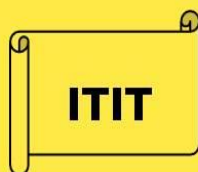
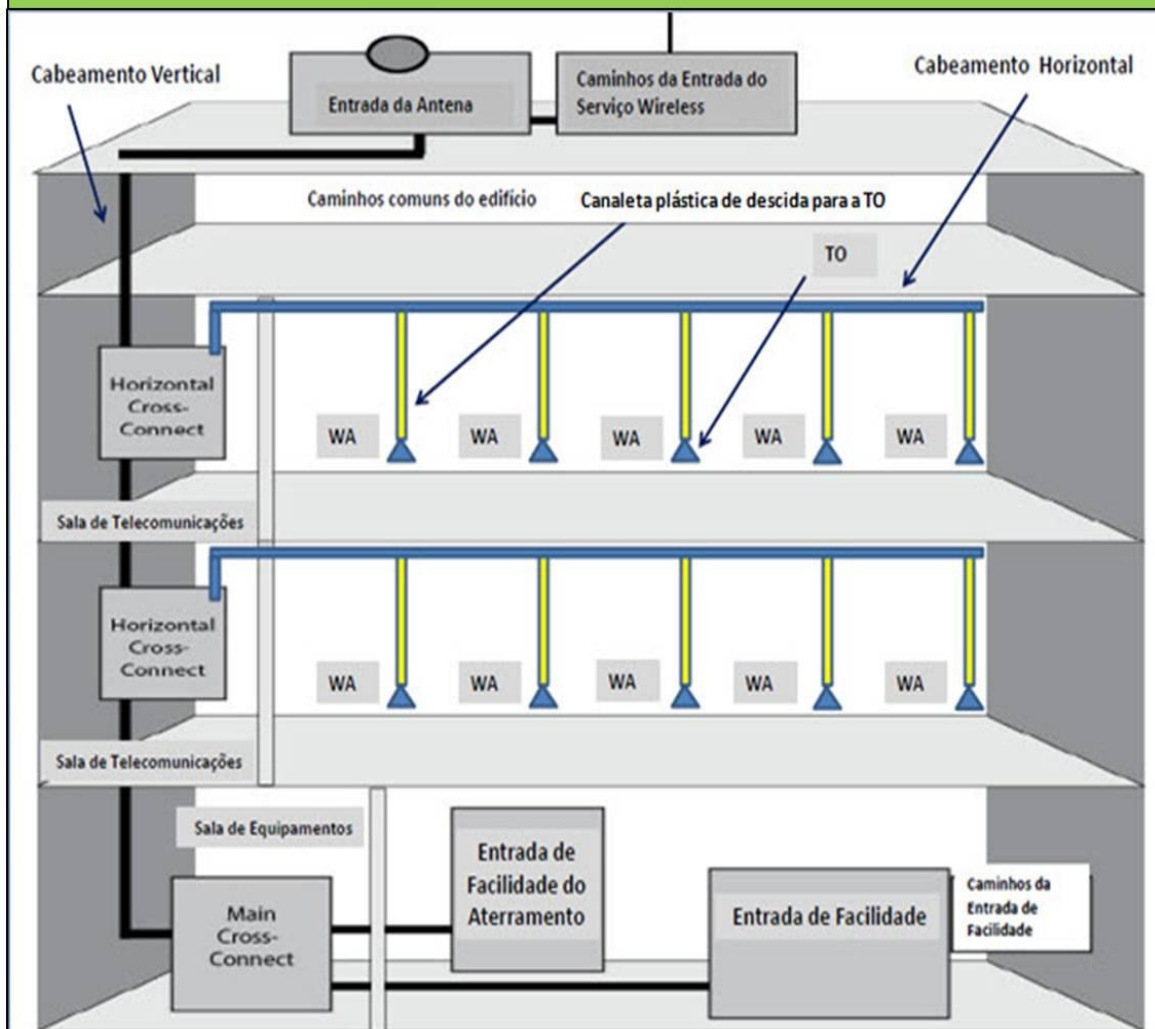


CABEAMENTO ESTRUTURADO

da Teoria à Prática



Ademar Felipe Fey
Raul Ricardo Gauer

4ª edição
2018

**ADEMAR FELIPE FEY
RAUL RICARDO GAUER**

**CABEAMENTO
ESTRUTURADO: DA
TEORIA À PRÁTICA**

4ª edição

**Caxias do Sul
Ademar Felipe Fey**

2018

Resumo:

O cabeamento estruturado surgiu da necessidade de padronizar e organizar as instalações das redes de computadores locais emergentes no final dos anos 1980. De lá para cá, cada vez mais a infraestrutura física dos sistemas de telecomunicações foi se tornando importante componente empresarial. Nenhuma organização sobrevive, no mundo digital competitivo da atualidade, se a rede local sofrer panes constantes por falha no cabeamento físico. O cabeamento estruturado pode ser considerado o suporte tecnológico da empresa conectada da era Internet. O conhecimento teórico do sistema de cabeamento, dos meios físicos e das normas utilizadas no cabeamento estruturado deve se reverter em aspectos práticos da instalação, testes de certificação, manutenção e gerenciamento dessa estrutura física. Este livro pretende dar uma visão geral do cabeamento estruturado. Ele foi concebido para auxiliar iniciantes e profissionais da área de cabeamento, além do pessoal de Tecnologia de Informação em geral, sem entrar em detalhes técnicos que dizem respeito aos engenheiros de telecomunicações. Para transpor da teoria para a prática, o livro exemplifica com um projeto prático os ensinamentos teóricos abordados na rede cabeada e complementa este mesmo projeto com uma integração a uma rede Wi-Fi (nos dois capítulos finais). As respostas das questões teóricas e a solução do estudo de caso prático (incluindo as configurações) estão disponibilizadas no livro.

Fey, Ademar Felipe; Gauer, Raul Ricardo.

Cabeamento Estruturado: da teoria à prática / Ademar Felipe Fey – 4. ed. - Caxias do Sul: 2018.

ISBN 978-85-922651-8-2

© Ademar Felipe Fey

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução parcial ou total sem autorização por escrito do autor.

Nota: apesar dos cuidados e revisões, podem ocorrer erros de digitação, ortográficos e dúvidas conceituais. Em qualquer hipótese, solicitamos a comunicação para o e-mail ademar.fey@gmail.com, para que possamos esclarecer ou encaminhar a questão.

Nem o editor nem o autor assumem qualquer responsabilidade por eventuais danos ou perdas a pessoas ou bens, originados do uso desta publicação.

APRESENTAÇÃO

Este livro foi criado com o objetivo de auxiliar o leitor no aprendizado do que é o cabeamento estruturado, sua origem, teoria e prática.

Em 2010, o editor (e coautor) assumiu como professor da disciplina de Cabeamento Estruturado numa faculdade tecnológica, pela sua experiência profissional anterior em telecomunicações. O desafio foi muito grande, pois apesar de longa experiência em instalação e testes de aceitação de sistemas de telecomunicações, não se conhecia maiores detalhes, naquele momento, da terminologia do cabeamento estruturado em si.

Também em 2010, os autores criaram um curso on-line para o Cabeamento Estruturado. O curso surgiu de um trabalho realizado num curso CCNA por parte de um dos autores, recebedor do título de melhor trabalho apresentado.

A partir dos desafios das duas atividades citadas, procurou-se montar um acervo teórico e prático sobre o tema Cabeamento Estruturado.

O material que compõe este livro foi construído pelas pesquisas em sala de aula, pesquisas no escritório para tentar sanar as dúvidas do professor e dos alunos. Várias obras, catálogos e web sites de fornecedores de cabeamento e de equipamentos foram consultados. As normas quase sempre foram estudadas à luz de artigos originados por esses fabricantes e profissionais da área de cabeamento estruturado.

No final desses estudos, resolvemos revisar todo o material e disponibilizá-lo na forma de livro eletrônico.

A maior parte da infraestrutura básica de uma organização atual, no contexto de um mundo conectado, se baseia no cabeamento estruturado. O sucesso nos processos de negócios empresariais depende de um bom projeto, instalação e manutenção dessa infraestrutura básica.

O presente livro pretende fornecer uma visão geral do cabeamento estruturado para o leitor, sem entrar nos detalhes estritamente técnicos, os quais seriam mais dedicados a um livro de engenharia elétrica ou de telecomunicações.

Esta é uma versão vendida na versão de livro impresso e de e-book no formato PDF e é uma evolução de nosso livro/e-book “Cabeamento Estruturado: Da Teoria à Prática”, em sua 1ª, 2ª e 3ª edição.

Tratamos também neste livro das redes Wi-Fi (redes sem fio), pois na atualidade a integração da rede cabeada com a rede sem fio é uma realidade incontestável em nossas empresas e residências.

Nós sabemos que muitos técnicos que trabalham com o cabeamento estruturado não têm um embasamento teórico dessa área, precisando, aos poucos, estudar também os fundamentos de telecomunicações e de redes de computadores.

Dessa forma, este livro pretende auxiliar esses profissionais, para que passem a entender onde se situa o cabeamento estruturado e as áreas afins para as quais o cabeamento acaba prestando serviços.

