

Fernanda Bezerra Gómez Famá

Estudo e Elaboração de Projeto de Cabeamento Estruturado

Campina Grande, Brasil

Setembro-2017

Fernanda Bezerra Gómez Famá

Estudo e Elaboração de Projeto de Cabeamento Estruturado

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI
Departamento de Engenharia Elétrica

Orientador: Gutemberg Gonçalves dos Santos Júnior, D. Sc.

Campina Grande, Brasil

Setembro-2017

Fernanda Bezerra Gómez Famá

Estudo e Elaboração de Projeto de Cabeamento Estruturado

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Trabalho aprovado em: / /

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

**Gutemberg Gonçalves dos Santos
Júnior, D. Sc.**
Orientador

Campina Grande, Brasil
Setembro-2017

*Este trabalho é dedicado a Raimunda Bezerra de Maria,
minha melhor parte. A sua/minha sempre será nossa conquista.*

Agradecimentos

Agradeço a Deus primeiramente, que me mostra todos os dias que tem um plano especial para mim, me trazendo força e esperança para continuar sempre em frente.

A minha família, especialmente a minha mãe, Senhora Ray, que só nós sabemos o quanto foi difícil conquistar cada coisa, mas também o quanto foi gratificante sabermos que aos poucos juntas somos um time imbatível. Meus avôs, em especial minha *abuela*, Elida Eduarda Famá (*in Memoriam*), que sempre foi um exemplo de mulher forte, determinada e imponente. Meus tios, tias, primos e primas, em especial Tia Ana, Painho, Rejane, Roberta e Ricardo.

Agradeço também aos amigos e companheiros de Campina Grande, em especial Pedro Henrique Silva Cavalcante e família.

Aos amigos professores, Gutemberg Júnior pela paciência, amizade, empenho e oportunidade; Kyller Costa Gorgônio que gentilmente acreditou em mim mais que eu mesma, a quem sou grata pela amizade, conselhos, puxões de orelha, confiança e oportunidade. A todos que fazem parte do Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva que a dois anos se tornou minha segunda casa.

Por fim, a todos os professores, servidores e funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica em especial a Adail e Tchai, pelos conselhos e paciência conosco alunos.

*“Um navio é seguro no porto.
Mas não é pra isso que os navios
foram construídos.”
(Grace Hopper)*

Resumo

Uma rede de computadores organizada, funcional e segura é indispensável em grandes empresas e laboratórios, independentemente do tipo de serviço oferecido. Com o aumento na quantidade de dispositivos que necessitam estar conectados à internet, com o surgimento de serviços na nuvem e da Internet das Coisas, um cabeamento estruturado é fundamental para dar suporte a essas aplicações. O objetivo deste trabalho é explicar o que é um cabeamento estruturado, de que é composto, projetar e supervisionar sua implantação em um ambiente de trabalho utilizando a norma brasileira NBR 14565:2013 como base. Um projeto de Cabeamento estruturado foi elaborado para atender as necessidades do Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva, localizado na Universidade Federal de Campina Grande. Foi utilizado o *Software* AutoCad para a elaboração do projeto e suas especificações. Os diagramas de rede foram criados usando a ferramenta Microsoft Visio. Após gerar todas as documentações necessárias, foi feito o acompanhamento do serviço de execução e mostrados os resultados e melhorias obtidas com o projeto. Concluiu-se que esse tipo de projeto é eficaz quando deseja-se obter uma rede de computadores dentro das normas vigentes.

Palavras-chave: projeto de cabeamento estruturado; NBR 14565; redes de computadores; cabeamento estruturado.

Abstract

An organized, functional and safe computer network is indispensable in large companies and environments, regardless the type of services provided. A structured cabling is essential to support applications that are ready to the increasing number of devices that need to be connected to the Internet, cloud services and the Internet of Things. The objective of this work is to explain what is a structured cabling, its composition and how to design and supervise its deployment in a work environment using the Brazilian standard NBR 14565:2013. A structured cabling project has been elaborated to meet the needs of the Embedded Systems and Pervasive Computing Laboratory at Federal University of Campina Grande. The software AutoCAD has been used to elaborate the project and its specifications. The network diagrams were created using Microsoft Visio. After generating the documentation, the execution was supervised and the results obtained were presented. We concluded that this kind of project is effective to design high performance computer networks that are in accordance with the standards.

Keywords: structured cabling project; NBR 14565; computer network; structured cabling.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Subsistemas de um cabeamento estruturado	7
Figura 2 – Subsistema de um cabeamento estruturado com a representação do <i>backbone de campus</i>	8
Figura 3 – Modelo de cabeamento horizontal	11
Figura 4 – Modelo de cabeamento de backbone	13
Figura 5 – Configuração de terminação para tomadas de oito posições	14
Figura 6 – Interconexão	15
Figura 7 – Conexão Cruzada	16
Figura 8 – Ponto de Consolidação	16
Figura 9 – Cabo UTP	17
Figura 10 – Tipos de Fibras Ópticas	20
Figura 11 – Empilhamento entre <i>Switches</i>	21
Figura 12 – <i>Appliance FortiGate</i>	22
Figura 13 – <i>Sistema de aterramento de telecomunicações</i>	23
Figura 14 – Equipamento utilizado para certificação do cabeamento.	25
Figura 15 – Detalhe do Rack-01A	38
Figura 16 – Detalhe do Rack-01B	38
Figura 17 – Detalhe do Rack-02A	39
Figura 18 – Detalhe do ponto de consolidação implantado na sala do Suporte	40
Figura 19 – Da esquerda para direita: Detalhe da descida dos cabos para o Rack-01A e interligação entre pavimentos	40
Figura 20 – Ponto de acesso do corredor	41
Figura 21 – Detalhe do ponto de CFTV	41

Lista de tabelas

Tabela 1 – Distâncias de transmissão de resistência	12
Tabela 2 – Categorias de cabos de par trançados	18
Tabela 3 – Distribuição dos pontos de redes	32
Tabela 4 – Quantidade de cabos que deve conter em dutotec tipo Standard [6] . .	33
Tabela 5 – Identificação	34
Tabela 6 – Equipamentos Ativos	34

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAN	<i>Campus Area Network</i>
CATI	Comitê da Área de Tecnologia de Informação
CEEI	Centro de Engenharia Elétrica e Informática
CENELEC	<i>European Committee for Electrotechnical Standardization</i>
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
DIO	Distribuidor Interno Óptico
DVR	<i>Digital Video Recorder</i>
ECIA	<i>Electronic Components Industry Association</i>
EIA	<i>Electronic Industries Association</i>
Embedded	Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
ISO	<i>International Standards Organization</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
NBR	Norma Brasileira
PacTePB	Parque Tecnológico da Paraíba
TIA	<i>Telecommunications Industry Association</i>
UTP	<i>Unshielded Twisted Pair</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Motivação	2
1.2	Objetivo	2
1.3	Metodologia	2
1.4	Organização do trabalho	3
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1	Cabeamento Estruturado	5
2.2	Estrutura do Cabeamento Estruturado	6
2.2.1	<i>Backbone de campus</i>	7
2.2.2	Entrada do Edifício	8
2.2.3	<i>Backbone de edifício</i>	8
2.2.4	Sala de equipamentos	9
2.2.5	Sala de telecomunicações	9
2.2.6	Cabeamento horizontal	10
2.2.7	Área de trabalho	11
2.3	Escolha de componentes e configuração	12
2.3.1	<i>Backbone</i>	12
2.3.2	Cabeamento Horizontal	12
2.3.3	Área de trabalho	13
2.3.3.1	Tomada de telecomunicações	13
2.3.3.2	Cordões	14
2.3.3.3	Adaptadores	14
2.3.4	Interconexão	15
2.3.5	Conexão Cruzada	15
2.3.6	Ponto de Consolidação	16
2.4	Alguns tipos de cabos	16
2.4.1	Cabos trançados	17
2.4.2	Fibra óptica	18
2.5	Equipamentos	20
2.5.1	<i>Switch</i>	20
2.5.2	<i>Appliances</i>	21
2.6	Proteção e aterramento	21
2.7	Certificação	23
3	GUIA DE PROJETO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO	27

3.1	Plantas baixas	28
3.2	Diagramas	29
3.3	Outras documentações	29
4	ESTUDO DE CASO	31
4.1	Alocação dos pontos de redes	31
4.2	Encaminhamento dos cabos de rede e fibra ópticas	32
4.3	Tabela de identificação, organização e interconexão de pontos	32
4.4	Diagramas de interconexões	34
4.5	Memorial Descritivo	35
4.5.1	Apresentação	35
4.5.2	Dados Básicos e Normas Técnicas	35
4.5.3	Descrição do Projeto	35
4.5.3.1	Cabeamento Estruturado	35
4.5.3.2	Armário de Telecomunicações	35
4.5.3.3	Equipamentos	36
4.5.3.4	Conexões	36
4.5.3.5	Pontos de CFTV	36
4.5.3.6	Eletrodutos e Porta equipamentos	36
4.5.3.7	Certificação	36
4.5.4	Materiais e Equipamentos	37
4.5.4.1	Infraestrutura	37
4.5.5	Aterramento e Energia	37
4.6	Resultados e discussões	37
5	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	45
	ANEXO A – DETALHAMENTO DO PROJETO	47
A.1	Relação de Pontos	47
A.2	Interconexões entre switches	51
A.3	Interconexões entre racks	53
A.4	Plano de Face	55
A.5	Pranchas	60

1 Introdução

A internet é provavelmente o maior sistema de engenharia já criado pela humanidade. São conectados centenas de milhões de computadores, notebooks, tablets e smartphones. Além disso, com o surgimento da Internet das Coisas (do inglês: *Internet of Things - IoT*), tornou-se capaz de conectar uma série de dispositivos como, sensores e atuadores, a essa rede. Para dar suporte a todo aparato de telecomunicações existente é necessária uma rede bem estruturada para que todo o sistema funcione com qualidade e segurança [11].

Dado o cenário atual, um dos desafios é aliar essa necessidade de conexão com a internet a outros serviços como, telefonia, automação e controle predial, dentro de uma mesma estrutura de rede. Então, o surgimento do cabeamento estruturado veio para permitir o tráfego de sinais elétricos de baixa intensidade de dados, telefonia, áudio, vídeo, controle de acesso e segurança. Em 1980, os prédios comerciais possuíam cabeamento distintos para cada serviço oferecido e com eles padronizações específicas de cabeamento e equipamentos de interconexão. Isso se tornava um problema devido a quantidade de dutos que deveriam ter em um ambiente para comportar cada serviço. Cada nova instalação demandava uma nova solução de infraestrutura [9].

Cabeamento estruturado é um padronização dos cabeamentos utilizados em serviços como telefonia, internet, segurança. Dessa forma, minimiza os custos, já que o cabeamento abrange diversos serviços e possibilita futuras expansões. Logo, todos os serviços podem ser transmitidos através do mesmo cada de mesma infraestrutura.

Em 1985, a EIA (*Electronics Industries Alliance*, agora extinta) - hoje a ECIA (*Electronic Components Industry Association*) assumiu alguma de suas funções - e a TIA (*Telecommunications Industry Association*) organizaram comitês técnicos para desenvolver um conjunto de padrões para cabeamento de telecomunicações em edifícios comerciais [12], a TIA/EIA-568. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) elaborou a NBR 14565 baseando-se nos padrões internacionais já existentes. Essa norma surgiu em 2000, foi revisada em 2007 e novamente em 2013 (em vigor), e deve ser usada para projetos de cabeamento estruturado em edifícios comerciais e *data centers*. Nela, especifica-se a estrutura e configuração mínima para o cabeamento estruturado, as recomendações e requisitos gerais.

Para que um determinado ambiente possua uma rede de cabeamento estruturado é necessário realizar a elaboração de um projeto de cabeamento estruturado que deve abranger todos os serviços necessários, dando margem para futuras ampliações. O cenário deste trabalho é um laboratório localizado na Universidade Federal de Campina Grande - *campus* Campina Grande, Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva -

Embedded. Esse, faz parte do Centro de Engenharia Elétrica e Informática (CEEI) e foi fundado em dezembro de 2005.

1.1 Motivação

Devido as aplicações e serviços oferecidos atualmente, um cabeamento estruturado balanceado se tornou uma necessidade. Para supri com essa demanda, sua estrutura, configurações e componentes estão em constante modificação e aperfeiçoamento. Isso torna possível a elaboração de um projeto, funcional, seguro e otimizado.

A implantação e instalação de um cabeamento estruturado possui muitas vantagens comparados a uma rede não estruturada, por exemplo [9]:

- aumenta o tempo de vida de projetos de cabeamento;
- suporta aplicações atuais;
- possibilita ampliação a longo prazo;
- melhora o processo de aquisição de dados;
- suporta *hardware* de vários fabricantes;
- melhora a qualidade dos serviços;
- melhora a estabilidade da rede.

1.2 Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é elaborar um guia detalhando os passos necessários para a elaboração de um projeto de cabeamento estruturado. Para isso, é necessário um estudo do que é um cabeamento estruturado, de que é composto, para que serve e onde pode ser aplicado. Essa sequência de conhecimentos elencados são os objetivos específicos traçados.

Por fim, para melhor compreensão do que foi descrito é realizado a elaboração de um modelo de projeto de cabeamento estruturado. Cada projeto é realizado tendo como base nas necessidades específicas de um ambiente. Esse em questão, é o Embedded, laboratório localizado na UFCG.

1.3 Metodologia

A metodologia abordada para esse trabalho foi uma pesquisa na literatura e com profissionais especializados na área. Então, foram levantados os pontos principais

necessários para a elaboração, execução e fiscalização de um projeto de cabeamento estruturado.

Para a elaboração de um guia, primeiramente é necessário ter conhecimento do que é um cabeamento estruturado, para que serve, o que contém e onde pode ser aplicado. Em seguida, é feito o detalhamento de cada passo que deve ser seguido na elaboração de um projeto de cabeamento estruturado. Por fim, um estudo de caso se faz necessário para que alunos e profissionais interessados possam usá-lo como base no desenvolvimento de seus próprios projetos.

