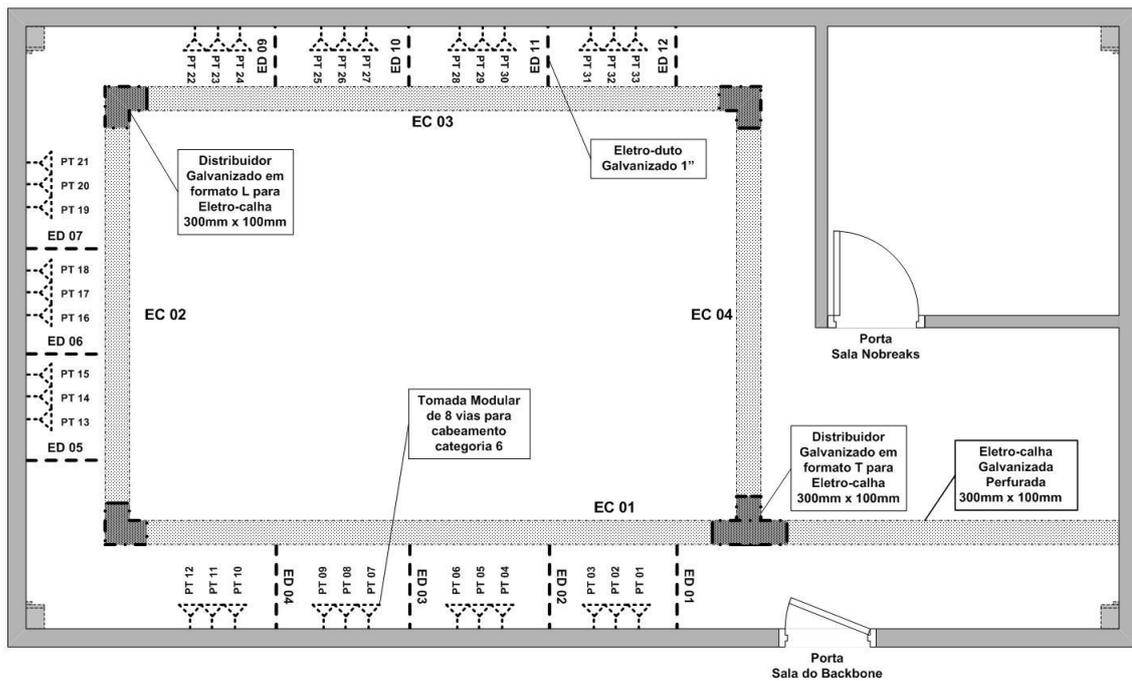
<b>Encaminhamnto e Rotas - Acesso Rápido</b>					
<b>Cabo</b>	<b>Local Orig.</b>	<b>PP Y</b>	<b>PRT XX</b>	<b>PT XXX</b>	<b>Local Dest.</b>
C001	SEQ	PP A	PRT 01	PT 001	SEQ
C002	SEQ	PP A	PRT 02	PT 002	SEQ
C003	SEQ	PP A	PRT 03	PT 003	SEQ
C004	SEQ	PP A	PRT 04	PT 004	SEQ
C005	SEQ	PP A	PRT 05	PT 005	SEQ
C006	SEQ	PP A	PRT 06	PT 006	SEQ
C007	SEQ	PP A	PRT 07	PT 007	SEQ
C008	SEQ	PP A	PRT 08	PT 008	SEQ
C009	SEQ	PP A	PRT 09	PT 009	SEQ
C010	SEQ	PP A	PRT 10	PT 010	SEQ
C011	SEQ	PP A	PRT 11	PT 011	SEQ
C012	SEQ	PP A	PRT 12	PT 012	SEQ
C013	SEQ	PP A	PRT 13	PT 013	SEQ
C014	SEQ	PP A	PRT 14	PT 014	SEQ
C015	SEQ	PP A	PRT 15	PT 015	SEQ
C016	SEQ	PP A	PRT 16	PT 016	SEQ
C017	SEQ	PP A	PRT 17	PT 017	SEQ
C018	SEQ	PP A	PRT 18	PT 018	SEQ
C019	SEQ	PP A	PRT 19	PT 019	SEQ
C020	SEQ	PP A	PRT 20	PT 020	SEQ
C021	SEQ	PP A	PRT 21	PT 021	SEQ
C022	SEQ	PP A	PRT 22	PT 022	SEQ
C023	SEQ	PP A	PRT 23	PT 023	SEQ
C024	SEQ	PP A	PRT 24	PT 024	SEQ
C025	SEQ	PP B	PRT 01	PT 025	SEQ
C026	SEQ	PP B	PRT 02	PT 026	SEQ
C027	SEQ	PP B	PRT 03	PT 027	SEQ
C028	SEQ	PP B	PRT 04	PT 028	SEQ
C029	SEQ	PP B	PRT 05	PT 029	SEQ
C030	SEQ	PP B	PRT 06	PT 030	SEQ
C031	SEQ	PP B	PRT 07	PT 031	SEQ
C032	SEQ	PP B	PRT 08	PT 032	SEQ
C033	SEQ	PP B	PRT 09	PT 033	SEQ