Sugestões, críticas e pedidos de informações podem ser enviados para o e-mail ademar.fey@gmail.com.

NOTAS DA TERCEIRA EDIÇÃO

Este livro foi totalmente revisado e ampliado.

Em cada capítulo teórico foram inseridos exercícios, para o leitor aferir os conhecimentos adquiridos.

Foi incluído o capítulo Cabeamento e Wi-Fi (Capítulo 7), pois é nítida a integração dessas duas áreas na rede local de computadores.

Também incluímos um capítulo específico (Capítulo 8) sobre as normas brasileiras que tratam do Cabeamento Estruturado (ABNT).

O capítulo do projeto de cabeamento estruturado (Capítulo 9) foi adequado para seguir a terminologia das normas da ABNT mais recentes.

NOTAS DA QUARTA EDIÇÃO

Este livro foi totalmente revisado e ampliado.

Em vários capítulos foram feitas atualizados.

Um estudo de caso prático com uso de simulador de rede foi criado.

O comprador de nosso livro ou e-book obtém acesso ao arquivo complementar com as respostas dos exercícios teóricos e práticos acessando o link <https://drive.google.com/file/d/1hNO77UVzXvriQyVam0tVeUetdh4CPEbX/view?usp=sharing>

AVISOS

É possível que algumas referências tenham sido omitidas, pois alguns textos impressos que foram traduzidos não continham os dados dos autores originais. Além disso, devido à natureza dinâmica da Internet, alguns links a outros textos traduzidos podem ter sido perdidos ou desatualizados.

Para algumas referências utilizadas, tentou-se entrar em contato com o autor do texto ou figura, mas não se conseguiu retorno. Optou-se pela utilização do recurso, com a devida citação do autor do mesmo.

Esta publicação pode conter imprecisões ortográficas e técnicas ou erros tipográficos. Periodicamente são feitas alterações nas informações aqui contidas; essas alterações serão incorporadas em novas edições da publicação. Os autores podem fazer melhorias e/ou alterações nesta publicação a qualquer momento sem aviso prévio.

As informações contidas nesta publicação são de caráter informativo e introdutório, sendo da responsabilidade do leitor buscar aprofundamento no assunto se desejar aplicar os conhecimentos descritos nesta publicação numa situação prática, na área de sua atuação profissional.

A reprodução parcial ou completa é proibida sem autorização escrita dos autores.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS.

Para atingir o objetivo proposto, de apresentar o sistema do cabeamento estruturado e analisar tanto aspectos teóricos quanto práticos, a obra foi esquematizada como descrevemos a seguir.

No Capítulo 1 explicamos a motivação para o surgimento do cabeamento estruturado, seu histórico, sua função e objetivos.

No Capítulo 2 realizamos uma introdução às redes locais de computadores, pois é nela que o cabeamento estruturado é implantado.

No capítulo 3 abordamos os principais meios físicos utilizados no cabeamento estruturado. Esses meios físicos compõe o cerne do cabeamento estruturado e o profissional da área deve conhecê-los em maiores detalhes possível.

No capítulo 4 analisamos as principais normas do cabeamento estruturado, com destaque para as normas americanas (EIA/TIA/ANSI), para a ISO e para a norma brasileira de cabeamento estruturado (ABNT/NBR).

No capítulo 5 tratamos da certificação em cabeamento estruturado. A certificação é a garantia de que a instalação e o projeto do cabeamento estruturado estão dentro das normas do setor.

No capítulo 6 realizamos uma introdução à norma ANSI 607, devido à importância do assunto aterramento nos sistemas de telecomunicações e aos projetos atuais que exigem cada vez mais cabos blindados devidamente aterrados, em face das velocidades cada vez maiores dos links internos na rede local das empresas.

No capítulo 7 abordamos um tema que nos parece que se tornará bastante estudado, a integração do WI-FI com o Cabeamento Estruturado. Não há como negar a adoção cada vez maior dos sistemas Wi-Fi no ambiente da rede LAN e a necessidade de interligação com o Cabeamento Estruturado.

No capítulo 8 analisamos as normas brasileiras específicas de Cabeamento Estruturado e exibimos como exemplo um projeto de Cabeamento Estruturado integrado a uma rede Wi-Fi.

No capítulo 9 analisamos a implementação de um projeto de Cabeamento Estruturado e os detalhes que cercam a sua estruturação, execução e certificação. Procuramos apresentar um projeto mais completo possível.

Para finalizar, no capítulo 10 apresentamos a integração de uma rede sem fios à rede cabeada implementada no capítulo anterior, para que o profissional do cabeamento estruturado tradicional possa ir se familiarizando com esta tecnologia primordial nas redes corporativas e residenciais da atualidade.

Esperamos que o livro contribua para a formação dos profissionais da área de cabeamento estruturado e que o leitor tenha uma boa leitura e um bom aprendizado.

O comprador de nosso livro obtém acesso ao arquivo de respostas dos exercícios e das configurações do projeto integrando a rede cabeada à rede Wi-Fi conforme as orientações da página 7 (notas da quarta edição).

CONVENÇÕES UTILIZADAS NESTE LIVRO

- Em algumas palavras-chave ou termos-chaves usamos e abusamos de artifícios gráficos, tais como, **negrito**, **aspas**, **colorido**, **primeira letra em maiúscula**, **fonte do caractere aumentada**, no intuito de chamar a atenção dos leitores. Pedimos desculpas se eles ferem algumas regras ortográficas.
- O plural de algumas palavras estrangeiras foi feito utilizando a letra “s” logo após essas palavras (como exemplo, a palavra Bits ou a palavra Hosts), sem usar o apóstrofo, portanto.
- As **citações** estão no texto com **números sobrescritos** que remetem à obra citada nas **referências bibliográficas** (exemplificando: conceito¹¹, onde o “11” é o número da referência).

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO AO CABEAMENTO ESTRUTURADO	25
INTRODUÇÃO	25
1 CONCEITOS DE CABEAMENTO ESTRUTURADO	25
1.1 HISTÓRICO DO CABEAMENTO ESTRUTURADO	26
1.2 DESENVOLVIMENTO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE INTERCONEXÃO	28
1.3 DATAS E FATOS	31
1.4 AS ORGANIZAÇÕES DE PADRONIZAÇÃO EM CABEAMENTO	33
1.5 NORMAS DE CABEAMENTO ESTRUTURADO NO BRASIL	35
1.6 EXERCÍCIOS	37
CONCLUSÃO DO CAPITULO	38
CAPÍTULO 2 INTRODUÇÃO ÀS REDES LOCAIS DE COMPUTADORES	39
INTRODUÇÃO	39
2.1 EVOLUÇÃO DAS REDES DE COMPUTADORES	39
2.2 TIPOS DE REDES DE COMPUTADORES	41
2.3 MODOS DE OPERAÇÃO	45
2.4 INTRODUÇÃO ÀS REDES LOCAIS DE COMPUTADORES	46
2.4.1 Tipos de Redes Locais	46
2.4.1.1 Ethernet	46
2.4.1.2 Token Ring (Rede em Anel)	46
2.4.2 Componentes de uma rede Local (Local Area network – LAN)	47
2.4.2.1 Protocolos de comunicação	47
2.4.3 Rede local padrão Ethernet	48
2.4.3.1 Princípio de funcionamento de uma rede padrão Ethernet	48
2.4.3.2 Colisões	51
2.4.3.3 Padrão 10BaseX (Ethernet)	51
2.4.3.4 Padrão 100BaseX (Fast Ethernet)	51
2.4.3.5 Padrão 1000BaseX (Giga Ethernet)	52

2.4.3.6 Novos padrões Ethernet.....	52
2.4.3.7. Mídia para o padrão Ethernet.....	52
2.4.3.8 Topologias para redes Ethernet	54
2.5 PRODUTOS ETHERNET	57
2.5.1 Transceptores	57
2.5.2 Cartões de Interface de rede.....	58
2.5.3 Repetidores	58
2.5.4 Hubs.....	58
2.5.5 Pontes	59
2.5.6 Switches	59
2.5.7 Roteadores.....	60
2.6 CRITÉRIOS DE PROJETO DE REDE	60
2.7 PERDA DE PERFORMANCE NUMA REDE LAN.....	63
2.8 MELHORANDO A PERFORMANCE DE REDES ETHERNET	63
2.8.1 Pontes (Bridges).....	64
2.8.2 Switch Ethernet	65
2.8.3 Roteadores.....	67
2.9 FRAME PADRÃO ETHERNET	67
2.9.1 Descrição dos campos do frame Ethernet.....	69
2.10 INTERCONEXÃO DE REDES	71
2.10.1 Básico de Interconexão de Redes.....	71
2.10.1.1 LANs (Redes de Área Locais).....	71
2.10.1.2 WANs (Redes de Longa Distância)	71
2.10.1.3 Internet	72
2.10.1.4 Intranet	72
2.11 EXERCÍCIOS	72
CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	73
CAPÍTULO 3 MEIOS FÍSICOS EM CABEAMENTO ESTRUTURADO	74
INTRODUÇÃO	74
3.1 IMPORTÂNCIA DO CABEAMENTO ESTRUTURADO.....	74
3.2 CABEAMENTO E A NECESSIDADE PELA VELOCIDADE MAIOR	74
3.2.1 Porque da necessidade do Cabeamento e velocidades maiores?	75
3.2.2 Taxa de transferência da LAN versus Frequência de operação do Meio Físico ...	75
3.3 MEIO FÍSICO	76