1.4 Organização do trabalho

No capítulo 2 é apresentada a Fundamentação Teórica, que retrata o cabeamento estruturado, os sistemas e subsistemas necessários para a elaboração de um projeto de rede. Na mesma seção, ainda é feito um detalhamento dos componentes e configurações que devem ser implantados nos sistemas. Em seguida, são especificados os tipos de cabos que precisam ser usados na execução dos projetos de cabeamento estruturado. Nas salas de equipamentos devem conter alguns equipamentos, entre eles, *switches* e *appliances* que são introduzidos na seção 2.5. Para finalizar o capítulo é mostrada duas partes da elaboração e execução do projeto de cabeamento estruturado fundamentais para a segurança e bom desempenho da rede que são, as seções de proteção e aterramento e a de certificação.

Os documentos necessários para a elaboração de um projeto de cabeamento estruturado são elencados no capítulo 3. Já no capítulo 4 temos um modelo de projeto de rede estruturado que foi aplicado ao Embedded, laboratório da Universidade Federal de Campina Grande. Por fim, as conclusões deste trabalho e possíveis trabalhos futuros são expostos no Capítulo 5.

2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo são apresentados detalhes sobre Cabeamento Estruturado, suas características e equipamentos que permitem um bom funcionamento dos projetos de cabeamento estruturado. Em especial é detalhado a Norma da ABNT NBR 14565: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e *data centers*.

2.1 Cabeamento Estruturado

O conceito de cabeamento estruturado advém das instalações dos sistemas telefônicos comerciais e surgiu como uma solução para melhorar o funcionamento dos serviços de comunicação de dados, cuja demanda aumentou de forma considerável nas últimas décadas. A maioria dos problemas nas redes de computadores ocorrem devido a má estruturação do cabeamento. No Brasil, ainda é comum encontrar empresas em que seu sistema de cabeamento não está de acordo com as normas técnicas em vigor. Sendo, portanto, difícil expandir essas redes para adicionar novas áreas de trabalho e equipamentos.

No final dos anos 1980, a AT&T introduziu um sistema de cabeamento estruturado, baseado em um padrão de componentes de telefonia americano, e nessa época começou a ser empregado os conectores de 8 fios, RJ45. Como não existia padronização, havia muitos tipos de redes, as quais usavam tipos diferentes de cabos e conectores, surgindo então uma necessidade de uniformizar os serviços [9].

Em 1991, a EIA (*Electronic Industries Association*) junto com a TIA (*Telecommunication Industry Association*) publicaram a primeira versão de uma norma de padronização de fios e cabos para telecomunicações em prédios comerciais, denominada de EIA/TIA-568, cujo objetivo básico era:

1. implementar um padrão genérico de cabeamento de telecomunicações a ser seguido por fornecedores diferentes;
2. estruturar um sistema de cabeamento intra e inter predial, com produtos de fornecedores distintos;
3. estabelecer critérios técnicos de desempenho para sistemas distintos de cabeamento [4].

Atualmente a ISO (*Organization for International Standards*) produziu a ISO 11801 e a CENELEC (*European Committee for Electrotechnical Standardization*) produziu o padrão EN 50173 para a União Europeia. No Brasil, os projetos e as instalações de cabeamento estruturado são elaborados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que criou duas normas para cabeamento:

- NBR 16264:2016 - Cabeamento estruturado residencial, tem como objetivo “estabelecer um sistema de cabeamento estruturado para uso nas dependências de uma residência ou um conjunto de edificações residenciais e especifica uma infraestrutura de cabeamento para três grupos de aplicações: a) tecnologias da informação e telecomunicações (ICT); b) tecnologias de broadcast (BCT); c) automação residencial (AR) ” [5].
- NBR 14565:2013 - Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e *data centers*. Esta norma deve ser aplicada para edifícios comerciais em um *campus* e para a infraestrutura de *data centers* para a elaboração de um projeto de um sistema de cabeamento estruturado. Podendo ser usado cabos metálicos e ópticos. O cabeamento especificado nesta Norma suporta uma ampla variedade de serviços, incluindo voz, dados, imagem e automação. Essa Norma aplica-se a áreas corporativas, área de *campus* (CAN) e redes locais (LAN) [1].

Na NBR 14565:2013 podemos encontrar detalhes sobre a estrutura e configuração mínima para o cabeamento estruturado, as interfaces para tomadas de telecomunicações (TO) e tomadas de equipamentos (EO), recomendações e requisitos gerais. Além disso, recomendações para melhores práticas para projeto e instalação de infraestrutura para *data centers* e simbologia para projetos. Essa norma foi feita com base nas normas da associação EIA/TIA e da associação ISO/IEC sendo algumas de suas normas usadas atualmente para complementar as normas brasileiras.

O projeto de cabeamento estruturado tem como objetivo fornecer um bom desempenho da estrutura de rede, isso acarreta a eliminação na dispersão de cabos para serviços de dados, de telefonia e outros. A recomendação é que o sistema tenha durabilidade de pelo menos 5 anos.

2.2 Estrutura do Cabeamento Estruturado

Neste trabalho serão detalhados conceitos, configurações e dispositivos para a realização de um projeto de cabeamento estruturado para edifícios comerciais. Porém, também pode ser realizado o mesmo estudo para *data centers* e residências.

Para a realização de um cabeamento estruturado é necessário conhecer alguns conceitos e termos usados para esse tipo de projeto específico. Na realização de um projeto, é necessário dividir o cabeamento e executar as interconexões por partes, dessa forma, o sistema de cabeamento é subdividido em alguns subsistemas. Na Figura 1 possui uma representação dos mesmos. A estrutura dos subsistemas segue a seguinte ordem: a distribuição do cabeamento de *backbone* deve ser empregada a partir do distribuidor de *campus* presente na sala de equipamentos do edifício principal. Esse distribuidor deve ser

conectado a um distribuidor de edifício da sala de equipamentos do edifício que contém a infraestrutura de entrada, que será conectado aos distribuidores de piso, que por sua vez, são responsáveis pelo cabeamento horizontal.

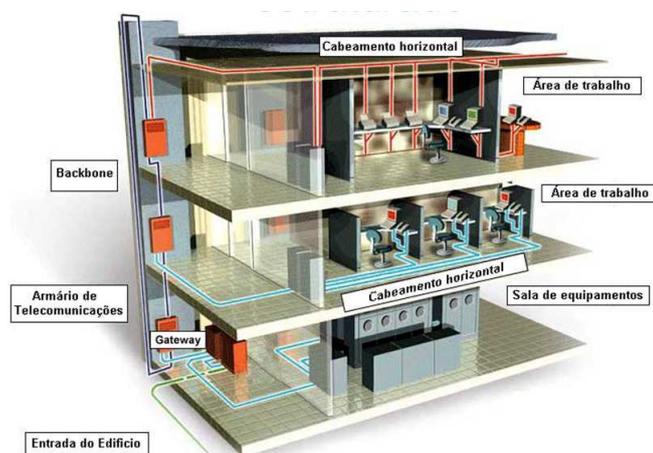


Figura 1 – Subsistemas de um cabeamento estruturado

Imagem recuperada da Internet. Fonte: <https://goo.gl/tkfDMq>

2.2.1 Backbone de campus

O cabeamento de *backbone* compreende os segmentos de cabos que são lançados pelo edifício a um conjunto de edifícios em uma área privada - *campus*. Isso é, este é um subsistema do cabeamento, que consiste da interligação do *campus* com o distribuidor do(s) edifício(s). Por esse cabeamento é que chegam os cabos responsáveis por alimentar a rede do edifício que desejasse realizar o projeto de cabeamento estruturado [12].

A topologia adotada para a implementação do *backbone* é a estrela, seguindo a hierarquia. Com isso, notamos que o cabo *backbone* é uma ligação do nível secundário com o primário. A hierarquia mencionada é identificada pela ordem em que os distribuidores são conectados, formando então os *backbone* de *campus* e de edifício. [12]. Essa estrutura pode ser visualizada na Figura 2.

Segundo a norma NBR 14565 [1] os componentes seguintes devem fazer parte desse subsistema:

- os cabos de *backbone* de *campus*;
- qualquer componente de cabeamento dentro da infraestrutura de entrada;
- *jumpers* e *patch cords* no distribuidor de *campus*;
- o *hardware* de conexão no qual os cabos desse subsistema são terminados.

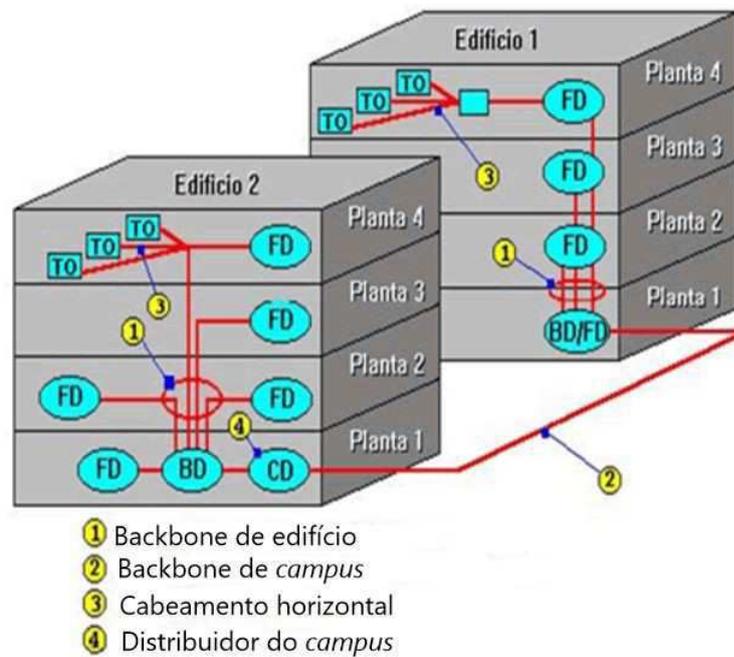


Figura 2 – Subsistema de um cabeamento estruturado com a representação do *backbone* de *campus*

Imagem recuperada da Internet. Fonte: <https://goo.gl/VPYJ1C>

2.2.2 Entrada do Edifício

Na Figura 1 pode ser visualizado onde fica a Entrada do Edifício do sistema de cabeamento estruturado. Também é conhecido como *Entrance Facilities*. A entrada do prédio é a área que recebe o *link* externo, que podem estar em outro prédio, vindo da empresa responsável pelos serviços de telecomunicações local, ou de uma prestadora de serviços.

A infraestrutura de entrada composto por cabos, *hardware* de conexão, dispositivos de proteção e o que mais for necessário para interligar os cabeamentos externo e interno [12]. O encaminhamento da infraestrutura pode ser feito de forma subterrânea, aérea ou cabos diretamente enterrados sob o solo.

2.2.3 Backbone de edifício

Um subsistema de cabeamento de *backbone* de edifícios é todo o percurso que os distribuidores de edifício fazem até chegar nos distribuidores de piso. Esse subsistema também é conhecido como cabeamento vertical. É importante ressaltar que os distribuidores tanto de edifício como de *campus* devem ser instalados nas salas de telecomunicações, salas de equipamentos e na entrada do edifício, as duas primeiras serão detalhadas nas próximas

seções.

Na Figura 2 temos o número 1 representando esse cabeamento vertical. Quando em uma instalação, ele é presente, devemos incluir segundo Norma [1] os seguintes itens:

- os cabos de *backbone* de edifício;
- os *jumpers/patch cords* no distribuidor de edifício;
- o dispositivo de conexão no qual os cabos chegam nos dois lados.

2.2.4 Sala de equipamentos

Como o próprio nome já diz, é uma sala que deve contém equipamentos de telecomunicações, distribuidores de um sistema, podendo ser, de piso, edifício ou *campus*. Essa sala é projetada para atender a todo o projeto, isso é, equipamentos do prédio todo ou *campus*.

Neste ambiente são confinados equipamentos como, servidores, centrais, controladoras, DVR, *switches* principais, *no-break* e roteadores de uso geral aos usuários. Essa sala tem como função, fornecer espaço de trabalho para um profissional de TI - Tecnologia da Informação e pode servir como entrada do edifício.

Esta sala deve ser localizada longe de lugares que podem causar interferência eletromagnética. Na prática quando for planejar, é aconselhado usar uma proporção de $0,07m^2$ de espaço na sala para cada $10m^2$ de espaço na área de trabalho. O tamanho mínimo da sala de equipamentos é de $14m^2$. É necessário que esse ambiente possua um sistema de refrigeração funcionando todo o tempo. Também é importante que essa sala tenha algum tipo de alimentação elétrica independente, para no caso de vir a ter algum problema que comprometa a alimentação do edifício [2].

2.2.5 Sala de telecomunicações

Os equipamentos responsáveis por realizar a interligação do subsistema de *backbone* do edifício com o subsistema de Cabeamento Horizontal devem ser instalados nessa sala. No ambiente também deve conter equipamentos e componentes de interconexão que se interligam ao cabeamento horizontal, conhecido como *racks* ou armários de telecomunicações. Na Figura 1 podem ser visualizados representações de armários de telecomunicações localizados em cada pavimento, pela figura, as salas onde são armazenados os *racks* são as salas de telecomunicações.

A rede primária interna é aquela que fica responsável por realizar a interconexão da sala de equipamentos com os armários de telecomunicações dos pavimentos. Já a rede secundária, é aquela que faz a ligação das salas de telecomunicações em um andar aos

pontos nas áreas de trabalho. Este ambiente é propício a ligações de cabeamento horizontal com o *backbone* do edifício, criando o “*Cross-Conect*” que nada mais é do que um arranjo físico realizado por conexão usando *patch cords/jumpers* que permite mudar o tipo de serviço a ser disponibilizado para o cabeamento horizontal, fazendo com que a área de trabalho venha a ter um outro tipo de serviço.

Essa sala segundo (MARIN, 2009) deve seguir as seguintes recomendações:

1. deve ser fechada e de fácil acesso;
2. deve estar localizada na área central do piso, fazendo com que alguns cabos não acabem excedendo o comprimento máximo permitido, além de garantir a equidade da conexão em ambos os lados;
3. essa área não deve conter equipamentos elétricos que interfira na qualidade do cabeamento;
4. é recomendado que haja pelo menos uma sala dessa por piso, sempre respeitando o limite dos cabos utilizados e analisando sua aplicabilidade;
5. deve haver uma sala de telecomunicações a cada $1000m^2$ de área utilizável.