<b>LEGENDA</b>	
<b>PP → Patch Panel</b>	<b>SEQ → Sala de Equipamentos</b>
<b>PRT → Porta Patch Panel</b>	<b>PT → Ponto de Telecomunicação.</b>

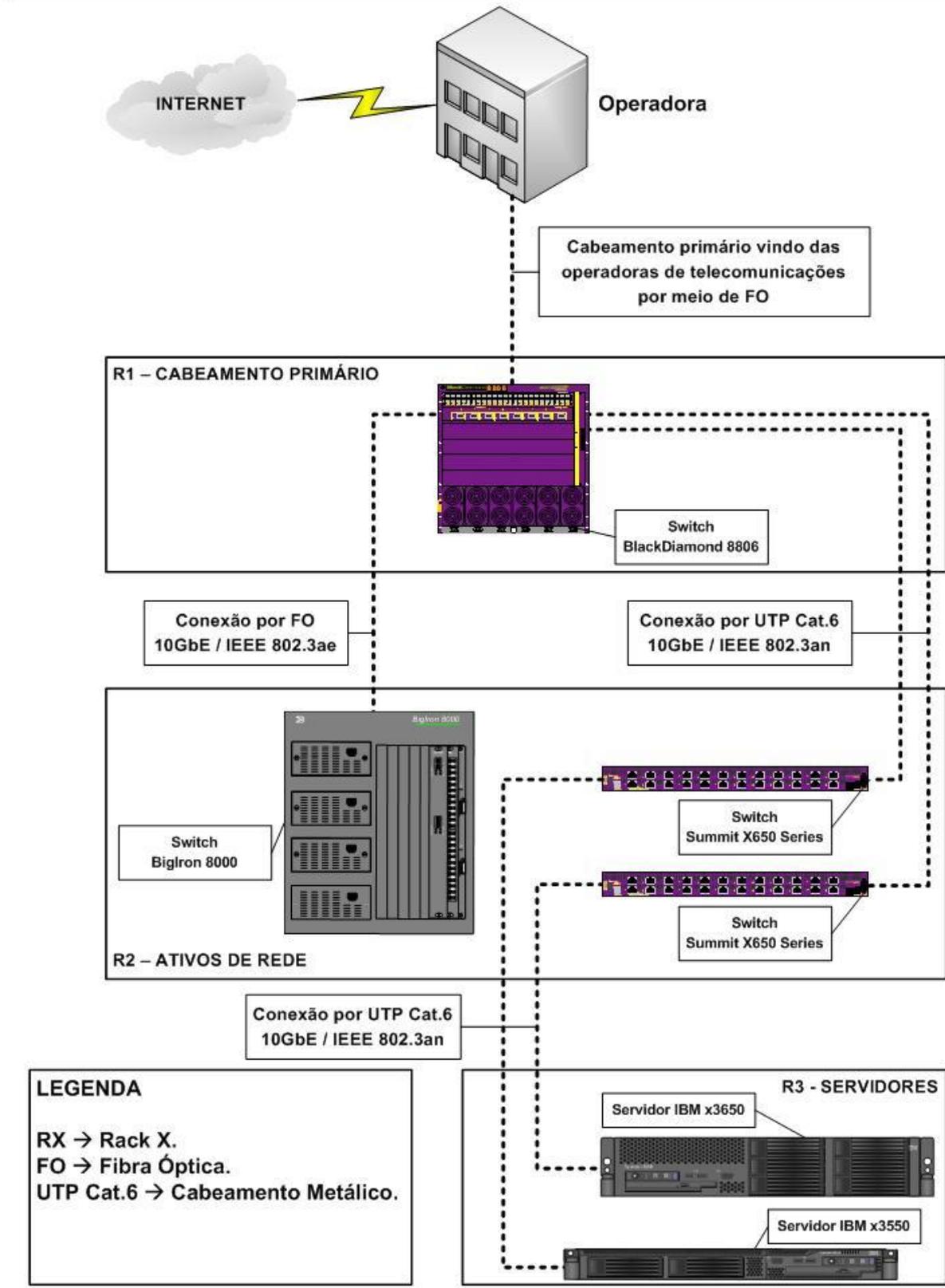
**APÊNDICE F**  
**PLANTAS**  
**LAYOUT SALA DE EQUIPAMENTOS**



**SEQ – PLANTA REDE LÓGICA**



# Diagrama de Conexões Físicas



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**10GbEA Advancing Carrier Ethernet.** Setembro de 2009. Disponível em: “<http://www.10GbEa.org/>”. Acesso em: 23 de Setembro de 2009.

**ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** Conheça a ABNT. Fevereiro de 2008. Disponível em <<http://www.abnt.org.br/default.asp?resolucao=1280X1024>>. Acesso em 07 de julho de 2009.

**ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 14565 – Cabeamento de Telecomunicações para edifícios comerciais. Norma em vigor. Março de 2007.

**ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 14703 – Cabos de Telemática de 100 ohms para redes internas estruturadas. Especificação em vigor. Outubro de 2005.

**ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 14705 – Cabos internos para telecomunicações – Classificação quanto ao comportamento frente à chama. Norma em vigor. Junho de 2006.

**ANSI/EIA/TIA. 568-B.1 – Commercial Building Telecommunications Cabling Standard: Part I, General Requirements.** Maio, 2001.

**ANSI/EIA/TIA. 568-B.1-1 – Minimum 4-Pair UTP and 4-Pair ScTP Patch Cable Bend Radius, Adendum 1 to ANSI/EIA/TIA-568-B.1.** Maio, 2001.

**ANSI/EIA/TIA. 568-B.1-2 – Grounding and Bonding Specifications for Screened Horizontal Cabling, Adendum 2 to ANSI/EIA/TIA-568-B.1.** Maio, 2001.