3.4 FATORES DE TRANSMISSÃO	76
3.5 CLASSES DE MEIOS DE TRANSMISSÃO	77
3.5.1 Meios Não Guiados (Sem Fios)	77
3.5.1.1 Exemplos de Meios Não Guiados (Sem Fios)	77
3.5.2 Meios de Transmissão Guiados	77
3.5.2.1 Tipos de Meios de Transmissão Guiados	78
3.5.2.2 Características dos condutores Elétricos de Cobre.....	78
3.5.2.3 Cabo de Pares com Fios de Cobre	79
3.6 MEIOS FÍSICOS GUIADOS USADOS EM CABEAMENTO ESTRUTURADO	79
3.6.1 Cabo coaxial.....	80
3.6.2 Par Trançado (Twisted Pair).....	80
3.6.2.1 Tipos de Cabos de Par Trançado.....	81
3.6.2.2 Características do cabo UTP	82
3.6.2.3 Terminação do cabo UTP.....	82
3.6.2.4 Categorização do cabo UTP	83
3.6.2.5 Categoria 6 versus Categoria 6a ou superior	85
3.6.2.6 Tipos de Cabos UTP Especiais.....	90
3.6.3 Fibra Óptica.....	90
3.6.3.1 Camadas na Fibra Óptica.....	91
3.6.3.2 Fibra Óptica e seus componentes	92
3.6.3.3 Princípio de Funcionamento	92
3.6.3.4 Diâmetro Interno e Externo das fibras	93
3.6.3.5 Cabos de Fibra Óptica.....	94
3.6.3.6 Vantagens da fibra óptica.....	94
3.6.3.7 Desvantagens da fibra óptica	94
3.6.3.8 Tipos de Fibra Óptica	95
3.6.3.9 Sinais em Fibra Óptica	96
3.6.3.10 Conectores para fibra	96
3.6.3.11 Uso dos conectores.....	100
3.6.3.12 Categorização da Fibra Óptica (padrão OM1 a OM5 e OS1/OS2).....	101
3.6.3.13 Equipamento para emenda da fibra	102
3.6.3.14 Rede MAN usando links de fibra	103
3.7 DETALHES DE PROJETO COM O CABEAMENTO COM CABO UTP.....	104

3.8 BÁSICO DE COMUNICAÇÃO DE DADOS	105
3.8.1 Outras características da comunicação de dados:	106
3.9 FATORES REDUTORES DA TAXA DE TRANSMISSÃO	106
3.9.1 Atenuação	107
3.9.1.1 O que são os decibéis (dBs)	107
3.9.1.2 Cálculo de decibéis	108
3.9.2 Ruído	109
3.10 EXERCÍCIOS	109
CONCLUSÃO DO CAPITULO	110
CAPÍTULO 4 NORMAS EM CABEAMENTO ESTRUTURADO	111
INTRODUÇÃO	111
4.1 HISTÓRICO	111
4.2 MOTIVAÇÕES PARA A PADRONIZAÇÃO	113
4.3 O QUE É UM PADRÃO?	113
4.4 DEFINIÇÕES DO CABEAMENTO ESTRUTURADO	113
4.5 NOMENCLATURA USADA NO SISTEMA DE CABEAMENTO ESTRUTURADO	114
4.6 VANTAGENS CABEAMENTO ESTRUTURADO	116
4.7 OBJETIVOS DOS PADRÕES EM CABEAMENTO ESTRUTURADO	116
4.8 ORGANIZAÇÕES DE PADRONIZAÇÃO	116
4.9 AS NORMAS TÉCNICAS DO BRASIL	117
4.10 NORMAS APLICÁVEIS PARA CABEAMENTO ESTRUTURADO	117
4.11 AS PRINCIPAIS NORMAS SÃO EDITADAS PELA EIA/TIA	118
4.12 HISTÓRICO DAS NORMAS	118
4.13 PRINCIPAIS NORMAS EM CABEAMENTO ESTRUTURADO	119
4.13.1 Norma EIA/TIA-568	119
4.13.1.1 Facilidade de entrada (Entrance facility)	121
4.13.1.2 Conexão cruzada principal (Main cross-connect)	121
4.13.1.3 Distribuição do backbone (Backbone distribution)	123
4.13.1.3.1 Patch cords ou jumpers para conexões backbone – backbone	123
4.13.1.3.2 Topologia	123
4.13.1.3.3 Mídia reconhecida do backbone de distribuição	124
4.13.1.3.4 Critério de seleção de mídia	124
4.13.1.4 Conexão cruzada horizontal (Horizontal cross-connect)	124
4.13.1.4.1 Funções da sala de telecomunicações	125

4.13.1.4.2 Diretrizes gerais de projeto	126
4.13.1.4.3 Mídia reconhecida de distribuição horizontal	126
4.13.1.5. Área de trabalho (Work Area).....	127
4.13.1.5.1 Componentes da área de trabalho	127
4.13.1.5.2 Tomada de telecomunicações (Telecommunications outlet)	127
4.13.1.5.3 Cordões de manobra na área de trabalho	127
4.13.1.5.4 Adaptações especiais na área de trabalho	128
4.13.1.5.5 Adaptadores passivos na área de trabalho	128
4.13.1.6 ANSI/TIA/EIA – 568B	128
4.13.1.6.1 Objetivos da ANSI/TIA/EIA – 568B	128
4.13.1.6.2 EIA/TIA 568-B.1	129
4.13.1.6.3 EIA/TIA 568-B.2	129
4.13.1.6.4 EIA/TIA 568-B.3	129
4.13.1.6.5 EIA/TIA 568-C	130
4.13.1.6.6 EIA/TIA 568-D	130
4.13.2 Norma ANSI/EIA/TIA 569	131
4.13.2.1 Pontos definidos pela norma:	132
4.13.2.1.1 Facilidade de Entrada.....	133
4.13.2.1.2 Sala de Equipamentos	133
4.13.2.1.3 Sala de telecomunicações	133
4.13.2.1.4 Cabeamento Vertical	133
4.13.2.1.5 Cabeamento horizontal	134
4.13.2.1.6 Área de Trabalho.....	134
4.13.3 Norma EIA 310	134
4.13.3.1 Equipamentos	136
4.13.4 Norma ANSI/EIA/TIA 606	139
4.13.4.1 O conceito da Administração em Cabeamento Estruturado	139
4.13.4.2 Vantagens	140
4.13.4.3 Sistemas integrados	141
4.13.4.4 Classes de Administração	141
4.13.4.5 Identificador	142
4.13.4.6 Etiqueta	143
4.13.4.7 Registro	144

4.13.4.8 Relatórios	144
4.13.4.9 Ordens de serviço	145
4.13.4.10 Relatórios de registro de canal	145
4.13.4.11 Desenhos	145
4.13.4.12 Administração de dutos e espaços.....	146
4.13.4.13 Etiquetas e codificação por cores.....	146
4.13.4.14 Codificação por cores.....	146
4.13.4.15 Diferenciação dos campos de terminação por categoria e desempenho	146
4.13.5 Norma ANSI-J-STD-607	147
4.13.5.1 Ambientes que compõe o sistema de aterramento	148
4.13.5.2 Componentes de um sistema de aterramento e proteção.....	148
4.13.5.3 Considerações aplicadas aos componentes de aterramento e proteção	148
4.13.5.4 Etiquetagem	149
4.13.5.5 Barra principal de Aterramento para Telecomunicações – TMGB	149
4.13.5.6 Características físicas da TMGB	150
4.13.5.7 Backbone de Aterramento para Telecomunicações – TBB.....	150
4.13.5.8 Barramento de Aterramento para Telecomunicações – TGB.....	151
4.13.6 Norma EIA/TIA-570	151
4.13.6.1 Histórico da norma 570	152
4.13.6.2 Cabos reconhecidos para uso pela norma 570	154
4.13.6.3 Layout de Instalação baseado na Norma 570	154
4.13.7 Norma ISO/IEC 11801.....	157
4.13.7.1 Categorias de cabos usados pela ISO 11801	158
4.13.7.2 Esquema genérico da norma ISO/IEC	158
4.13.7.3 Escolha dos cabos	159
4.13.7.4 Restrições gerais da ISO 11801 no cabeamento horizontal.....	159
4.13.7.5 Tomadas	159
4.13.7.6 ISO/IEC 11801 edição 2.2.....	160
4.13.7.7 ISO/IEC 11801 edição 3.....	160
4.13.8 Norma ABNT/NBR 14565.....	161
4.13.8.1 Subsistemas adotados na ABNT NBR 14565:2007	161
4.13.8.2 Identificação	163
4.13.8.3 Estruturas de passagem.....	163