2.2.6 Cabeamento horizontal

O sistema horizontal é a interligação entre as salas de telecomunicações e as áreas de trabalho. Esse subsistema é composto por cabos, terminações, cabos de equipamentos, cordões de conexões, conectores na área de trabalho, canalizações e pode incluir um ponto de consolidação, isso é, tudo aquilo que for necessário para servir qualquer posto de trabalho [2].

O cabeamento horizontal tem topologia tipo estrela, todos os pontos das áreas de trabalho devem estar conectados a apenas um ponto da sala de telecomunicações, no cabeamento ainda é possível ter um ponto de consolidação de cabos.

A localização de um cabeamento horizontal pode ser visualizada tanto na Figura 1 como na Figura 2. Esse cabeamento pode estar contido em:

1. eletrocalhas sob piso elevado;
2. bandejas de cabo e eletrocalhas;
3. duto subterrâneo;
4. conduíte;
5. pelo teto;

6. em volta do ambiente.

Esse sistema deve atender aos requisitos atuais, deve ser de fácil manutenção e recolocação do cabeamento. É recomendado fazer reservas para futuras modificações e ampliações. Segundo norma NBR 14565:2013, o comprimento do cabeamento horizontal total não pode passar dos 100 metros, se o comprimento do *patch cords* e *cords* da área de trabalho ultrapassar 10 metros, o excesso deverá ser retirado do comprimento do link fixo. Lembrando que, um *patch cord* não deve ter comprimento maior do que 5 metros. Na Figura 3 pode ser observado um modelo de como deve ser um cabeamento desse tipo.

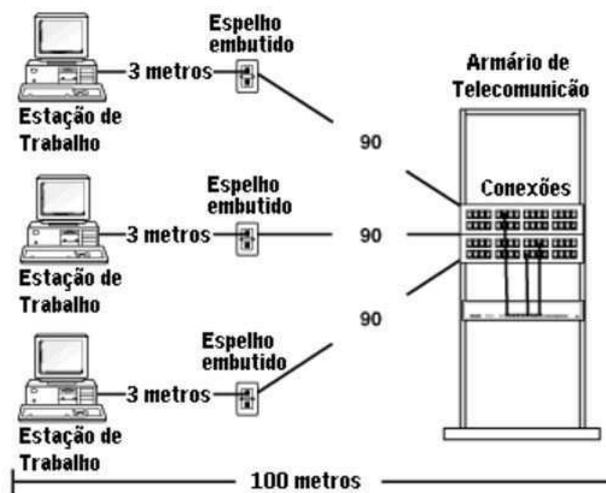


Figura 3 – Modelo de cabeamento horizontal

Imagem recuperada da Internet. Fonte: <https://goo.gl/9fN1JV>

2.2.7 Área de trabalho

No subsistema devem conter todos os equipamentos que realmente são elementos de trabalho dos usuários. A área de trabalho pode ser composta por uma grande variedade de equipamentos como telefones, terminais de dados, câmeras e computadores. Essas áreas são consideradas não permanentes, já que o usuário pode escolher o que vai ser conectado.

Os componentes dessa área são todos aqueles compreendidos entre as tomadas de telecomunicações e o equipamento de telecomunicações. Segundo a norma brasileira NBR 14565:2013, cada área de trabalho deve conter no mínimo duas tomadas de telecomunicações.

2.3 Escolha de componentes e configuração

2.3.1 Backbone

Segundo a Norma [1] a seleção de componentes é determinada pelo comprimento que o canal necessita e para a classe de aplicações a serem suportadas.

Para cabos UTP, o canal fica limitado a 90m para aplicações de dados. Na norma, no Anexo D, Tabela D.5 é composta por uma relação de aplicações em fibra ópticas e os seus respectivos valores de máximo comprimento do canal. Já na Tabela 1 pode ser verificado as distâncias de transmissão de resistência para fibras multimodo, que também consta na Tabela 34 da Norma NBR 14565:2013. Devemos lembrar que todo projeto deve ser feito para que possa ser ampliado, pensando assim, a fibra óptica é o cabo que deve ser usado preferencialmente para esse tipo específico de sistema, pois, além de ter um alcance maior em termos de distância, é um meio atual quando se trata de propagação de sinais, garantindo assim, uma durabilidade maior ao sistema.

Tabela 1 – Distâncias de transmissão de resistência

Classificação	100Mb/s	1Gb/s	10Gb/s	100Gb/s
OM1	2km	275 m	32 m	-
OM2	2km	550 m	82 m	-
OM3	2km	800 m	300 m	100 m
OM4	2km	1000 m	550 m	150 m

A configuração modelo para essa seção é composto por uma conexão cruzada em cada extremidade, incluindo *patch cords/jumpers* adicionais e cordões de equipamento. Os elementos que constam nesse modelo (Figura 4) e suas siglas vão ser explanados no decorrer do trabalho.

2.3.2 Cabeamento Horizontal

Como já foi visto, a distância física no canal não deve ultrapassar 100m. Porém a distância física do cabeamento horizontal não deve ultrapassar 90m e deve ser reduzida se o total das distâncias dos *patch cords* for maior que 10m. Emendas não são permitidos num cabeamento horizontal de par trançados, também não deve conter mais do que um ponto de transição entre formas diferentes do mesmo cabo,

Segundo (BELLFONE,2016), dois tipos de cabos são recomendados para serem usados no sistema horizontal, sendo esses:

- cabos de quadro pares trançados sem blindagem (UTP), ou cabos blindados (ScTP), 100Ω, categoria 3, 5e, ou categoria 6;

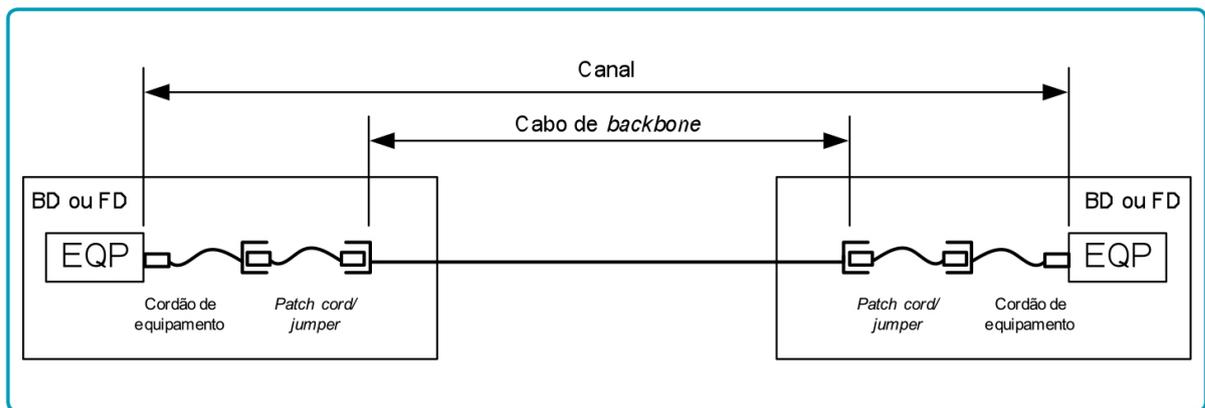


Figura 4 – Modelo de cabeamento de backbone

Imagem recuperada da Internet. Fonte: <https://goo.gl/LP8Tvc>

- duas ou mais fibras multimodo, $62,5/125\mu m$ ou $50/125\mu m$, ou fibras multimodo $50/125\mu m$ de alto desempenho.

2.3.3 Área de trabalho

Neste subsistema deve ser apresentado alguns componentes e dispositivos necessários ao cabeamento estruturado. Nessa área é proibido por norma o uso de adaptadores/divisores que possam vir a prejudicar o desempenho da rede.

2.3.3.1 Tomada de telecomunicações

As tomadas de telecomunicações são dispositivos de conexão instalados nas áreas de trabalho. Essas fazem a conexão com o cabeamento horizontal. Nas tomadas são utilizados conectores modulares de oito posições para a terminação dos cabos horizontais de cobre [2].

Uma saída de telecomunicações deve ser provida por: cabo de quatro pares, trançados sem blindagem (UTP), ou cabos blindados (ScTP), 100Ω , categoria 3, 5e, ou categoria 6. Já na segunda tomada, podemos utilizar, cabo de quatro pares categoria 5e ou 6, 100Ω ou cabo de duas fibras óticas multimodo, $62,5/125\mu m$ ou $50/125\mu m$, ou fibras multimodo $50/125\mu m$ de alto desempenho.

Os cabos de cobre devem ter nas suas terminações um conector modular de oito posições numa área de trabalho. As configurações dos pinos devem ser conforme a Figura 5. É recomendado deixar uma sobra de 1m para cabos de fibra ótica e 30cm para cabos de par trançado, nas tomadas.

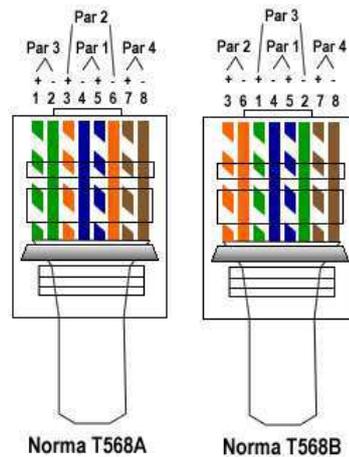


Figura 5 – Configuração de terminação para tomadas de oito posições

Imagem recuperada da Internet. Fonte: <https://goo.gl/qHsqSj>

2.3.3.2 Cordões

Segundo (FEY e GAUER, 2013), os cordões de manobras, também chamados de *cords* devem ter comprimentos de no máximo 3m, esses são usados para realizar as conexões das tomadas com os equipamentos. A contribuição desses cordões para o desempenho deve ser levada em consideração no projeto de canal.

2.3.3.3 Adaptadores

Se for necessário usar adaptações especiais como casadores de impedância, esses devem ser colocados na parte externa a tomada de telecomunicações. Alguns adaptadores podem ser usados, como:

- um cabo especial ou adaptador quando o equipamento conectado tem um padrão diferente da tomada;
- adaptadores “Y” permitem que as aplicações utilizem um único cabo, lembrando que isso vai reduzir o desempenho da rede;
- adaptadores de telecomunicações

No cabeamento algumas vezes se faz necessário o uso de adaptadores passivos, quando um tipo de cabo horizontal é diferente do tipo requerido pelo equipamento adaptador ativo. Também é necessário verificar a compatibilidade entre adaptadores e equipamentos, lembrando que esses tipos de adaptadores também podem causar efeitos que prejudicam no desempenho de transição do sistema.

2.3.4 Interconexão

No cabeamento horizontal é realizado a conexão da tomada de telecomunicações com o *patch panel*, essa conexão direta é chamada de interconexão. Na Figura 6 pode ser visualizado esse tipo de sistema.

Nesse sistema temos um elemento passivo chamado de *patch panel* que nada mais é do que um painel que realiza a interligação dos cabos que saem do *rack* com as tomadas. Eles têm como função organizar os cabos e permitir a identificação dos pontos de forma mais fácil. Seu objetivo principal é tornar possível a mudança de um determinado ponto de rede por outro no *rack* sem a necessidade de alterar todo o cabeamento horizontal. A ligação deve ser feita como mostra na Figura 6, onde na parte traseira do painel deve ser conectada o cabo que vem da tomada de telecomunicação. Já na parte da frente, deve ser conectados os *patch cords* que serão conectados aos elementos ativos, por exemplo: *switch*; roteadores e DVR (acrônimo em inglês para *Digital Video Recorder*) - sistema de gravação de vídeo; ativando assim os pontos que deseja-se utilizar [14].



Figura 6 – Interconexão

Imagem recuperada da Internet. Fonte: <https://goo.gl/7Fe6SQ>

2.3.5 Conexão Cruzada

A conexão cruzada pode ser de três tipos, *main cross-connect*, *intermediate cross-connect* e *horizontal cross-connect*. A primeira refere-se aos painéis de interconexão *do inglês: patch panel* existentes que está inserido numa sala de equipamentos. Já a conexão cruzada intermediária pode ser utilizada para interligar dois prédios com cabeamento estruturado. A última conexão refere-se a uma interconexão existente em uma sala de telecomunicações, também feita usando *patch panel*. Na Figura 7 temos uma representação de como deve ser realizado essa conexão.

velocidades mais baixas e cabos com categorias mais altas, são capazes de atingir velocidades maiores de propagação. O meio físico é todo tipo de interligação física ente dois equipamentos de comunicação.

2.4.1 Cabos trançados

“O meio de transmissão guiado mais barato e mais usado é o par de fios de cobre trançado, que vem sendo empregado há mais de cem anos nas redes de telefonia. De fato, mais de 99% da fiação que conecta aparelhos telefônicos a centrais locais utilizam esse meio. Um “par de cobre” é um conjunto de dois condutores com isolamento termoplástico que são entrelaçados de forma helicoidal ao longo de sua extensão ” [11]. Os fios são trançados para diminuir a interferência elétrica de fios semelhantes próximos. Os cabos de cobre de par trançados sem blindagem são geralmente usados em Redes de área local - LAN, que é uma rede de dispositivos locais interligados através de um meio físico.

Os cabos desse tipo geralmente são compostos por 4 pares de trançados, dentro de um cabo para reduzir a interferência que um par pode causar a outro, usa-se um sistema conhecido como “diafonia”, técnica que consiste em variar o trançado entre os diferentes pares que compõem o cabo. Alguns cabos possuem um trançado secundário para reduzir ainda mais a interferência, utiliza-se um espiral de plástico para assegurar a separação entre os pares, como pode ser visto na Figura 9.