**ANSI/EIA/TIA. 568-B.2 – Commercial Building Communications Cabling Standard, Part 2, Balanced Twisted-Pair Cabling Standard.** Maio, 2001.

**ANSI/EIA/TIA. 568-B.2-1 – Transmission Performance Specifications for 4-Pair 100 ohm Category 6 Cabling.** Maio, 2001.

**ANSI/EIA/TIA. 568-B.3 – Commercial Building Telecommunications Cabling Standard, Part 3, Optical Fiber Cabling Components.** Abril, 2002.

**ANSI/EIA/TIA. 569-B – Standard, Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces.** Outubro, 2004.

**ANSI/EIA/TIA. 598-C – Optical Fiber Cable Color Coding.** Janeiro, 2005.

**ANSI/EIA/TIA. 606-A: Administration Standard for Commercial Telecommunication/Infrastructure.** Maio, 2002.

**ANSI/EIA/TIA. Draft 8 568-B.2-10: Transmission Performance Specifications for 4-pair 100 ohms augmented category 6 cabling.** Fevereiro, 2008.

**ANSI-J-STD. 607-A: Commercial Building Grounding (Earthing) and Bonding Requirements for Telecommunications.** Outubro, 2002.

**COMER, Douglas.** Interligação de Redes com TCP/IP – Volume 1. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

**EIA – Eletronic Industries Alliance.** About EIA. Julho de 2009. Disponível em <[http://www.eia.org/new\\_about/electronics-association.phtml](http://www.eia.org/new_about/electronics-association.phtml)>. Acesso em 08 de julho de 2009.

**FIBRAS ÓPTICAS E SUAS APLICAÇÕES.** Apostila utilizada no curso FCP-FIBRA ÓPTICA da empresa Furukawa Industrial S.A. – Produtos Elétricos. Documento elaborado pela Central de Treinamentos. Curitiba, 2009.

**IEEE - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELETRONICS ENGINEERS.** About IEEE. Julho de 2009. Disponível em <<http://www.ieee.org/web/aboutus/home/index.html>>. Acesso em 07 de julho de 2009.