4.13.8.4 Sala de Telecomunicações	164
4.13.8.5 Diagrama de ocupação de uma Sala de Telecomunicações.....	165
4.13.8.6 Comprimentos máximos das mídias utilizadas.....	165
4.13.8.7 Tomada tripolar	166
4.13.8.8 Tipos de ligações cruzadas permitidas.....	167
4.13.8.9 Subsistemas da NBR 14565:2007	168
4.13.8.10 NBR-14565:2012 – Novidades.....	169
4.13.8.11 Diagrama completo dos subsistemas segundo a NBR-14565:2012	170
4.13.8.12 NBR-14565:2013.....	171
4.13.9 Norma ABNT/NBR 5410.....	171
4.13.9.1 Norma 5410 Atualização	171
4.13.10 Norma EIA/TIA 862	171
4.13.11 Norma ANSI/TIA 942.....	172
4.13.11.1 Infraestrutura de cabeamento	172
4.13.11.2 Componentes utilizados pela TIA-942.....	173
4.13.11.3 Revisão ANSI/TIA-942-A.....	174
4.13.12 Norma IEC 617-10.....	175
4.13.13 Norma TIA/EIA 587	176
4.13.14 Norma ANSI/TIA/EIA TSB 67	176
4.13.15 Norma ABNT/NBR 16264.....	176
4.13.16 Norma ABNT/NBR 16415.....	176
4.13.17 Algumas das Outras Normas em Cabeamento Estruturado.....	176
4.14 EXERCÍCIOS	177
CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	178
CAPÍTULO 5 CERTIFICAÇÃO EM CABEAMENTO ESTRUTURADO.....	179
INTRODUÇÃO	179
5.1 IMPORTÂNCIA DO CABEAMENTO ESTRUTURADO.....	179
5.2 IMPORTÂNCIA DA CERTIFICAÇÃO	180
5.3 SISTEMA DE CABEAMENTO ESTRUTURADO	181
5.4 NORMAS E PADRÕES PARA A CERTIFICAÇÃO	181
5.5 DEFINIÇÃO DE CERTIFICAÇÃO	182
5.6 VANTAGENS DA CERTIFICAÇÃO.....	182
5.7 TIPOS DE MÍDIA DE COMUNICAÇÃO.....	182
5.8 PROBLEMAS NA TRANSMISSÃO DO SINAL	182

5.9 TERMOS UTILIZADOS EM TESTES DE SINAL NO CABEAMENTO	183
5.10 TIPOS DE TESTES EM CABEAMENTO ESTRUTURADO	183
5.11 CERTIFICAÇÃO EM CABOS UTP	185
5.11.1 Equipamentos para a certificação em cabo UTP	185
5.11.2 Parâmetros de teste de certificação em cabos UTP	188
5.11.3 Nomenclatura dos testes em cabos UTP	188
5.11.4 Relatório da certificação	190
5.11.5 Testes em cabos UTP	191
5.11.5.1 Comprimento	191
5.11.5.2 Wire Map (Mapeamento dos fios)	191
5.11.5.2.1 Conectorização cabos UTP padrão 568A e 568B	192
5.11.5.3 Impedância	193
5.11.5.4 Atenuação	194
5.11.5.5 Crosstalk	195
5.11.5.5.1 NEXT: Near End Cross Talk.....	197
5.11.5.5.2 FEXT: Far End Cross Talk.	198
5.11.5.5.3 PSNEXT + PSELFEXT + PSACR	199
5.11.5.5.4 ELFEXT e PSELFEXT.....	199
5.11.5.6 ACR (Attenuation Crosstalk Ratio)	200
5.11.5.7 Propagation Delay	200
5.11.5.8 Delay Skew	201
5.11.5.9 Propagation Delay e Delay Skew	201
5.11.5.10 Perda de retorno (Return Loss).....	202
5.11.6 Resultados da certificação num teste de canal	203
5.12 CERTIFICAÇÃO EM CABOS ÓPTICOS.....	204
5.12.1 Equipamentos usados na certificação em cabeamento óptico.....	205
5.12.1.1 Power Meter	205
5.12.1.2 OLTS (Optical Loss Test Set) - Test Set Óptico.....	206
5.12.1.3 OTDR (Refletômetro Ótico no Domínio do Tempo).....	207
5.12.2 Inspeção manual dos conectores da Fibra.....	208
5.12.3 Testes em Cabo Óptico.....	208
5.12.3.1 Comprimento da fibra	209
5.12.3.2 Teste de continuidade	209

5.12.3.3 Atenuação	209
5.12.3.4 Perda de potência (Power Loss)	210
5.13 PROBLEMAS COM OS PARÂMETROS DE CERTIFICAÇÃO DO CABO UTP ..	211
5.14 O CORRETO E O INCORRETO NA INSTALAÇÃO DE CABO UTP	212
5.14.1 Exemplos de instalações ruins (e certificação negativa)	213
5.15 EXERCÍCIOS	213
CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	214
CAPÍTULO 6 ATERRAMENTO EM CABEAMENTO ESTRUTURADO	215
INTRODUÇÃO	215
6.1 OBJETIVO DA NORMA ANSI/EIA/TIA 607	215
6.2 HISTÓRICO DA NORMA ANSI/EIA/TIA 607	217
6.3 CONCEITOS BÁSICOS DE ATERRAMENTO	218
6.3.1 Cuidados na execução de um sistema de aterramento	220
6.3.2 Material básico necessário para o sistema de aterramento	221
6.4 SISTEMA DE ATERRAMENTO SEGUNDO A NORMA ANSI/EIA/TIA 607	221
6.4.1 Terminologia	221
6.4.2 Definições e elementos do sistema de aterramento e interligação a terra	222
6.5 CONCEITUAÇÃO E INSTALAÇÃO DOS ELEMENTOS DO ATERRAMENTO	225
6.5.1 Condutor de Interligação de Aterramento de telecomunicações	225
6.5.2 Condutor de Interligação do backbone de aterramento de telecomunicações	225
6.5.3 Barramento do aterramento principal de telecomunicações	227
6.5.4 Barramento do aterramento de telecomunicações	228
6.5.5 Interligação à estrutura de metal de um edifício	229
6.6 ATERRAMENTO NA SALA DE TELECOMUNICAÇÕES	229
6.7 EXERCÍCIOS	232
CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	233
CAPÍTULO 7 CABEAMENTO ESTRUTURADO E O WI-FI	234
INTRODUÇÃO	234
7.1 INTRODUÇÃO AO WI-FI	234
7.2 ONDAS ELETROMAGNÉTICAS	234
7.3 MODULAÇÃO	236
7.3.1 Conceitos básicos da modulação	236
7.3.2 O porquê da Modulação	237
7.3.3 Modulação e Modem	237

7.4 OS TIPOS DE MODULAÇÃO	238
7.4.1 Modulação Analógica	238
7.4.2 Modulação Digital	240
7.5 MODEM ANALÓGICO X MODEM DIGITAL	240
7.6 AS MODERNAS TÉCNICAS DE MODULAÇÃO USADAS EM REDES WI-FI.....	241
7.7 EXPLICANDO AS TECNOLOGIAS DE REDES SEM FIO	242
7.7.1 Introdução às redes Wi-Fi	243
7.8 TIPOS DE REDES WI-FI.....	245
7.8.1 WPANs.....	245
7.8.2 WLANs	245
7.8.3 WMANs	245
7.8.4 WWANs.....	246
7.9 PADRÕES DA ARQUITETURA IEEE 802.11	246
7.9.1 Redes Wi-Fi Ad-hoc	248
7.9.2 Redes Wi-Fi Infraestruturada	248
7.10 PADRÕES DE REDES WI-FI.....	249
7.10.1 Padrão 802.11b.....	250
7.10.2 Padrão 802.11g.....	251
7.10.3 Padrão 802.11n.....	251
7.10.4 Padrão 802.11 ac	252
7.11 O WI-FI E O CABEAMENTO ESTRUTURADO	253
7.11.1 As implicações da velocidade do Wi-Fi no cabeamento estruturado	253
7.12 Observações finais.....	255
7.13 EXERCÍCIOS	255
CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	256
CAPÍTULO 8 NORMAS ABNT DE CABEAMENTO ESTRUTURADO	257
INTRODUÇÃO	257
8.1 ABNT NBR 14565:2013	257
8.1.1 Norma ABNT NBR 14565:2013 em Edifícios Comerciais	258
8.1.1.1 Subsistemas do Cabeamento Estruturado para Edifícios Comerciais	258
8.1.1.2 Elementos Funcionais do Cabeamento Estruturado para Edifícios Comerciais.....	259
8.1.1.3 Hierarquia do Cabeamento Estruturado em Edifício Comercial	260
8.1.1.4 Cabeamentos Utilizados nos Subsistemas de Cabeamento Estruturado em Edifício Comercial	262