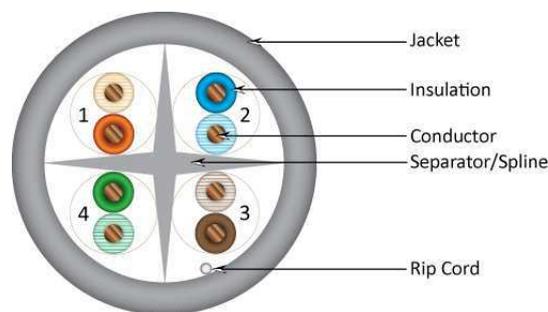


Figura 9 – Cabo UTP

Imagem recuperada da Internet. Fonte: <https://goo.gl/sbpGkf>

Temos diversos tipos de cabos que são feitos usando pares trançados, eles são:

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

Os cabos UTP podem conter 4 pares de par trançado e 25 pares de pares ou mais, sendo esse último utilizado para telefonia normalmente. Os STP não são aceitos pelas normas vigentes da ANSI, segundo [2]. É um cabo com 2 pares e dupla blindagem. Os cabos ScTP são fabricados com uma lâmina metálica para diminuir as ações de indução com o meio, lembrando que nesse caso o sistema deve ser aterrado. Os cabos FTP podem ser de dois tipos, o S/FTP ou F/FTP, o primeiro é diferente do segundo devido a blindagem global ser feita com malha, já que no segundo a blindagem é feita com fita.

Esses cabos, são separados e diferenciados de acordo com um padrão de desempenho baseado em categorias, como pode ser visualizado na Tabela 2. Além da determinação das categorias, na Tabela também são especificadas as normas que as adotam, a largura de banda de alcance, os cabos que devem ser utilizados e onde são aplicados. Os cabos da Categoria 6 (cat6), é um dos padrões mais usados, sua largura de banda é de até 250MHz, já os da Categoria 6A (cat6A) possuem largura de banda de até o dobro da classe anterior.

Tabela 2 – Categorias de cabos de par trançados

Categoria	Norma	Largura de Banda	Cabo	Utilização
Cat 3	TIA ISO/IEC NBR CENELEC	16 MHz	UTP e F/UTP	Telefonia Ethernet
Cat 4	Não reconhecido	20 MHz	UTP/ STP	Token Ring
Cat 5	Não reconhecido	100 MHz	UTP	Fast-Ethernet
CAT 5e	TIA ISO/IEC NBR CENELEC	125 MHz	UTP e F/UTP	Fast-Ethernet Gigabit-Ethernet
Cat 6	TIA ISO/IEC NBR CENELEC	250 MHz	UTP e F/UTP	Gigabit-Ethernet
Cat 6A	TIA ISO/IEC	500 MHz	UTP e F/UTP	10 Gbps
Cat 7	ISO/IEC NBR	600 MHz	S/FTP e F/FTP	40 Gbps
Cat 7A	Em desenvolvimento	1 GHz	S/FTP e F/FTP	100 Gbps

2.4.2 Fibra óptica

“A fibra óptica é um meio delgado e flexível que conduz pulsos de luz, cada um deles representando um bit. Uma única fibra óptica pode suportar taxas de transmissão elevadíssimas, de até dezenas ou mesmo centenas de gigabits por segundo. Fibras óticas

são imunes à interferência eletromagnética, têm baixíssima atenuação de sinal até cem quilômetros e são muito difíceis de derivar. Essas características fizeram da fibra ótica o meio preferido para a transmissão guiada de grande alcance, em especial para cabos submarinos” [11].

A luz se propaga através do núcleo, e o diâmetro máximo especificado por Norma é de $62,5\mu\text{m}$. O envoltório que recobre o núcleo serve para evitar que a luz saia da fibra, sendo fabricada com vidro de menor índice de refração, e o diâmetro especificado na norma é de $125\mu\text{m}$ para todos os tipos de fibras. Por fim, a fibra possui um revestimento primário que tem como função aumentar a resistência mecânica da fibra, já que a mesma é muito frágil.

As fibras podem ser monomodo ou multimodo. A primeira, permite maiores velocidades de transmissão de informação e maiores distâncias que as fibras multimodo. Nesse tipo, a luz é injetada no centro do núcleo com um diâmetro muito pequeno, sofrendo menos distorção e atenuação do sinal. Suas desvantagens em relação a outra são, o alto custo e a dificuldade em realizar o alinhamento quando necessita realizar emenda ou conectores [7]. A fibra multimodo é chamada assim, pois diferente da monomodo, permite que a luz se propague através de múltiplas trajetórias. É subdividida em fibra multimodo de índice degrau e fibra multimodo de índice gradual. A troca brusca do índice de refração do núcleo e da cobertura é a característica da primeira dela. Já a segunda, apresenta um índice de refração variável e gradual do revestimento interno que refrata a luz na direção do núcleo da fibra. Os tipos e como os pulsos se propagam ao longo do núcleo, pode ser visto na Figura 10.

As fibras, assim como os cabos, são divididas em categorias, as fibras monomodo possuem duas categorias:

- OS1 - suporta de 100Mbps até 100Gbps em uma distância de até 2000 metros;
- OS2 - fibra externa que suporta até 100 Gbps em uma distância de 5 a 10km;

Já as fibras multimodo possuem quadro categorias, sendo elas:

- OM1 - suporta de 100Mbps até 100Gbps em uma distância de até 33 metros;
- OM2 - suporta de 100Mbps até 10Gbps em uma distância de até 82 metros;
- OM3 - suporta de 100Mbps até 100Gbps em uma distância de até 100 metros;
- OM4 - suporta de 100Mbps até 100Gbps em uma distância de até 150 metros;

Nos dois tipos de fibras, e em qualquer meio físico, quanto maior a velocidade menor a distância atingida.

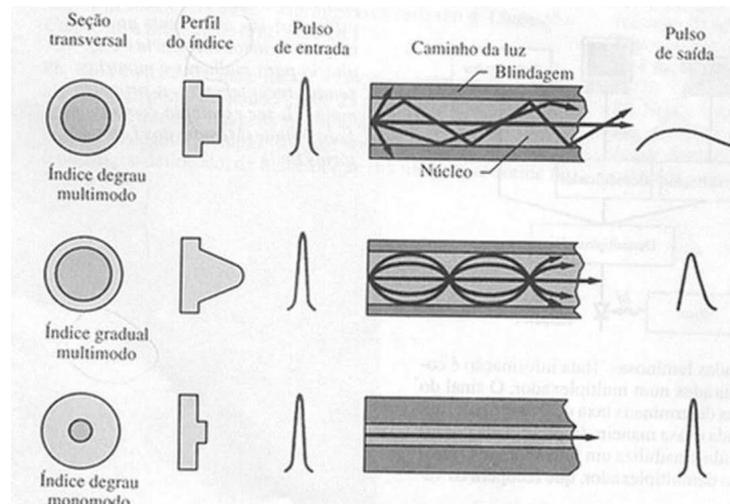


Figura 10 – Tipos de Fibras Ópticas

Imagem recuperada da Internet. Fonte: <https://goo.gl/6VZhuu>

2.5 Equipamentos

Nesta seção, serão detalhados alguns equipamentos específicos geralmente usados em prédios comerciais, indispensáveis para que uma rede funcione bem e de modo segura.

2.5.1 Switch

Toda rede computadores moderna deve possuir *switch*, que serve como elemento central nas redes, fazendo com que todos os pontos se comuniquem entre si. Todos os dispositivos que se conectam à rede, deve ser conectado a ele, o mesmo possibilita ligar vários outros *switches*, criando assim uma rede, onde o mestre é responsável por interligar todos os demais.

Os *switches* permitem que vários pares de computadores e dispositivos troquem dados entre si ao mesmo tempo, isso resulta em uma melhora significativa na velocidade em redes congestionadas, com vários dispositivos conectados. Os mesmos ainda permitem uma conexão chamada *full-duplex*, que consistem em receber e enviar dados simultaneamente, agilizando as transmissões.

Os *switches* podem ser gerenciáveis, que seu acesso pode ser através do navegador, permitindo a visualização de diversos detalhes sobre tráfego, verificar possíveis erros e problemas, e alterar diversas configurações. Um exemplo é o uso de VLANs que permite dividir as portas do *switch* em vários *switches* lógicos, que realmente funcionam como se fossem aparelhos separados, por exemplo, uma VLAN onde só será conectado computadores, outra para uso de câmeras ou pontos de acesso.

Alguns *switches*, dependendo do fabricante, podem ser empilhados, que consiste em realizar a conexão de vários *switches* com um intuito de formar um *switch* maior. Esses, geralmente são instalados em armários de telecomunicação para servidores. O *switch* central é chamado de *backbone switch*, pois passa a ser a espinha dorsal da rede, isso é, esse será o mestre enquanto os que estão empilhados a ele, são os escravos, essa configuração pode ser visualizada na Figura 11. Quando usado esse sistema é aconselhado o uso dos barramentos de comunicação dedicados para a comunicação entre os *switches*, pois esses oferecem uma velocidade de transmissão maior, evitando a formação de gargalos [13].



Figura 11 – Empilhamento entre *Switches*.

Imagem recuperada da Internet. Fonte: <https://goo.gl/FQE85f>

2.5.2 Appliances

É um tipo de dispositivo de *hardware* separado e dedicado com *firmware*, projetado para fornecer recursos de computação específicos. Esses dispositivos são pré-configurados antes para atender as necessidades dos clientes, já que esses dispositivos não são projetados para que o *software* seja modificado posteriormente [8]. Na área de rede, existem os *Appliances* de rede, que são roteadores que fornecem proteção de *firewall*, Segurança da Camada de Transporte, transmissão de mensagens, acesso a protocolos de rede especializados e multiplexação de comprimento de banda para os vários sistemas. *Firewall* é um dispositivo de segurança da rede que monitora todo o tráfego de rede que entra e que sai, podendo bloquear ou permitir alguns acessos específicos de acordo com as exigências do cliente [3]. Na Figura 12, pode ser visto um *Firewall* que é um tipo de *Appliance*.

2.6 Proteção e aterramento

O sistema de cabeamento estruturado segundo a Norma NBR 14545:2013, deve estar de acordo com as normas da ABNT NBR 5410 e NBR 5419. Ainda segundo a norma, todas as blindagens dos cabos devem ser conectadas à terra em cada distribuidor.



Figura 12 – *Appliance FortiGate.*

Imagem recuperada da Internet. Fonte: <https://goo.gl/SSve7Q>

Geralmente, as blindagens são conectadas aos *racks* e gabinetes. Em um sistema, todos os aterramentos existentes no(s) edifício(s) devem ser interligados para evitar diferenças de potencial entre eles [1] [9].

Os principais componentes do sistema de aterramento para equipamentos de telecomunicações em um sistema de cabeamento são:

- condutor de aterramento de telecomunicações;
- condutor de interligação do *backbone* de aterramento para telecomunicações - TBB;
- barra principal de aterramento para telecomunicações - TMGB;
- barra de aterramento para telecomunicações - TGB.

O condutor de aterramento é um condutor que deve unir a barra TMGB com a barra de aterramento do sistema elétrico. Esse condutor deve ter no mínimo, o mesmo diâmetro do condutor da TBB. O condutor de união de telecomunicações, todo o sistema de aterramento deve ser verde ou estar marcado com uma identificação dessa cor.

A TMGB serve de ponto central de conexão para os sistemas *Backbone* de aterramento para telecomunicações e equipamentos instalados no mesmo espaço de telecomunicações. Essa barra deve ser única no edifício, e geralmente deve ser situada na instalação de entrada.

As características da barra são:

- deve ser uma barra de cobre perfurada com orifícios que permitam utilizar conectores;

- deve ser dimensionada de acordo com os requisitos do projeto, lembrando sempre em considerar uma margem para futuras modificações;
- deve ter dimensões mínimas de 6mm de espessura e 100 mm de largura;

Já os condutores TBB interconecta todas as barras de aterramento para telecomunicações. Sua função é reduzir ou equalizar diferencial potencial entre sistemas. O TBB deriva da TMGB, e se estende ao longo do edifício usando os encaminhamentos do sistema *backbone* de telecomunicações e se conecta as TGB's.

A barra de aterramento para telecomunicações é o onde é conectado o aterramento do sistema e equipamentos. A única característica diferente da TMGB é que a largura dessa pode ser reduzida na metade [2]. Na Figura 13 está representado como um sistema de aterramento de telecomunicações deve ser feito.

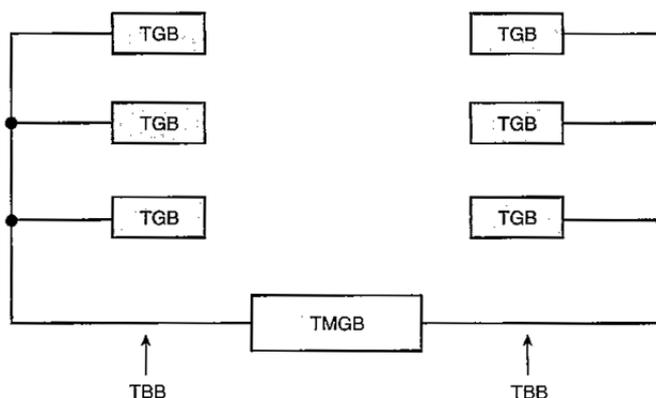


Figura 13 – Sistema de aterramento de telecomunicações.

Imagem recuperada da Internet. Fonte: <https://goo.gl/c8CeT6>

2.7 Certificação

Esta deve ser a última etapa na execução do projeto de cabeamento estruturado. A certificação é um conjunto de testes com o propósito de verificar se a instalação atende as normas. São realizados testes tais como, comprimento do cabo, perda de retorno, Paradiafonia (NEXT) e Telediafonia (FEXT).

“A perda de retorno comprova a presença de “ecos” elétricos em cada um dos pares que compõem um cabo” [2]. O NEXT é o valor de interferência que um par causa ao transmitir no par próximo. Já o FEXT é a interferência que um par gera ao outro, isso é, o sinal é transmitido de um lado, e a medição é feita no outro.

Os testes devem ser realizados em cabos Categoria 5 e 6, e são divididos de acordo com o trecho a ser testado:

- Link Permanente - refere-se aos 90 metros de cabeamento horizontal, e devem envolver as tomadas de telecomunicações, o cabo horizontal e o *hardware* de conexão cruzada, quando possuir;
- Canal - testa todo o cabeamento, os 100 metros. o Link permanente faz parte junto com todos os cordões e *patch cords*.