**IEEE – INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELETRONICS ENGINEERS.** Padrão IEEE 802.3ae. 2002.

**IEEE – INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELETRONICS ENGINEERS.** Padrão IEEE 802.3ak. 2004.

**IEEE – INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELETRONICS ENGINEERS.** Padrão IEEE 802.3an. 2006.

**IEEE – INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELETRONICS ENGINEERS.** Padrão IEEE 802.3aq. 2006.

**IEEE – INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELETRONICS ENGINEERS.** Padrão IEEE 802.3-2005/Cor 2. 2007.

**IEEE – INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELETRONICS ENGINEERS.** Padrão IEEE 802.3ap. 2007.

**IEEE XPLORE: Digital Library.** Setembro de 2009. Disponível em: “<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/guesthome.jsp>”. Acesso em: 22 de Setembro 2009.

**IETF – INTERNET ENGINEERING TASK FORCE.** Overview of te IETF. Julho de 2009. Disponível em <<http://www.ietf.org/overview.html>>. Acesso em 07 de julho de 2009.

**ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.** About ISO. Fevereiro de 2008. Disponível em <<http://www.iso.org/iso/about.htm>>. Acesso em 07 de julho de 2009.

**ITU – INTERNACIONAL TELECOMUNICATION UNION.** About ITU. Julho de 2009. Disponível em <<http://www.itu.int/net/about/index.aspx>>. Acesso em 07 de julho de 2009.

**MARIN, Paulo Sérgio.** Cabeamento Estruturado – Desvendando cada passo: do projeto à instalação. 2. ed. São Paulo: Érica, 2009.

**MF-101.** Apostila utilizada no curso FCP-FUNDAMENTAL da empresa Furukawa Industrial S.A. – Produtos Elétricos. Documento elaborado pela Central de Treinamentos. 4. ed. Curitiba, 2008.

**MF-102.** Apostila utilizada no curso FCP-FUNDAMENTAL da empresa Furukawa Industrial S.A. – Produtos Elétricos. Documento elaborado pela Central de Treinamentos. 4. ed. Curitiba, 2008.

**MF-103.** Apostila utilizada no curso FCP-FUNDAMENTAL da empresa Furukawa Industrial S.A. – Produtos Elétricos. Documento elaborado pela Central de Treinamentos. 4. ed. Curitiba, 2008.

**MF-104.** Apostila utilizada no curso FCP-FUNDAMENTAL da empresa Furukawa Industrial S.A. – Produtos Elétricos. Documento elaborado pela Central de Treinamentos. 4. ed. Curitiba, 2008.

**MF-105.** Apostila utilizada no curso FCP-MASTER da empresa Furukawa Industrial S.A. – Produtos Elétricos. Documento elaborado pela Central de Treinamentos. 4. ed. Curitiba, 2008.

**MORIMOTO, Carlos.** História das Redes. Abril 2008. Disponível em <<http://www.guiadohardware.net/tutoriais/historia-redes/>>. Acesso em 05 de julho de 2009.

**MORIMOTO, Carlos.** Redes, Guia Prático. GDH Press e Sul Editores, 2008.

**REDES de Alta Velocidade.** Setembro de 2009. Disponível em: “<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/150/10GbE.pdf>”. Acesso em: 30 de Setembro de 2009.

**TANEMBAUM, Andrew.** Redes de Computadores. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

**TIA – Telecommunications Industry Association.** About TIA. Julho de 2009. Disponível em <<http://www.tiaonline.org/about/>>. Acesso em 08 de julho de 2009.

**TSB.** 155 Draft 1.2: Additional guidelines for 4-pair 100 ohms category 6 cabling for 10G Base-T applications. Dezembro, 2004.

**WIKIPÉDIA – THE FREE ENCYCLOPEDIA.** Bus network. Junho de 2009. Disponível em <[http://en.wikipedia.org/wiki/Bus\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Bus_network)>. Acesso em 06 de julho de 2009.

**WIKIPÉDIA – THE FREE ENCYCLOPEDIA.** Personal area network. Junho de 2009. Disponível em <[http://en.wikipedia.org/wiki/Personal\\_area\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Personal_area_network)>. Acesso em 06 de julho de 2009.

**WIKIPÉDIA – THE FREE ENCYCLOPEDIA.** Ring network. Junho de 2009. Disponível em <[http://en.wikipedia.org/wiki/Ring\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Ring_network)>. Acesso em 06 de julho de 2009.

**WIKIPÉDIA – THE FREE ENCYCLOPEDIA.** Star network. Junho de 2009. Disponível em <[http://en.wikipedia.org/wiki/Star\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Star_network)>. Acesso em 06 de julho de 2009.