8.1.1.5 Espaços Utilizados nos Subsistemas de Cabeamento Estruturado no Edifício Comercial	262
8.1.1.6 Categorias de Desempenho dos Cabos de Par Trançado	263
8.1.1.7 Parâmetros de Desempenho para Cabeamento Balanceado	264
8.1.1.8 Categorias de Desempenho dos Cabos de Par Trançado	265
8.1.1.9 Interfaces e Configurações no Edifício Comercial	266
8.1.2 Cabeamento estruturado para Data Centers.....	268
8.1.2.1 Subsistemas do Cabeamento Estruturado para Data Centers.....	268
8.1.2.2 Elementos funcionais do Cabeamento estruturado para Data Centers.....	268
8.1.2.3 Hierarquia do Cabeamento Estruturado em Data Center.....	270
8.1.2.4 Cabeamentos Utilizados nos Subsistemas de Cabeamento Estruturado em Data Center	271
8.1.2.5 Espaços Utilizados nos Subsistemas de cabeamento Estruturado em Data Centers.....	272
8.1.2.6 Interfaces e Configurações no Cabeamento Estruturado em Data Centers.....	274
8.1.3 Informações Gerais Sobre a Norma ABNT NBR 14565	276
8.2 ABNT NBR 16415:2015 Caminhos e Espaços para Cabeamento Estruturado.....	276
8.2.1 Elementos de Caminhos e Espaços para o Cabeamento Estruturado.....	277
8.2.1.1 Espaços Utilizados no Cabeamento Estruturado	277
8.2.1.2 Caminhos Utilizados no Cabeamento Estruturado	279
8.2.2 Informações Gerais Sobre a Norma ABNT NBR 16415	280
8.3 ABNT NBR 16264-2014 Cabeamento Estruturado Residencial.....	281
8.3.1 Subsistemas do Cabeamento Estruturado Residencial (ICT/BCT)	283
8.3.2 Elementos Funcionais do Cabeamento Estruturado Residencial.....	283
8.3.3 Estrutura do Cabeamento Estruturado Residencial	284
8.3.4 Subsistemas de Cabeamento para CCCB	287
8.3.5 Informações Gerais Sobre a Norma ABNT NBR 16264-2015.....	288
8.4 EXERCÍCIOS	288
CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	289
CAPÍTULO 9 PROJETO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO	290
INTRODUÇÃO	290
9.1 FASES DE UM PROJETO	290
9.2 CONHECIMENTO DAS NECESSIDADES E EXIGÊNCIAS DO CLIENTE	290
9.2.1 Informações sobre o projeto.....	290

9.2.2 Plantas baixas dos ambientes.....	292
9.3 ELABORAÇÃO DO PROJETO	294
9.3.1 Descritivo do projeto.....	295
9.4 EXECUÇÃO DO PROJETO	299
9.4.1 Detalhes do caminho do cabeamento	299
9.4.2 Eletrocalhas.....	299
9.4.3 Detalhes de materiais usados no caminho do cabeamento horizontal.....	301
9.4.4 Exemplo de utilização e fixação de eletrocalhas	302
9.4.5 Distribuição das TOs	303
9.4.6 Caminho do cabeamento primário (backbone).....	306
9.4.7 Topologia da rede do usuário.....	307
9.4.8 Distribuição das portas dos switches em VLANs	307
9.4.9 Endereçamento IP	308
9.4.10 Aterramento.....	308
9.4.11 Ocupação dos racks BD (MDF) e FDs (IDFs)	309
9.4.12 Especificações dos materiais e equipamentos usados	310
9.4.12.1 Rack	310
9.4.12.2 Patch panel	310
9.4.12.3 Patch cords	311
9.4.12.4 Tomada de telecomunicações Cat 6	312
9.4.12.5 Bloco 110	312
9.4.12.6 Cabos UTP	312
9.4.12.7 Eletrocalha perfurada 100x50 mm	313
9.4.12.8 Canaletas plásticas	313
9.4.12.9 Switches e roteador.....	313
9.4.12.10 Tabela de custos	314
9.5 CERTIFICAÇÃO DO CABEAMENTO	315
9.6 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	318
CAPÍTULO 10 REDE CABEADA INTEGRADA À REDE WI-FI.....	319
INTRODUÇÃO	319
10.1 DESCRITIVO DA REDE WI-FI E INTEGRAÇÃO.....	319
10.2 DESCRITIVO OPERACIONAL DA REDE INTEGRADA.....	321
10.3 CONFIGURAÇÕES DOS ATIVOS.....	322
10.4 TELAS DAS CONFIGURAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS WIRELESS	327

10.5 TELAS DEMONSTRATIVAS DE CONEXÃO PLENA DA REDE INTEGRADA....	328
10.6 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	330
CONCLUSÃO DO LIVRO	331
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	332
OBRAS CONSULTADAS	337
ANEXO A – RESPOSTAS DAS QUESTÕES TEÓRICAS	339
APÊNDICE A – CADASTRO NO BLOG INFRAESTRUTURA DE REDES	354
APÊNDICE B – INDICAÇÕES DE CURSOS INFRA/E-BOOKS POR ASSUNTO	355
APÊNDICE C – CURSOS DE INFRAESTRUTURA DE REDE DOS AUTORES	358
APÊNDICE D – OUTROS E-BOOKS/LIVROS DOS AUTORES.....	359
APÊNDICE E – VIDEOAULAS DOS AUTORES.....	360

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO AO CABEAMENTO ESTRUTURADO

INTRODUÇÃO

Neste capítulo iremos estudar o histórico do surgimento do cabeamento estruturado, as motivações para seu uso e algumas entidades de normatização.

1 CONCEITOS DE CABEAMENTO ESTRUTURADO

O Cabeamento Estruturado é uma infraestrutura de telecomunicações de um prédio ou campus que consiste de um número de pequenos elementos padronizados chamados de subsistemas.

O Cabeamento Estruturado tem por função estabelecer uma instalação padronizada, com vida útil de mais ou menos dez anos e que possa se adaptar a alterações de layout na empresa, sem que se tenha de lançar mão de novas instalações de cabeamento. Isso tudo levando em conta uma economia de investimento, pelo menos em médio prazo.

O sistema de cabeamento estruturado se divide em seis subsistemas:

- **Entrada de Facilidades (Entrance Facilities)** é o local físico no prédio que interfaceia com o mundo externo.
- **Sala de Equipamentos (Equipment Room)** hospeda os equipamentos de telecomunicações que servem todos os usuários dentro do prédio.
- **Cabeamento Vertical (Backbone ou Backbone Cabling)** conecta os subsistemas de Entrada de Facilidades, Sala de Equipamentos e Salas de Telecomunicações entre si.
- **Sala de Telecomunicações (Telecommunications Room)** hospeda os equipamentos de telecomunicações que interligam o subsistema do Cabeamento Vertical (backbone) com o subsistema de Cabeamento Horizontal. Nela também estão alocados equipamentos de interconexão que se interligam ao cabeamento horizontal. Também chamado de Armário de Telecomunicações.
- **Cabeamento Horizontal (Horizontal Cabling)** conecta as salas de Telecomunicações a uma tomada de telecomunicação individual numa área de trabalho num andar do prédio.
- **Área de Trabalho (Work Area Components)** conecta os equipamentos do usuário final até as tomadas do sistema de cabeamento horizontal.

Mais recentemente, o subsistema chamado de **Administração** foi adicionado aos demais subsistemas, sendo que o mesmo se encarrega da documentação e identificação do cabeamento estruturado, totalizando dessa forma sete subsistemas.

O cabeamento é muito importante se você deseja uma rede trabalhando adequadamente, com o mínimo de problemas e mínima perda de largura de banda. Existem certas regras que nunca devem ser quebradas quando você está tentando projetar uma rede de computadores – de outra maneira você deverá ter problemas quando tentar se comunicar. Nós temos visto redes que sofrem enormes problemas porque o projeto inicial da rede não foi feito adequadamente.

Num futuro próximo, o cabeamento poderá perder sua força no mercado, pois a comunicação wireless parece estar ganhando terreno, dia a dia. Embora essa tendência no mercado, no entanto, o fato é que atualmente em torno de 95% das instalações das redes de computadores se baseiam no cabeamento físico.

Também a cada dia se lançam novas normas ou alterações das normas vigentes, demonstrando a força que o Cabeamento Estruturado alcançou no mercado internacional.

1.1 HISTÓRICO DO CABEAMENTO ESTRUTURADO

As invenções humanas acontecem ao longo do tempo e não da noite para o dia. As técnicas usadas para a comunicação humana representam bem essa afirmação. O ser humano utilizou a fumaça, o papiro, o livro, o mensageiro (pombo e correio a cavalo), o telégrafo, o telefone e assim por diante. Tudo isso levou séculos para se desenvolver.

Um dos primeiros sistemas de comunicação à distância foi utilizado em Paris no ano de 1794. Foi o chamado Telégrafo Óptico de Claude Chappe. Operadores em torres de comunicações distantes entre si por alguns quilômetros passavam mensagens codificadas em um alfabeto visual, de um ponto a outro.

Nós tendemos a pensar em comunicação digital como uma ideia recente, mas em 1844 um homem chamado Samuel Morse enviou uma mensagem a quase 90 km de distância, entre Washington D.C. e Baltimore (EUA), usando sua nova invenção, chamada de 'Telégrafo'. Isso pode parecer um conceito distante das redes de computadores de hoje, mas o princípio básico permanece o mesmo: um sinal elétrico codificado é enviado entre dois pontos de comunicação, através de um meio físico.