Os testes de campo também devem ser feitos para o sistema óptico, sendo o de atenuação ponta-a-ponta, o qual mede a perda óptica entre os pontos de terminação dos cabos, o mais importante e simples de ser realizado. Os valores foram baseados nos valores de atenuação máxima para cabos de fibra óptica, pares de conectores e comprimento. No subsistema horizontal, a atenuação máxima permitida para um *link* multimodo é de 2.0 dB. Este valor é baseado na perda de 2 pares de conectores mais 90 metros de fibra. Essa atenuação deve ser medida em apenas um comprimento de onda e em uma única direção. Pode ser visualizado na Figura 14 um modelo de certificadora responsável por fazer a verificação do sistema de cabeamento estruturado.

Segundo [10], a passar na certificação, a rede de cabeamento estruturado deve possuir uma série de requisitos que se complementam, e garantem um bom desempenho do sistema. Sendo esses:

- a qualidade dos produtos;
- o projeto elaborado;
- mão de obra qualificada;
- instalação e identificação da rede bem feita.



Figura 14 – Equipamento utilizado para certificação do cabeamento.

Imagem recuperada da Internet. Fonte: <https://goo.gl/Z45P4M>

3 Guia de Projeto de Cabeamento Estruturado

Neste capítulo serão detalhados todos os passos e documentações necessárias para a elaboração de um projeto de cabeamento estruturado. Para a concepção do projeto deve ser feito um detalhamento do cabeamento primário, secundário, suas interligações, detalhes construtivos, identificação e simbologia.

Para realizar um projeto de cabeamento estruturado é necessário seguir uma série de passos, e confeccionar vários documentos. Os passos que devem ser seguidos são elencados abaixo, porém de acordo com o projeto, pode se fazer necessário, acrescentar ou inverter a ordem dos existentes:

1. alocação dos pontos de redes (dados e CFTV);
2. determinar os encaminhamento dos cabos de rede e fibra óptica;
3. elaboração da tabela de identificação, organização, interconexão de pontos;
4. elaboração do diagrama de interconexão entre switches;
5. elaboração do diagrama de interconexão de racks;
6. confecção da prancha de interligação de aterramento;
7. confecção da prancha do diagrama unifilar;
8. confecção da prancha com a localização e angulação das câmeras;
9. elaboração do memorial descritivo.

A medida que os passos acima são executados, são montados documentos que devem ser organizados e separado em pelo menos três tipos: plantas baixas, diagramas e memorial descritivo. Dessa forma, devem fazer parte deste projeto desenhos e representações específicas contendo:

1. planta com detalhes das tubulações primárias e secundárias;
2. localização dos pontos;
3. especificação da identificação que deve ser adotada;
4. tipos de dispositivos de conexão utilizados;

5. localização de caixas de passagens;
6. detalhes dos armários de telecomunicações;
7. detalhes da sala de equipamentos e seus elementos.
8. planta com detalhes do aterramento;

3.1 Plantas baixas

As plantas baixas são arquivos geralmente feitos no *software* AutoCad, possuem as vista superiores dos pavimentos do edifício onde será feito o projeto. Em posse disso, a quantidade de pontos e sua disposição deve ser o segundo passo na confecção de um projeto de cabeamento estruturado, já que o estudo do ambiente onde vai ser implantado é o primeiro. Cada pavimento pode ser conectado aos demais através de cabos, de acordo com a demanda. Devem ser representados todos os cabos que vão dos armários de telecomunicações, até a área de trabalho [12].

Este documento deve ser visto como uma prévia do projeto propriamente dito. Entre os detalhes que deve ser representado deve conter:

- localização e altura dos pontos;
- encaminhamento dos cabos;
- quantidade de cabos por trecho;
- representação dos pontos;
- distinção entre os tipos de pontos;
- identificação dos componentes;
- caixas de passagens;
- detalhamento de armários e pontos de consolidações.

A quantidade de plantas vai depender da quantidade de pontos, a quantidade de pavimentos e o que vai ser necessário ser implantado. O projetista deve adicionar o que julgar necessário para tornar o projeto inteligível. Além dos detalhes citados, uma documentação necessária e o diagrama unifilar do projeto, nela contém todo o detalhamento dos cabos principais. Isso é, o detalhamento de onde chega o distribuidor geral de telecomunicações e a interligação entre os racks e sua localização. Por fim, deve ser representado em uma prancha o sistema de aterramento do projeto de cabeamento estruturado. Nela deve conter a localização e conexões das TGBs e TMBG.

3.2 Diagramas

O projeto de rede primária deve contemplar diagramas dos armários de telecomunicações, incluindo ocupação com a rede secundária e equipamentos ativos. Os diagramas devem ser divididos em pelo menos dois tipos, que são:

- diagramas de interligações entre racks;
- diagramas de interligação entre elementos ativos.

No diagrama de interligação entre racks deve ser feita uma representação dos pavimentos e dos armários que devem ser instalados. A parte mais importante dessa documentação são as especificações dos cabos que deveram ser usados para a entrada do edifício e as conexões entre armários.

Já no segundo diagrama, deve ser detalhado as interconexões entre os elementos ativos do cabeamento estruturado. Quando necessário, os detalhamentos dos empilhamentos desses equipamentos devem ser especificados, isso é, como um dispositivo deve ser conectado ao outro para que a rede funcione corretamente. Nessa etapa, o projetista deve especificar os tipos de cabos e as taxas de transmissões de dados entre os equipamentos. Lembrando de detalhar a localização de cada componente.

3.3 Outras documentações

Além das pranchas e diagramas, alguns outros documentos são extremamente necessários no projeto. Entre eles tem-se:

- plano de face dos racks;
- relação e identificação dos pontos;

Para elaboração do plano de face do rack, o ideal é que seja utilizado o *software* Visio, *software* que permite simular configurações de Racks e seus acessórios em escala. Os principais fabricantes de produtos voltados para projetos de cabeamento estruturado disponibilizam bibliotecas do Visio, estêncil, com o intuito de facilitar a confecção de modelos propostos para projetos. A ferramenta possibilita elaborar a montagem dos racks com seus elementos ativos e passivos de acordo com tipo de linha que deve ser adotada.

Sendo assim, nesta documentação deve ser especificado o modelo do rack e sua capacidade, a localização dos elementos ativos e passivos, como por exemplo, *switches*, *patch panels*, organizadores de cabos, fechamentos e DIO.

Por fim, a documentação deve incluir a relação de todos os pontos do projeto. Nesta lista deve conter:

1. numeração do ponto;
2. identificação do ponto na tomada de telecomunicações;
3. pavimento e ambiente onde está localizado;
4. identificação do rack e a posição do patch panel onde deve ser conectado;
5. *pos patch panel* - qual switch e em que porta deve ser conectado;
6. identificação do cordão.

Esta relação também deve conter uma tabela de interconexão entre racks, que especifica o equipamento, porta origem, destino, porta destino e como o cabo que realiza essa conexão deve ser identificado. Dependendo do projeto que irá ser realizado, o projetista deve adicionar outras documentações.

4 Estudo de Caso

O modelo de projeto foi aplicado ao Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva, no *Campus* Campina Grande, da UFCG. Para a elaboração deste projeto, foi analisado previamente o edifício, estabelecendo um conjunto de atividades sequenciais para a consecução do projeto propriamente dito. Em seguida, foram acrescentadas informações e documentações necessárias ao projeto de forma a garantir a continuidade do processo ao longo de sua execução.

Além de falta de documentação acerca, o cabeamento estruturado previamente instalado no Embedded não estava em conformidade com as normas da ABNT como por exemplo a NBR 14565:2013 - Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e *data centers*. Conseqüentemente, realizou-se o projeto deste sistema por completo. O prédio já possuía algumas câmeras CFTV (do inglês: *Closed-Circuit Television*, CCTV) que foram realocadas e reposicionadas. Também possuía controles de acesso que também foram realocadas e reposicionados. O detalhamento das pranchas feitas no AutoCad com todo o detalhamento do projeto pode ser visualizado nos Anexos.

4.1 Alocação dos pontos de redes

Depois da análise do laboratório e suas necessidades, foi determinado a quantidade de pontos de dados necessários de acordo com o número de postos de trabalho nos ambientes. Alguns pontos de CFTV foram adicionados aos existentes nas áreas descobertas. Já os pontos de acesso foram remanejados com o objetivo de cobrir todos os ambientes. Por fim, foi verificado a quantidade de pontos totais por ambiente, na Tabela 3 pode ser vista a distribuição de tais pontos.

Os pontos de CFTV e Pontos de Acesso devem ficar todos conectados aos equipamentos ativos na sala de Equipamentos no Rack localizado na Sala do Suporte (RACK 01A). Essa escolha se deu devido a necessidade de conectar tais pontos à *switches* com portas PoE, o que dispensa assim o uso de tomadas elétricas. Todos os outros serão conectados nos racks localizados no andar que se encontram, como será detalhado nas seções subsequentes.

Tabela 3 – Distribuição dos pontos de redes

Salas	Pontos de Dados	Pontos de CFTV	Acess Point
Suporte - 01	8	-	-
Projeto - 02	29	2	-
Projeto - 03	19	2	1
Projeto - 04	26	2	1
Laboratório - 01W	12	2	-
Laboratório - 02W	12	2	-
Professor - 101	5	-	-
Professor - 103	3	-	-
Projeto - 104	9	-	-
Professor - 105	3	-	-
Pós-Graduação - 106	9	-	-
Professor - 107	3	-	-
Projeto - 108	9	-	-
Professor - 109	3	-	-
Pós-Graduação - 110	9	-	-
Laboratório - 101W	14	2	-
Auditório - 102W	2	1	-
Corredor - Térreo	-	4	2
Corredor - 1º Andar	-	4	2

4.2 Encaminhamento dos cabos de rede e fibra ópticas

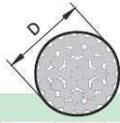
Os cabos de redes e fibras ópticas devem seguir os encaminhamentos especificados na prancha 01/04 situada no Anexo A. Esses cabos devem estar dispostos em eletrodutos de PVC rígidos, sealtubo, dutotec ou na eletrocalha aramada.

Se possuir circuito elétrico, deve ser feito a separação do circuito de rede, para que evitar interferência eletromagnética entre os circuitos. A falta de isolamento entre os mesmos pode acarretar prejuízo ao desempenho e qualidade da rede.

A quantidade de cabos que deve conter em eletroduto ou eletrocalha, deve estar de acordo com as normas NBR 5410:2004 e NBR 14565:2013. Quando usado dutotec, deve seguir a tabela do fabricante como parâmetro, a mesma obedece às especificações das normas da ABNT. Nesse caso, deve-se usar a linha *Standard* e seguir as recomendações da Tabela 4.

4.3 Tabela de identificação, organização e interconexão de pontos

Todos os elementos ativos e passivos da rede, *patch panels*, *patch cords*, distribuidores internos ópticos - DIOs, armários de telecomunicações e cordões ópticos devem ser identificados.



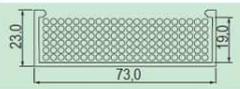
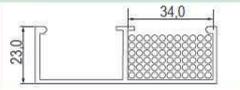
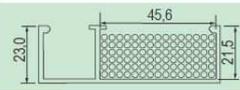
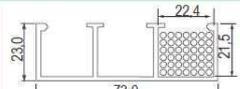
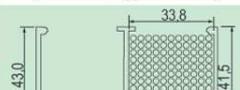
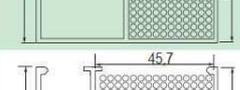
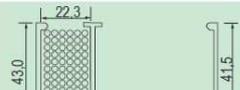
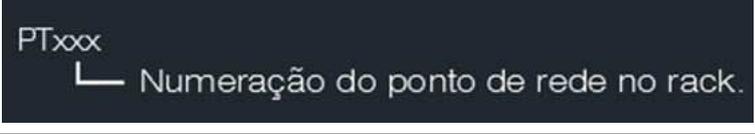
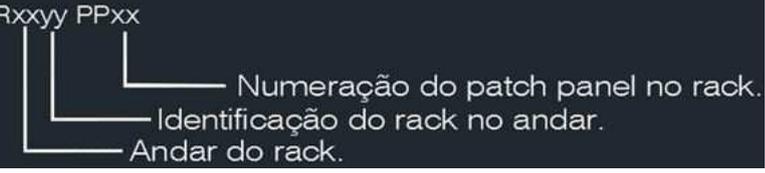
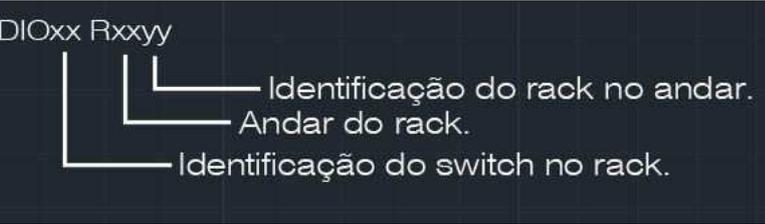
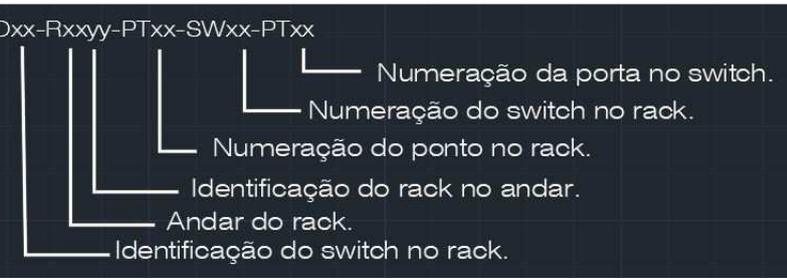
Área secção		Nº de cabos por secção								Taxa de ocupação
(D) Diâmetro externo do cabo em "mm"	Área do cabo mm ²	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	10,0	
		3,1	7,0	12,6	19,6	28,6	38,4	63,6	78,5	
Standard 25mm	 1480 mm ²	190	84	46	30	20	15	9	7	40
		280	126	70	45	31	23	14	11	60
	 720 mm ²	92	41	22	14	10	7	4	3	40
		135	60	31	21	15	11	6	5	60
	 960 mm ²	123	54	30	19	13	10	6	4	40
		185	78	44	28	19	14	8	7	60
	 460 mm ²	59	26	14	9	6	4	2	2	40
		88	39	21	14	9	7	4	3	60
Standard 45mm	 1400 mm ²	178	79	44	28	19	14	8	7	40
		270	119	66	42	29	21	13	10	60
	 1890 mm ²	242	108	60	38	26	19	12	9	40
		308	162	90	56	38	28	16	13	60
	 920 mm ²	117	52	29	18	12	9	6	4	40
		178	78	43	28	18	14	8	7	60
	 2880 mm ²	350	160	87	57	39	29	17	14	40
		530	240	130	85	58	43	26	22	60

Tabela 4 – Quantidade de cabos que deve conter em dutotec tipo Standard [6]

O modelo de identificação que deve ser adotado está exposto na Tabela 5. Caso não haja detalhamento no modelo, deve ser adotado os seguintes passos na identificação:

1. mnemônico para equipamento;
2. número do equipamento;
3. porta de origem;
4. mnemônico para equipamento de destino;
5. porta de destino.