O Telégrafo elétrico utiliza o chamado Código Morse, o qual é um tipo de código de sistema binário que usa pontos e hifens em sucessões diferentes para representar letras e números. Modernas redes de dados usam 1s e 0s para alcançar o mesmo resultado. A grande diferença é que, enquanto os operadores do telégrafo do Século XIX pudessem talvez transmitir 2 ou 3 pontos e hifens por segundo, os computadores se comunicam agora a velocidades de 1 Giga bits por segundo (Gbps), ou de outra maneira, 1.000.000.000 de 1s e 0s separados, em cada

segundo. Na realidade, essa velocidade de 1 Gbps é superada em ambientes de modernas redes de computadores.

Não muito tempo depois do Telégrafo de Morse ter sido desenvolvido, um inventor francês chamado Emile Baudot desenvolveu uma máquina de telégrafo por impressão (que viria ser chamada posteriormente de teletipo ou telex), a qual usava um teclado do estilo de máquina de escrever, permitindo virtualmente qualquer pessoa enviar e receber mensagens de texto. Baudot usou um tipo diferente de código para o sistema dele, porque o código Morse não permitia a automatização, devido ao comprimento desigual da quantidade de bits requeridos para cada letra ou número. Como Baudot usou um código de cinco bits para representar cada caráter, isso normalmente permitiria apenas 32 possíveis combinações (00000 a 11111 = 32 combinações).

Claramente isso não era suficiente para 26 letras e 10 dígitos usados normalmente pelo alfabeto e sistema numérico decimal, mas ele solucionou este problema usando dois "caracteres de mudança" (shift) que permitia a troca de caractere para figuras e letras, os quais executaram o mesmo tipo de função como uma chave de troca de letras numa máquina de escrever (shift). Agora ele obtinha 62 combinações para letras, figuras e caracteres de pontuação. Naquela época, depois da invenção de Emile Baudot, a velocidade de comunicações das interfaces seriais era medida em taxa de bauds.

Foram feitas melhorias na máquina de Baudot por um inventor inglês chamado Donald Murray. Murray vendeu os direitos da máquina dele para a Western Union que gradualmente substituiu todos os seus telégrafos Morse pelo novo "teletipo".

Apesar do seu longo sucesso, o código Baudot de cinco bits só podia usar letras 'maiúsculas', assim ele teve que ser substituído por algo que permitia usar mais caracteres alfanuméricos. Em 1966, um grupo de companhias americanas de comunicações conseguiu inventar conjuntamente um novo código, usando naquele tempo 7 bits, os quais poderiam representar 128 caracteres. Esse código ficou conhecido como American Standard Code for Information Interchange (Código de Padrão Americano para Troca de Informação) ou código ASCII. O código ASCII foi aceito imediatamente por quase todos os fabricantes de computadores do mundo e pelas companhias de comunicações, excluindo a IBM, a qual decidiu criar o seu próprio padrão.

A versão do código da IBM é o chamado Extended Binary Coded Decimal Interchange Code (Código Estendido de Intercâmbio de Decimal Codificado em Binário) ou EBCDIC, o qual usa 8 bits e pode representar 256 caracteres. Apesar do uso dele em computadores de médio e grande porte (mainframe) da IBM, ele nunca teve êxito realmente, em nível mundial. Para não ficar fora completamente do mercado de terminais, a IBM adotou o código ASCII, mas estendeu-o usando um

oitavo bit para que assim pudesse representar 256 caracteres. Eles chamaram esse novo código como sendo 'ASCII Estendido'.

Embora o telégrafo e o aparelho de telex tenham sido os precursores das comunicações de dados, só nos últimos 30 a 40 anos é que coisas realmente começaram a acelerar. Como a necessidade para a comunicação entre computadores tem exigido velocidades crescentes, tem-se demandado o desenvolvimento de equipamentos de interconexão de redes cada vez mais rápidos, incluindo nisso o cabeamento e equipamentos de hardware de conexão (interfaces).

1.2 DESENVOLVIMENTO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE INTERCONEXÃO

No princípio, havia computadores mainframe, fabricados por companhias como a IBM, Sperry, DEC, Univac e Burroughs. Cada fabricante tinha cabos especificamente projetados para seu computador e periféricos, por exemplo, a IBM Bus & Tag (usado no IBM 360 System).

As coisas não mudaram muito até a chegada das Redes de Área Local (LANs) que estavam sendo definidas por acordos de padrões abertos nos anos 1980. Pela primeira vez, poderia ser esperado que equipamentos de comunicação de dados de fabricantes diferentes iriam se comunicar entre si. A primeira LAN a ser aceita universalmente foi a do padrão Ethernet.

O padrão Ethernet foi desenvolvido no meio da década de 1970 pela Xerox Corporation, no Palo Alto Research Centre (PARC), na Califórnia, e em 1979 a DEC e a Intel uniram forças com a Xerox para unificar o sistema Ethernet para todo o mundo usar. A primeira especificação publicada pelas três companhias, chamada de "o Livro Azul Ethernet", foi liberada em 1980. O padrão Ethernet também ficou conhecido como o 'padrão DIX', composto pelas iniciais das três empresas.

Esse padrão foi um sistema de velocidade inicial de 10 Megabits por segundo (10 Mbps, = 10 milhões de 1s e 0s por segundo) e usava um cabo coaxial grosso como backbone, o qual era instalado ao longo do edifício, com cabos coaxiais menores instalados em intervalos de 2,5 metros para conectar as estações de trabalho.

O cabo coaxial grosso, que normalmente era amarelo, foi conhecido como 'Thick Ethernet' e o sistema foi chamado de 10Base5, sendo que o 10 refere-se à velocidade (10 Mbps), o 'Base' porque é um sistema de banda básica (a banda básica usa toda a largura da banda para cada transmissão, ao invés de banda larga que divide a largura da banda em canais separados para usar simultaneamente), e o 5 é uma abreviatura para o máximo comprimento do cabo do sistema, nesse caso, 500 m. Essa rede trabalha numa topologia onde o barramento do cabo coaxial grosso de 50 ohms é compartilhado com todos os computadores que fazem parte da mesma.

O Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) - Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos - liberou o padrão Ethernet oficialmente em 1983, chamado de IEEE 802.3, depois do IEEE se tornar responsável pelo seu desenvolvimento. Em 1985 a versão 2 (IEEE 802.3a) foi liberada. Essa segunda versão é geralmente conhecida como o 'Thin Ethernet' ou 10Base2, neste caso o comprimento máximo do cabo é de 185 m, embora o '2' sugere que deveria ter 200 m. Essa rede também era chamada de "cheapnet" (rede barata) e mantinha a característica de barramento compartilhado com todas as máquinas pertencentes à rede. O cabo coaxial utilizado no backbone era de um diâmetro menor do que no padrão anterior (por isso chamado de Thinnet – cabo fino de rede).

Em 1984 a IBM introduziu o sistema Token Ring (rede em anel), o qual podia transmitir dados a 4 Mbps, sendo que esse sistema usava um cabo preto grosso de 2 pares de fio de cobre blindados com 4 conectores largos de 4 polos. O conector de dados da IBM, chamado às vezes de IDC (IBM Data Conector), era uma obra-prima de engenharia. Em vez de conectores e tomadas macho e fêmea normal, o conector de dados foi projetado para se acoplar em si mesmo. Embora o sistema de Cabeamento IBM naqueles dias fosse de uma qualidade muito alta e com mídia de comunicação de dados robusta, perdeu espaço em muitos clientes. Isso estava ligado, em parte, devido a seu grande tamanho e preço, e em parte porque só tinha 4 fios e então não era tão versátil quanto um cabo UTP (cabo de pares de fio de cobre trançado) de 8 fios já utilizado na época.

Essa rede da IBM pode ser considerada como a que introduziu o conceito de cabeamento estruturado, por meio de um conjunto comum de cabos e conectores, que eram instalados onde quer que fosse presumido que as pessoas poderiam estar trabalhando em algum momento no futuro. Isso também foi chamado de cabeamento por inundação (cabeamento por toda a área do prédio comercial), utilizando o mesmo conceito das extensões de linhas telefônicas comuns.

Antes disso, os cabos que uniam mainframes a periféricos só eram instalados quando necessário. Isso fazia com que as ampliações e mudanças se tornassem muito caras. O sistema de cabeamento IBM era baseado em um cabo de dois pares de fios de cobre blindados de 150 ohms, com um conector universal dedicado. Esse produto foi projetado para o desenvolvimento do sistema de LAN Token Ring da IBM de 4 Mbps, que se pretendia que operasse sobre um sistema de cabeamento estruturado da IBM. Existem alguns relatos de que o cabo denominado de categoria Tipo 1 (CAT 1) foi testado originalmente a 300 MHz, embora só fosse categorizado como um cabo de 20 MHz para Token Ring, e a versão desse cabo mais nova, denominada Cabo Tipo 1A foi testada, segundo esses relatos, a 600 MHz e categorizado como um cabo de 100 MHz.

No final dos anos 1980, a AT&T (empresa originalmente criada por Bell – o inventor do telefone) introduziu um sistema de cabeamento estruturado baseado em um

padrão de componentes de telefonia americano, usando um cabo de 4 pares de cobre não blindados, de 100 ohms, um sistema de conexão cruzada baseado no bloco de conexão de engate rápido, (modelo americano - 110 punch down block), e, num conector de 8 fios, conhecido por sua denominação do padrão USOC (Uniform Service Order Codes), também chamado de RJ45. Este conector se tornou a base da maioria dos sistemas de cabeamento estruturado disponíveis hoje em dia.

Havia muitos outros tipos de redes sendo oferecidas naquele momento, as quais usavam tipos diferentes de cabos e conectores, sendo que assim, logo ficou claro que um padrão de cabeamento em telecomunicações era necessário.

Em 1985, a Computer Communications Industry Association (CCIA) - Associação das Indústrias de Comunicações e Computadores - solicitou à Electronic Industries Association (EIA) - Associação de Indústrias Eletrônicas - desenvolver um padrão de cabeamento que definiria um sistema de cabeamento de telecomunicações genérico para que prédios e edifícios comerciais suportassem ambientes multi produtos e multi fornecedores. Em essência, esse padrão seria um sistema de cabeamento a ser adotado em todos os sistemas de interconexão de redes atuais e futuros, a partir de uma topologia comum, que usasse tanto mídias comuns como conectores comuns.

Por volta de 1987, vários fabricantes tinham desenvolvido equipamentos Ethernet que poderia utilizar o cabo de par de fios de cobre trançados.

Até o final dos anos 1980, os sistemas de cabeamento eram ainda designados por fabricantes específicos, com padrões também específicos, sendo o padrão Ethernet de redes locais ainda baseado em cabos coaxiais. Foi a partir de 1990 que as entidades de padronização começaram a publicar padrões para o mundo do cabeamento estruturado em rápida expansão e crescimento. Como exemplo, podemos citar que em 1990 o IEEE liberou o padrão Ethernet 802.3i ou 10BaseT (o 'T' refere-se ao cabo de par Trançado).

Com a chegada do padrão 10BaseT, por meio do qual a Ethernet podia rodar então num cabo de 4 pares de fios de cobre de 100 ohms, o padrão de fato começou a acontecer. O mercado realmente se ampliou nesta fase, com muitos concorrentes novos que entraram em cena. Porém, com muitos padrões proprietários diferentes do cabo para a Ethernet 10BaseT, os clientes dos fabricantes de cabos estavam se tornando muito confusos, devido às propagandas dos competidores e demais fabricantes de cabeamento, cada qual reivindicando melhor desempenho de seu padrão de cabeamento. A empresa Anixter introduziu um conceito para classificar os cabos em níveis de qualidade, como uma ajuda para compra e venda de sistemas de cabeamento. Nessa categorização de cabos da Anixter, o nível 1 era um cabo de telefonia básico e o nível 3 era a melhor classificação de cabos para 16 MHz, para uso na rede 10BaseT.

O ANSI, o Instituto de Padrões Nacional Americano, solicitou à Associação de Indústria de Telecomunicações, a TIA, e à Aliança de Indústrias Eletrônicas, a EIA, para redigir padrões nacionais. A TIA mudou a classificação dos cabos baseada nos Níveis da Anixter, para Categorias, e a Categoria 3 nasceu. Isso foi seguido de perto pela Categoria 4, quando a IBM declarou que eles precisavam de uma largura da banda de 20 MHz para a sua nova rede LAN Token Ring de 16 Mbps.

Em 1991, a EIA, junto com a Associação de Indústria de Telecomunicações (TIA), publicaram o primeiro padrão de cabeamento de telecomunicações chamado de EIA/TIA 568, então, de fato, o sistema de cabeamento estruturado nasceu. A ISO (Organization for International Standards), Organização para Padrões Internacionais produziu a ISO 11801 e a CENELEC (empresa de certificação europeia) produziu o padrão EN 50173 para a União Europeia.

Esses padrões estavam baseados no cabo de pares chamado de Unshielded Twisted (UTP), par trançado não blindado, Categoria 3, e foram seguidos de perto, depois de um mês, por um Boletim de Sistemas Técnico (TSB-36) que especificou graus mais altos de qualidade para os cabos UTP, chamados de Categoria 4 e 5 (CAT 4 & CAT 5).

A CAT 4 especificava taxas de dados de até 20 MHz e a CAT 5 de até 100 MHz, o que deve ter parecido na ocasião como uma ampla largura da banda para desenvolvimento futuro, mas agora, mais de vinte e quatro anos depois, a CAT 5 está obsoleta, devido aos seus limites em lidar com novas tecnologias de interconexão de redes. Como citado, a Categoria 4 teve um tempo de vida de funcionamento de menos que um ano, pois logo depois que os projetistas de sistemas deixaram claro que as LANs a 100 Mbps estavam a caminho, a Categoria 5, especificadas para trabalhar a 100 MHz, foi introduzida.

Os padrões TIA/EIA 568A, ISO 11801 e EN 50173 permaneceram praticamente sem mudanças até os anos de 1999/2000, quando o advento da Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ab) forçou a introdução da Categoria 5 aumentada (5e). Em 2001/2 nós tivemos a publicação da Categoria 6 (um sistema de 250 MHz) e da Categoria 7, um sistema de 600 MHz. Em 2010 a ISO introduziu a CAT 7a/Fa, um sistema a 1.000 MHz. A partir de 2013 a CAT 8 começou a ser discutida pelas entidades de padronização e sua padronização ocorreu em 2016 (ANSI/TIA-568-C.2-1).

1.3 DATAS E FATOS

Abaixo seguem alguns dos mais importantes acontecimentos na história das comunicações de dados e voz.

- 1794 - Telégrafo óptico de Claude Chappe na França.
- 1844 - 24 de maio - O Telégrafo elétrico foi inventado por Samuel Morse.
- 1845 - Patente inglesa para o telégrafo por William Cooke e Charles Wheatstone.
- 1846 - Um homem chamado Royal House inventou uma impressora de telégrafo que requeria dois operadores em cada ponta.
- 1851 - A Western Union Company foi fundada pela fusão de 12 companhias de telégrafo.
- 1861 - O alemão Phillip Reis inventou um equipamento para transmitir tons de áudio chamado 'Telefone'.
- 1874 - Jean-Maurice-Emile Baudot patenteou o código telegráfico Baudot.
- 1876 - 14 de fevereiro - Alexander Graham Bell solicitou a patente para o Telefone.
- 1876 - 14 de fevereiro - Quatro horas depois de Bell, Elisha Gray solicitou a patente para o Telefone.
- 1889 - Almon Brown Strowger inventou o “comutador Strownger” e o “disco telefônico”.
- 1925 - 1º computador analógico, Vannevar Bush
- 1948 - A Bell Labs inventou o transistor.
- 1951 – Univac-I, primeiro computador comercial.
- 1966 - O código ASCII foi criado.
- 1969 - O padrão de comunicação serial RS232 foi estabelecido.
- 1969 - A rede Arpanet é ativada nos EUA.
- 1973 - O protocolo TCP é proposto na RFC 675.
- 1976 - Um artigo sobre a Ethernet foi publicado por Bob Metcalfe e David Boggs no PARC.
- 1979 - DEC e Intel juntaram força com a Xerox para desenvolver o padrão Ethernet.
- 1980 - DEC, Intel e Xerox publicam o documento 'Ethernet Blue Book' ou padrão DIX.
- 1982 - O modelo de protocolos de comunicação TCP/IP é oficializado na Arpanet.
- 1983 - Padrão IEEE 802.3 Ethernet é estabelecido.
- 1984 - IBM introduz o Token Ring a 4Mbps.
- 1984 - O modelo de referências de protocolos de comunicação OSI é oficializado.
- 1985 - Padrão IEEE 802.3a Thin Ethernet, 10Base2 estabelecido.
- 1985 - Padrão IEEE 802.3b Ethernet 10Broad36, 10Mbps usando banda larga, estabelecido.
- 1987 - IEEE 802.3d Link de Fibra Óptica com Inter-Repetidor - Fibre Optic Inter-Repeater Link (FOIRL) e IEEE 802.3e 1Mbps Ethernet sobre par trançado estabelecidos.
- 1990 - Padrão IEEE 802.3i Ethernet, 10BaseT, estabelecido.
- 1991 - Julho - Padrão EIA/TIA 568 para cabeamento para telecomunicações em prédios comerciais é editado.
- 1991 - Agosto – Padrão EIA/TIA TSB 36 para cabos de alta qualidade (higher grade) (Cat 4 e Cat 5) estabelecido.
- 1992 - Agosto - Padrão EIA/TIA TSB 40 hardware de conexão para alta qualidade.
- 1993 - Padrão IEEE 802.3j Ethernet 10BaseFL, links de fibra até 2 km.