Tabela 5 – Identificação

Descrição	Padrão Identificação
Portas Patch panel	
Patch Panel	
DIO	
Cordão Óptico do Rack	

No Anexo A, tem uma relação da identificação dos pontos e das interconexões adotadas para esse projeto em particular.

4.4 Diagramas de interconexões

Foi elaborado diagramas para representar as interconexões que devem ser feitas entre os racks e entre os *switches* com auxílio da ferramenta Visio.

Para a interconexão entre *Switches* deve seguir a representação do diagrama contido no Anexo A. A distribuição dos elementos ativos e seus modelos devem ser os que estão listados na Tabela 6.

Tabela 6 – Equipamentos Ativos

Armários de Telecomunicações	Elementos Ativos	Modelo
Rack 01A	Fortigate	100D
Rack 01A	Switch	HP V1910-24G JE006A
Rack 01A	Switch PoE	HP 1920-24G JE006A
Rack 01A	Switch PoE	HP 1950-48G JG963A
Rack 01B	2 Switches	HP 1950-48G JG961A
Rack 02A	2 Switches	HP 1950-48G JG961A

4.5 Memorial Descritivo

4.5.1 Apresentação

O presente memorial descritivo refere-se às instalações do Laboratório de Computação Pervasiva - Embedded, localizado na cidade de Campina Grande, situado na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

4.5.2 Dados Básicos e Normas Técnicas

O projeto das instalações de cabeamento estruturado foi elaborado de acordo com as especificações aplicáveis da ABNT, através das normas técnicas, que foram:

- ABNT NBR 14565 - Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data centers;
- ABNT NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- ABNT NBR 5419 - Proteção de Edificações Contra Descargas Atmosféricas.

4.5.3 Descrição do Projeto

4.5.3.1 Cabeamento Estruturado

O projeto contempla, em um mesmo sistema de cabeamento estruturado, suporte as aplicações de dados, suporte à rede sem fio e circuito fechado de TV (CFTV). A rede local do bloco é conectada ao distribuidor do *campus* por meio de cabo UTP externo com aplicação Ethernet 1000BASE-T. Este por sua vez, está conectada ao ponto da Rede Nacional de Pesquisa localizado no Bloco CI da UFCG.

O novo cabeamento será implantado utilizando-se componentes Categoria 6 e fibra óptica multimodo OM3. O cabeamento será composto por cabos UTP, Tomadas RJ-45, *Patch Panel* e *Patch Cord*.

4.5.3.2 Armário de Telecomunicações

Os armários de telecomunicações (racks) serão instalados na sala do suporte (01A), sala 02 (01B) no térreo e na sala 106 (02A) no 1º andar, com exceção dos pontos de CFTV e *access point* que ficam todos conectados no rack 01A, os pontos dos pavimentos são conectados aos racks situados no andar. Todo o cabeamento metálico será categoria 6 que deve suportar taxas de transmissão de dados de até 1Gbps. Ao total serão 140 pontos de rede para as estações de trabalho, *access point* e CFTV.

4.5.3.3 Equipamentos

Os switches presentes nos racks 01B e 02A serão conectados a um switch no rack 01A ao qual estarão conectados aos servidores e ao distribuidor do *campus* - ver interligação de racks no Anexo. As conexões entre os switches serão ópticas e utilizarão o padrão 10GBASE-SR, menos a conexão com o distribuidor do *campus* que utiliza o padrão 1000BASE-T. Estes elementos de rede deverão ter suporte a PoE e PoE+ e ser compatíveis com o padrão IEEE 802.3at.

4.5.3.4 Conexões

Todos os racks de distribuição terão disponível conexão metálica (categoria 6 terminadas em *patch panel*) e óptica (fibra multimodo OM3 terminada em DIO) com o rack 01A, onde estão presentes servidores e eventuais equipamentos de operadoras de telecomunicações.

Todas as conexões ópticas deste projeto usarão cabo óptico e cordões ópticos com fibra multimodo OM3 ($50\mu\text{m}$). Os cordões serão duplex nas extremidades conectores LC-UP [10].

4.5.3.5 Pontos de CFTV

Os pontos para o CFTV devem ser mantidos, devem ser reposicionadas e/ou recolocadas as câmeras existentes. Além disso, deve colocar ponto de rede como previsto no projeto para a instalação de futuras câmeras, como solicitado pelo cliente.

Por fim, foi realocado os pontos de rede dos *access point* sem fio e instalado novos pontos, como solicitado pelo cliente.

4.5.3.6 Eletrodutos e Porta equipamentos

Para instalação de tomadas, eletrodutos e eletrocalha nos locais indicados em planta, será necessário realizar perfurações nas paredes e teto, os quais deverão ser recompostos seguindo o mesmo padrão de acabamento original.

4.5.3.7 Certificação

Ao concluir o cabeamento estruturado, a contratada deverá executar a certificação de todos os pontos de redes existentes, novos ou já existentes. A certificação deverá ser realizada com equipamento apropriado e respeitar a categoria instalada, de acordo com as Normas em vigor.

4.5.4 Materiais e Equipamentos

Os materiais utilizados devem ser de boa qualidade e estar em conformidade com as normas nacionais e internacionais em vigor. Devem seguir as especificações exigida na documentação do projeto.

Os componentes utilizados no cabeamento devem ser certificados para categoria 6 e serem do mesmo fabricante conforma a norma NBR-14565:2013.

4.5.4.1 Infraestrutura

A infraestrutura a ser utilizada deve ser canaletas em alumínio (DUTOTEC), eletroduto rígido de PVC e eletrocalha aramada como especificado nas pranchas. Todas as conexões deverão ser realizadas com acessórios apropriados não sendo permitido nenhuma adaptação que não obedeça às normas.

4.5.5 Aterramento e Energia

O sistema de aterramento deve seguir as recomendações das normas e ter uma resistência menor ou igual a 5Δ . A prancha 05/05 do Projeto de Cabeamento Estruturado detalha a interligação ao sistema de aterramento e localização das barras de equipotencialização. Todos os dispositivos ativos e passivos (incluindo DUTOTEC e racks) devem ser aterrados.

Em cada rack deve existir uma barra de equipotencialização fixada com isoladores interligando o mesmo e todos os dispositivos contidos nele ao sistema de aterramento da edificação. A eletrocalha deverá ser aterrada e equipotencializadas.

Todos os elementos ativos de rede de computadores e de segurança devem ser alimentados por sistemas ininterruptos de energia (UPS) e para isso deve estar ligado diretamente por cabos PP ao no-break localizado na Sala do Suporte.

4.6 Resultados e discussões

Nesta seção serão apresentados os resultados e análises da implantação do projeto de cabeamento estruturado. Algumas figuras são apresentadas da execução do serviço e os resultados obtidos depois de finalizado.

No laboratório possui diversos profissionais, professores e alunos, devido a isso, foi necessário manter a infraestrutura do edifício em funcionamento durante a execução dos serviços. Esse, entre os diversos desafios encontrados, foi o maior. Para isso, foi fundamental executar um serviço de forma organizada e segmentada.

Ao longa da sua execução o projeto sofreu algumas alterações mas, o projeto foi executado por completo e seguiu com todas as recomendações solicitadas. Nas Figuras 15, 16 e 17 podem ser visualizadas a organização e a disposição dos equipamentos seguindo as recomendações das documentações do projeto.

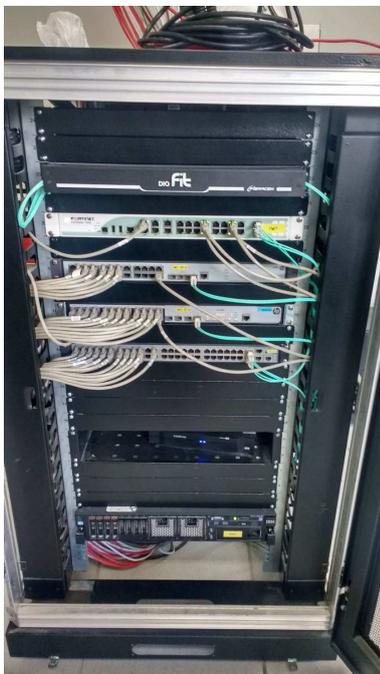


Figura 15 – Detalhe do Rack-01A



Figura 16 – Detalhe do Rack-01B



Figura 17 – Detalhe do Rack-02A

Um ponto de consolidação foi implantado no cabeamento horizontal do pavimento inferior do prédio. A necessidade de realocar o rack 01A e a sobra técnica de cabos não ter sido suficiente, fez com que fosse instalado um ponto de consolidação da Sala do Suporte. Esse ponto de consolidação seguiu com todas as recomendações preescrita na norma NBR 14565:2013. Na Figura 18 é possível visualizar o ponto instalado. O mesmo encontra-se em um local de fácil acesso.

Nessa fase do projeto, com a mudança do rack de local, foi necessário refazer todo o projeto da sala do Suporte, refazer o encaminhamento dos cabos de par trançados e fibras ópticas que interligam o primeiro ao segundo pavimento. Foi então instalado uma eletrocalha aramada como detalhada na prancha 01/04 no Anexo. Além modificação do projeto, surgiram outros desafios ao longo da execução, como: atraso no fornecimento de materiais, contratação de mão de obra qualificada para perfurar o ponto da descida dos cabos e a necessidade de refazer parte do encaminhamento da Sala do Suporte. Como alguns materiais necessitavam vir de outro estado foi usado uma fixação provisória na eletrocalha, necessitando ser substituída por outra mais resistente que já foi especificada. Na Figura 19 podem ser visualizados o ponto de transição entre os pavimentos e a descida dos cabos no rack 01A respectivamente.

Uma problemática encontrada no projeto foi o alto custo dos equipamentos ativos de rede, principalmente dos *Switches* que contém entradas PoE (do inglês: *Power over Ethernet*). Esse tipo de dispositivo permite a transmissão de energia elétrica juntamente com os dados, dispensando o uso de tomadas elétricas nos pontos de CFTV e Ponto de



Figura 18 – Detalhe do ponto de consolidação implantado na sala do Suporte



Figura 19 – Da esquerda para direita: Detalhe da descida dos cabos para o Rack-01A e interligação entre pavimentos

Acesso, usados nesse projeto. Devido a diferença de preços entre *Switches* com ou sem essa configuração, foi necessário reduzir ao máximo a quantidade de equipamentos com PoE. Dessa forma, foi adquirido um equipamento desse tipo com 48 portas e introduzido ao rack 01A, que já possuía um com 24 portas. Centralizando todos os pontos que necessitavam

dessa configuração ao primeiro pavimento. Dessa forma, futuramente é recomendado acrescentar um equipamento ativo com portas PoE no segundo pavimentos e conectar os pontos CFTV e Ponto de Acesso desse pavimento a esse equipamento.

Por fim, podem ser visualizados detalhes da implantação e realocação de uma das câmeras e de um ponto de acesso. Na Figura 20 tem-se ilustrado o ponto de acesso localizado do pavimento superior do edifício. Já na última Figura, 21, pode ser observado o ponto de CFTV realocado destinado a câmera localizada no corredor do pavimento inferior do Embedded.



Figura 20 – Ponto de acesso do corredor



Figura 21 – Detalhe do ponto de CFTV

5 Conclusão

Com a evolução contínua dos meios de telecomunicações e o constante crescimento de dispositivos que necessitam de acesso à internet, uma estrutura de rede equilibrada e segura será cada vez mais necessária. Dessa forma, um projeto de cabeamento estruturado é indispensável para suprir essa demanda cada vez maior por redes de alto desempenho.

Com essa crescente demanda, ter conhecimento em como projetar sistemas estáveis, seguros, de alta qualidade e em conformidade com as normas brasileiras em vigor é fundamental para estudantes de engenharia. Com base nos estudos realizados ao longo deste trabalho, é possível oferecer ao estudante ou profissional um subsídio que possa vir a facilitar sua compreensão sob cabeamento estruturado. Oferecendo uma pesquisa detalhada sobre sistemas, equipamentos e documentos necessários à um projeto de cabeamento estruturado. Por fim, é apresentado um projeto de um modelo de cabeamento estruturado, com todas as fases seguidas na elaboração de um projeto, incluindo os documentos gerados e os desafios encontrados durante sua implementação.

De modo geral, os resultados apresentados nesse trabalho enfatizam a necessidade do detalhamento do projeto na documentação, a importância do cabeamento estruturado para um edifício e todos os sistemas e subsistemas que nele devem conter.

Como continuidade desse trabalho é sugerido o estudo da norma NBR 14565:2013 para aplicação em *data centers*, a fim de conhecer as diferenças existentes entre esses dois tipos de projetos. Outra sugestão seria observar a influência no desempenho da rede atual após implantação do projeto de cabeamento estruturado, com o intuito de quantificar a melhoria obtida com esse projeto.