- 1994 - Janeiro - Padrão EIA/TIA TSB 40A - incluindo patch cords e procedimentos de testes em maiores detalhes - estabelecido.
- 1994 - Janeiro - Padrão EIA/TIA 568 revisado para EIA/TIA 568A e incluídas as TSB 36, TSB 40A e outras emendas de documentação.
- 1995 - Padrões IEEE 802.3u Ethernet 100BaseTX (2 pares Cat 5), 100BaseT4 (4 pares Cat 3), 100BaseFX estabelecidos.
- 1995 - A Internet comercial é lançada no Brasil.
- 1997 - Padrão IEEE 802.3 x Full-duplex Ethernet estabelecido.
- 1997 - Padrão IEEE 802.3y 100BaseT2 Fast Ethernet (2 pares Cat 3) estabelecido.
- 2001 - Editada a norma brasileira em cabeamento estruturado, a ABNT NBR 14565.
- 2001 - Padrão Cat 5e - ANSI/TIA/EIA-568-B.2 estabelecido.
- 2002 - Padrão Cat 6 - ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1 estabelecido.
- 2007 - Editada a 1ª revisão da norma brasileira em cabeamento estruturado, a ABNT 14565:2007.
- 2008 - Padrão Cat 6A - ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 estabelecido.
- 2008 - Padrões Classes EA e FA (equivalente a Cat 7) – ementa de documentação no. 1 para a ISO/IEC 11801, 2nd Ed - estabelecidos.
- 2010 - Padrão 7A / Fa - referenciado pela ISO/IEC 11801 estabelecido.
- 2012 - Editada a 2ª revisão da norma brasileira em cabeamento estruturado, a ABNT 14565:2012.
- 2013 - Editada a 3ª revisão da norma brasileira em cabeamento estruturado, a ABNT 14565:2013.
- 2013 - Categoria 8 sendo estudada para futura padronização.
- 2014 - Editada a norma brasileira em cabeamento estruturado, a ABNT 16264-2014, voltada para instalações residenciais.
- 2015 - Editada a norma brasileira em cabeamento estruturado, a ABNT 16415:2015, que trata de caminhos e espaços.
- 2016 - Categoria 8 aprovada e padrão estabelecido.
- 2017 - Editada a terceira edição da norma ISO/IEC 11801.

1.4 AS ORGANIZAÇÕES DE PADRONIZAÇÃO EM CABEAMENTO

A **EIA/TIA** (Electronic Industry Association/Telecommunications Industry Association) - Associação de Indústrias Eletrônicas/ Associação de Indústrias de Telecomunicações – é um organismo norte-americano de padrões para equipamentos eletrônicos e de telecomunicações que publicou a norma para cabeamento para telecomunicações em prédios comerciais, o chamado padrão EIA/TIA 568A e é principalmente reconhecido nos EUA, embora seja adotado em qualquer lugar do mundo. O comitê que verifica questões do padrão EIA/TIA 568A é o ANSI/EIA/TIA TR-41.8.1 (EUA).

A **IEEE** (Institute of Electrical and Electronic Engineers) - Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos – é uma associação dedicada para o avanço da excelência tecnológica em benefício da humanidade, fundada nos EUA. É uma organização

sem fins lucrativos, que tem por objetivo servir profissionais em todos os aspectos nos campos da computação, eletricidade e eletrônica. É a maior sociedade de profissionais tecnológicos do mundo inteiro. Foi e é responsável pelos padrões adotados nas redes locais de computadores (IEEE 802.3, 802.11, etc.).

A **ANSI** (American Nationwide Specification Institute) - Instituto de Padrões Nacional Americano é uma organização privada sem fins lucrativos, que supervisiona o desenvolvimento de padrões voluntários e de consenso de produtos, serviços, processos e sistemas, principalmente nos EUA. A organização coordena a integração dos padrões americanos com padrões internacionais, para que os produtos americanos possam ser utilizados em nível internacional. A sede do ANSI é em Washington, DC, EUA.

A **ISO** (Organization for International Standards), Organização Internacional para Padronização, produz padrões internacionais em várias áreas do conhecimento humano, como, por exemplo, o desenvolvimento do sistema OSI de interconexão e as próprias normas atuais do cabeamento estruturado.

Os padrões agora cobrem muitos aspectos diferentes de premissas do negócio de cabeamento estruturado. Estes incluem:

- Projeto do Sistema de Cabeamento;
- Padrões de Componentes;
- Padrões de Desempenho de Componentes Antifogo;
- Padrões de EMC/EMI (interferências eletromagnéticas);
- Padrões de Testes (Certificações do Cabeamento);
- Aterramento (Earthing, Grounding and Bonding);
- Administração e Manutenção de Cabeamento;
- Diretivas e Códigos, particularmente na Europa, América, Canadá e Austrália;
- Padrões de Redes de Área Local.

Todos os padrões europeus de interesse ficam subordinados à CENELEC (European Committee for Electrotechnical), que é baseada na Bélgica e foi fundada em 1973 como a organização de padrões europeia, oficialmente reconhecida pela Comissão Europeia na Diretiva 83/189. Os padrões da CENELEC são chamados de Normas europeias ou ENs. Os padrões não publicados são chamados de Normas Europeias preliminares ou prENs.

Todos os países europeus mantêm seu próprio corpo ou organismo de padrões nacional, como o Instituto de Padrões britânico no REINO UNIDO, mas são adotados padrões do CENELEC como padrões nacionais, onde eles existem e então, por exemplo, no REINO UNIDO, 'BS' é colocado em frente ao número 'EN'.

Há algumas exceções, como o Código de Prática para Cabeamento de Fibra Óptica BS 7718 que não tem nenhum padrão CENELEC equivalente.

No REINO UNIDO a Fibre Industry Association - Associação de Indústria de Fibra - iniciou o Código de Prática BS 7718. O IEE, Instituto de Engenheiros Elétricos escreve os Regulamentos de Instalação de Cabeamento nacionalmente aceitos (também conhecido como BS 7671), que contém questões de segurança na potência emitida pelo cabeamento estruturado, aterramento, etc.

A OFTEL foi o escritório britânico para os Negócios da Indústria de Telecomunicações. O interesse da OFTEL em cabeamento estruturado ficou limitado na manutenção de cabeamento de telefonia e na aprovação de equipamentos eletrônicos que podiam ser conectados às redes de telecomunicações nacionais. Tais aprovações, primeiro devem ser buscadas na BABT, Comitê de Aprovações Britânicas para Telecomunicações. A OFTEL proveu um código de padrões Britânicos de cabeamento que é tratado na publicação 'A Guide to Cabling in Private Telecommunications Systems' DISC PD1002. Existe contribuição a esse documento da Telecommunications Industry Association - Associação de Indústria de Telecomunicações, uma associação de comércio britânico para a indústria de telecomunicações, que não deve ser confundida com a organização americana de nome semelhante. Posteriormente a OFTEL foi absorvida pela OFCOM (organismo regulador das telecomunicações na Inglaterra).

O CEN é outro organismo de padronização europeu que trabalha em sociedade com o CENELEC e o ETSI. A missão do CEN é, 'promover harmonização técnica voluntária na Europa junto com organismos de padronização mundiais e seus sócios na Europa'.

O ETSI (European Telecommunications Standards Institute) é o Instituto de Padrões de Telecomunicações europeu baseado no sul da França. Produz padrões de telecomunicações atendendo pedidos de seus sócios membros, que totalizam 700 atualmente, por cinquenta países.

1.5 NORMAS DE CABEAMENTO ESTRUTURADO NO BRASIL

No Brasil, as normas mais conhecidas são:

- ANSI/EIA/TIA-568 para cabeamento estruturado para edifícios comerciais.
- ISO/IEC 11801 para cabeamento estruturado em redes de telecomunicações.

Na década de 1990, o Brasil praticamente utilizava somente os padrões internacionais ANSI/EIA/TIA-568 e ISO/IEC 11801.

- Em 1994, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) iniciou o processo de elaboração de uma norma brasileira para cabeamento.
- Em agosto de 2000, foi publicada a NBR 14565, um procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento para telecomunicações para rede interna estruturada.
- Em 2007 foi publicada a 1ª revisão da NBR 14565.
- Em 2012, a nova versão da NBR 14565:2012 entrou em vigor, atualizando o país em relações às normas internacionais.
- Em 2013, segundo o site da ABNT, a NBR 14565, na sua terceira revisão, é editada.
- Em 2014, foi editada a norma brasileira voltada para o cabeamento estruturado residencial, a ABNT 16264.
- Em 2015, a NBR 16415 que trata de caminhos e espaços foi editada.

A NBR 14565:2013 envolve serviços de aplicações de voz, dados, imagens, sonorização, sensores diversos, controles de acesso, sistemas de segurança, controles ambientais, entre outros.

Aplica-se a prédios comerciais e Data Center, envolvendo:

- Os pontos de telecomunicações nas áreas de trabalho;
- O distribuidor de edifício e distribuidores de piso (na Sala de Equipamento e nas Salas de Telecomunicações (ou armários de telecomunicações) respectivamente);
- Distribuidores de Campus e Entrada de Facilidades;
- Meios de físicos utilizados;
- Caminhos e vias do cabeamento;
- Terminações.

Visa a correta aplicação dos conceitos de o cabeamento do edifício (rede primária) e o cabeamento horizontal (rede secundária), envolvendo seus elementos constitutivos.