Referências

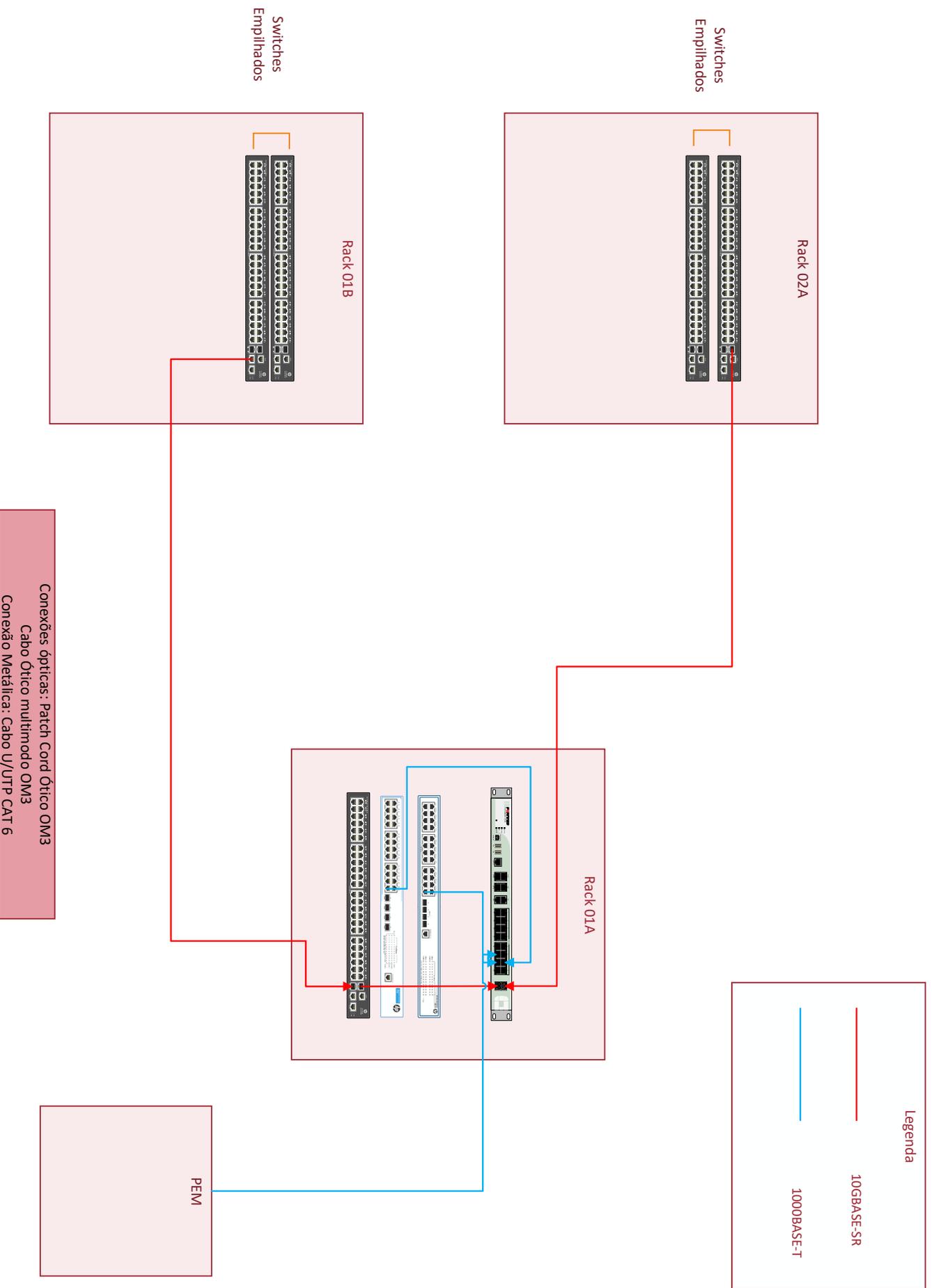
- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro. *NBR 14565*, nov. 2013. Citado 5 vezes nas páginas 6, 7, 9, 12 e 22.
- [2] Bellfone. Soluções em cabeamento estruturado. <http://www.bellfone.com.br/assets/pdf/solucoes-em-cabeamento-estruturado.pdf>, 2016. Acesso em 29 de agosto de 2017. Citado 6 vezes nas páginas 9, 10, 13, 16, 18 e 23.
- [3] CISCO. O que é um firewall? https://www.cisco.com/c/pt_br/products/security/firewalls/what-is-a-firewall.html, 2017. Acesso em 31 de agosto de 2017. Citado na página 21.
- [4] Rede Nacional de Ensino e Pesquisa. Sistemas de cabeação estruturada eia/tia 568 e isoc/iec 11801. <https://memoria.rnp.br/newsgen/9806/cab-estr.html>, 2004. Acesso em 27 de agosto de 2017. Citado na página 5.
- [5] Associação Brasileira de Normas Técnicas. Abnt nbr 16262:2016. <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=363505>, 2016. Acesso em 27 de agosto de 2017. Citado na página 6.
- [6] DUTOTEC. Catálogo dutotec 2017. <http://dutotec.com.br/midias/catalogo/Catalogo-Dutotec-2017.pdf>, 2017. Acesso em 18 de agosto de 2017. Citado 2 vezes nas páginas vii e 33.
- [7] Teleco Inteligência em Telecomunicações. Seção: Tutoriais redes opticas. http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialfoIII/pagina_5.asp, 2017. Acesso em 30 de agosto de 2017. Citado na página 19.
- [8] Wikipédia: A enciclopédia livre. Appliance de computador. https://pt.wikipedia.org/wiki/Appliance_de_computador, 2017. Acesso em 31 de agosto de 2017. Citado na página 21.
- [9] Ademar Felipe FEY and RR GAUER. Cabeamento estruturado: Da teoria à prática. *Caxias do Sul*, 2013. Citado 4 vezes nas páginas 1, 2, 5 e 22.
- [10] Furukawa. Boas práticas de instalação em cabeamento estruturado. <http://www.furukawatam.com/pt/rede-furukawa/palestras/boas-praticas-de-instalacao-em-cabeamento-estruturado-350.html>, 2012. Acesso em 22 de agosto de 2017. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 36.

-
- [11] James F. Kurose and Keith W. Ross. *Redes de Computadores e a Internet: Uma abordagem top-down*. Pearson, São Paulo, trad. 6 ed. edition, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 1, 17 e 19.
- [12] Paulo S. Marin. *Cabeamento Estruturado: desvendando cada passo: do projeto à instalação*. Editora Érica Ltda., São Paulo, 3 ed. revisada e atualizada edition, 2009. Citado 4 vezes nas páginas 1, 7, 8 e 28.
- [13] Carlos E. Morimoto. *Redes, guia prático*. Sul Editores, Porto Alegre, 1. reimpressão edition, 2009. Citado na página 21.
- [14] Telesystem. O que é um patch panel? <http://www.telesystemsul.com.br/o-que-e-um-patch-panel/>, 2015. Acesso em 30 de agosto de 2017. Citado na página 15.

ANEXO A – Detalhamento do Projeto

A.1 Relação de Pontos

A.2 Interconexões entre switches



A.3 Interconexões entre racks

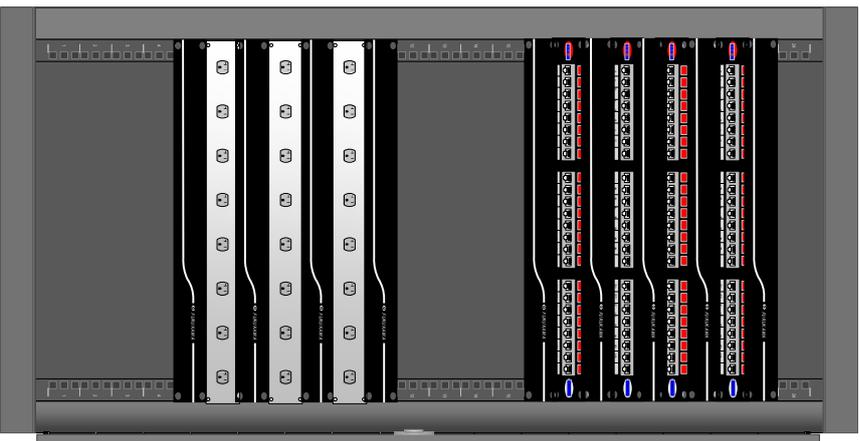
A.4 Plano de Face

CLP 1

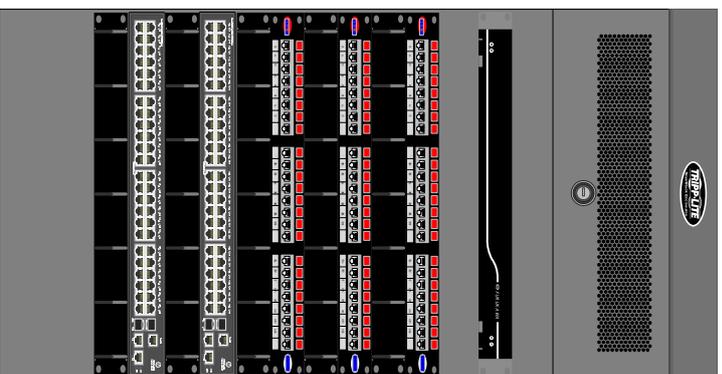


RACK R01A FACE A		
POS RACK	DESCRIÇÃO	IDENTIFICAÇÃO
24	LIVRE	
23	DIO	
22	ORGANIZADOR DE CABOS ÓPTICOS	
21	ORGANIZADOR DE CABOS	
20	FORTIGATE 100D	R01A-FW01
19	ORGANIZADOR DE CABOS	
18	SWITCH 1910-24G - JE006	R01A-SW01
17	ORGANIZADOR DE CABOS	
16	SWITCH 1920-24G POE - JG926A	R01A-SW02
15	ORGANIZADOR DE CABOS	
14	SWITCH 1950-48G JG961A	R01A-SW03
13	ORGANIZADOR DE CABOS	
12		
11	LIVRE	
10		
9	DVR INTELBRAS	R01A-DVR01
8		
7	ORGANIZADOR DE CABOS	
6	DVR INTELBRAS	R01A-DVR02
5		
4	SERVIDOR	R01A-SRV01
3		
2		
1	LIVRE	

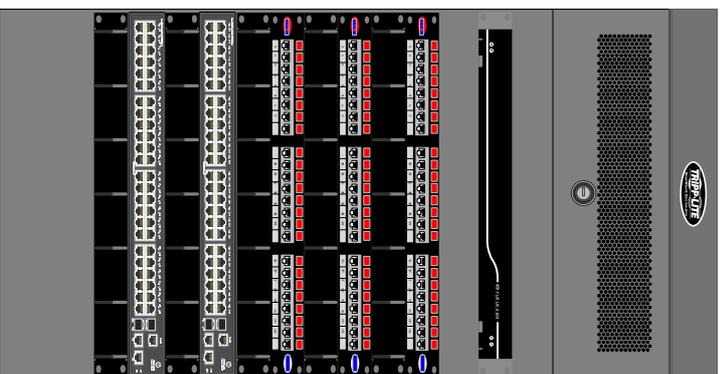
ՀԱՊԱՏԱԿ .



RACK R01A FACE B		IDENTIFICAÇÃO
POS RACK	DESCRIÇÃO	
24		
23	GUIA DE CABOS HORIZONTAL 1U	
22	PATCH PANEL 24P CAT. 6A	R01A-PP01
21	GUIA DE CABOS HORIZONTAL 1U	
20	PATCH PANEL 24P CAT. 6A	R01A-PP02
19	GUIA DE CABOS HORIZONTAL 1U	
18	PATCH PANEL 24P CAT. 6A	R01A-PP03
17	GUIA DE CABOS HORIZONTAL 1U	
16	PATCH PANEL 24P CAT. 6A	R01A-PP04
15	GUIA DE CABOS HORIZONTAL 1U	
14		
13	LIVRE	
12		
11	GUIA DE CABOS HORIZONTAL 1U	
10	RÉGUA DE ENERGIA 8 TOMADAS	
9	GUIA DE CABOS HORIZONTAL 1U	
8	RÉGUA DE ENERGIA 8 TOMADAS	
7	GUIA DE CABOS HORIZONTAL 1U	
6	RÉGUA DE ENERGIA 8 TOMADAS	
5	GUIA DE CABOS HORIZONTAL 1U	
4		
3		
2	LIVRE	
1		

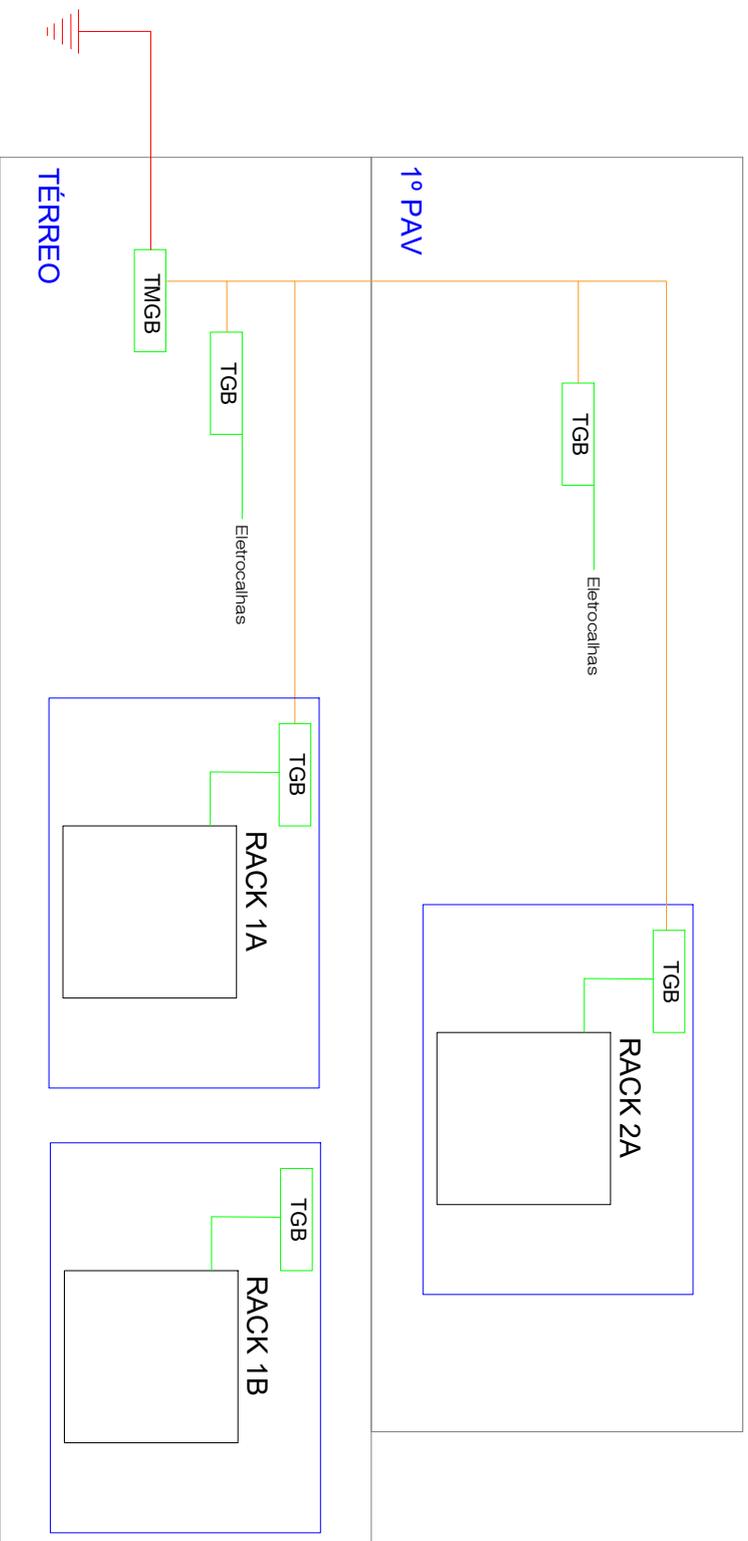


RACK R01B		
POS. RACK	DESCRIÇÃO	IDENTIFICAÇÃO
16	LIVRE	
15	DIO	R01B-DIO01
14	LIVRE	
13	PATCH PANEL 24P CAT. 6A	R01B-PP01
12	ORGANIZADOR DE CABOS	
11	PATCH PANEL 24P CAT. 6A	R01B-PP02
10	ORGANIZADOR DE CABOS	
9	PATCH PANEL 24P CAT. 6A	R01B-PP03
8	ORGANIZADOR DE CABOS	
7	PATCH PANEL 24P CAT. 6A	R01B-PP04
6	ORGANIZADOR DE CABOS	
5	SWITCH POE HP 1950 48P JG961A	R01B-SW01
4	ORGANIZADOR DE CABOS	
3	SWITCH POE HP 1950 48P JG961A	R01B-SW02
2	ORGANIZADOR DE CABOS	
1	LIVRE	



RACK R02A		
POS. RACK	DESCRIÇÃO	IDENTIFICAÇÃO
16	LIVRE	
15	DIO	R02A-DIO01
14	LIVRE	
13	PATCH PANEL 24P CAT. 6A	R02A-PP01
12	ORGANIZADOR DE CABOS	
11	PATCH PANEL 24P CAT. 6A	R02A-PP02
10	ORGANIZADOR DE CABOS	
9	PATCH PANEL 24P CAT. 6A	R02A-PP03
8	ORGANIZADOR DE CABOS	
7	PATCH PANEL 24P CAT. 6A	R02A-PP04
6	ORGANIZADOR DE CABOS	
5	SWITCH POE HP 1950 48P JG961A	R02A-SW01
4	ORGANIZADOR DE CABOS	
3	SWITCH POE HP 1950 48P JG961A	R02A-SW02
2	ORGANIZADOR DE CABOS	
1	LIVRE	

A.5 Pranchas



LEGENDA:

- Cabo flexível cobre 6 mm² revestido com capa na cor verde.
- Cabo flexível cobre 25 mm² revestido com capa na cor verde.
- Cabo flexível cobre 10 mm² revestido com capa na cor verde.

Observações:

- A resistência de aterramento deve ser menor ou igual a 5 Ohms.
- As TGBs e a TMGB devem ser de cobre eletrolítico nitrado com dimensões 2x1/4"x40cm e com no mínimo 10 furos de 1/4" e fixado em isoladores de epóxi.

ASSUNTO : PROJETO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO - EMBEDDED CITTA
 EMBEDED

PROPRIETÁRIO : RUA ARRILJO VELOSO, S/N - BODOCÔNGO - CAMPINA GRANDE-PB

LOCAL : ESTADUARCA ETC. ELETRICA

PRONOME : Fernanda Bezerra Gomes Fernald

DATA : 14/04/2017

ESCALA : SEM ESCALA

DESENHOS : INTERLIGAÇÃO ATERRAMENTO

PROJETO : MICHEL COURA DIAS

ENGR. ELETRICISTA Nº 3948

PROJ. 02

REV. 01 - 08/02/16

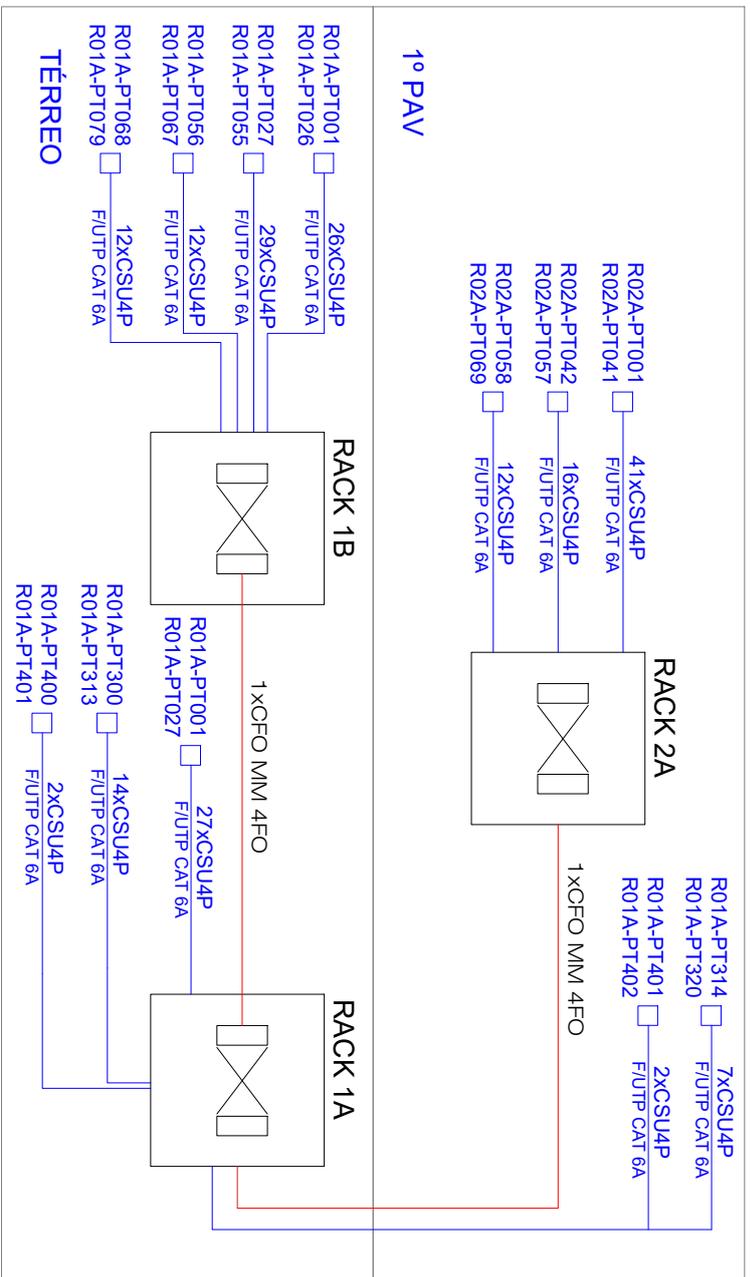
REV. 02

REV. 03

REV. 04

REV. 05

REV. 06

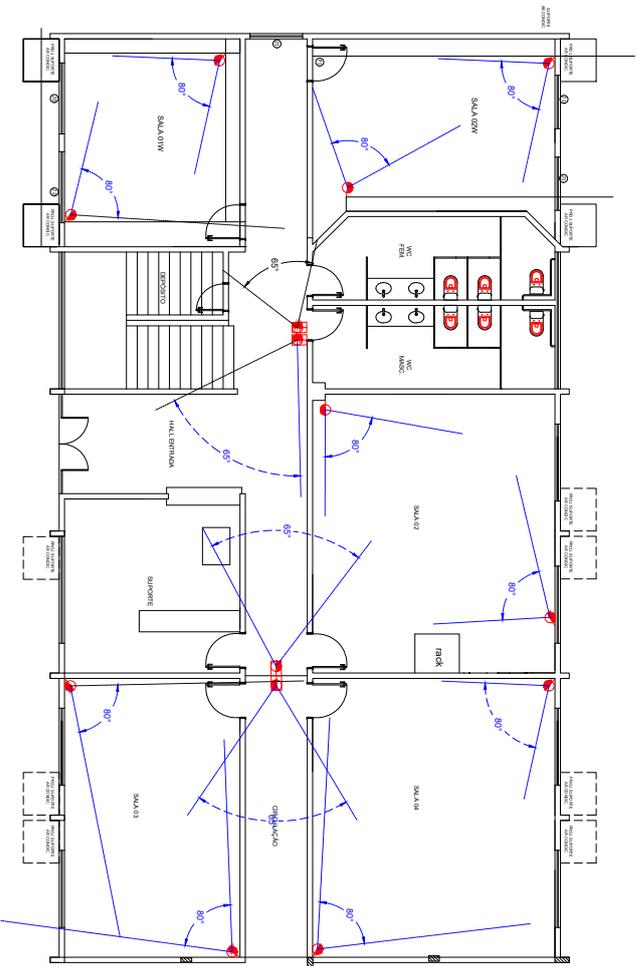
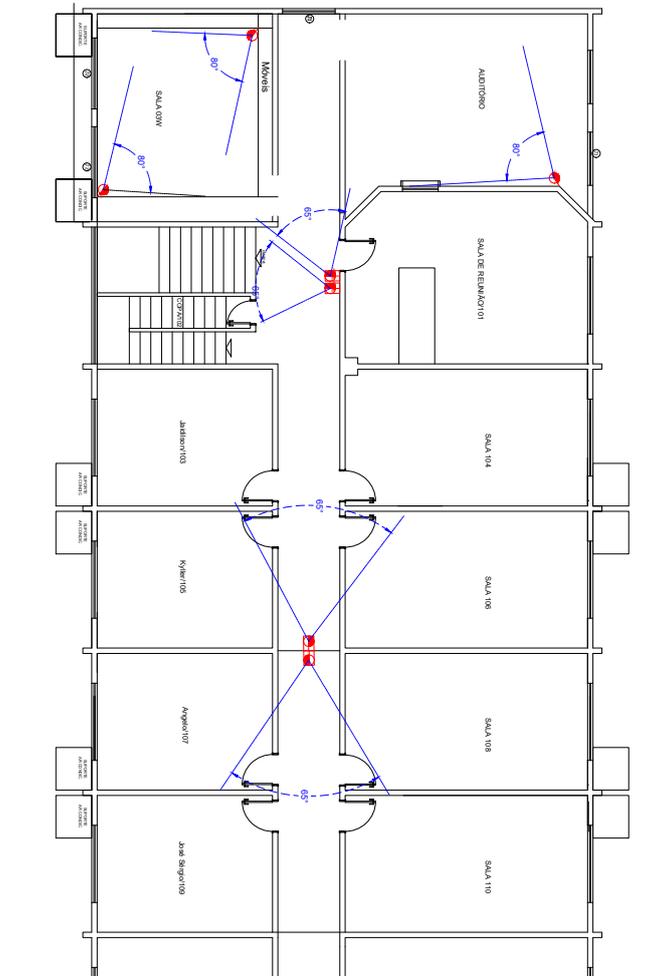


LEGENDA:

- Rxxx PTxx Numeração do ponto no rack.
- Identificação do rack no andar.
- Andar do rack.

Observações:

ASSUNTO : PROJETO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO - EMBEDDED		PROJETO	
PROJETERNO : EMBEDDED		PROJETO : MICHEL COURA DIAS	
LOCAL : RUA AFRÉDIO VELOSO, S/N - BODOCONGO - CAMPINA GRANDE-PB		EMPRESA : ENX ELETROSISTEMA	
FUNÇÃO : ESTACIONAMENTO ELETRONICO		FUNÇÃO : ENX ELETROSISTEMA	
USUÁRIO : Fernanda Bezerra Côrtez Farias		USUÁRIO : ENX ELETROSISTEMA	
DATA : Julho/2017		DATA : ENX ELETROSISTEMA	
ESCALA : SEM ESCALA		ESCALA : ENX ELETROSISTEMA	
DESENHOS : DIAGRAMA UNIFILAR		DESENHOS : ENX ELETROSISTEMA	
REV./01	00/00/2015	REV./03	
REV./02		REV./04	
		REV./05	
		REV./06	



LEGENDA:

-  - Câmara Interiores VISO 52320
-  - Câmara Interiores VISO 52320

OBSERVAÇÕES:

- Conferir as cotas no local da obra.
- As medidas de cantoneiras entre fendas devem ser conferidas e adequadas na instalação.
- As medidas de cantoneiras entre fendas devem ser conferidas e adequadas na instalação.
- Todas as câmeras são IP.

ASSISTENTE		PROJETO DE CARBENIMENTO ESTRUTURADO - EMBEDED	
PROJETADEIRO		EMBEDED	
LOCAL		RUA ARAUCÁRIO VELADO, S/N, BARRIOCCO, CAMARÁ GRANDE/RN	
PROPOSTA		04/04	
PROJETO		MICHEL GOURA DIAS	
PROJETO		PLANTA BAIXA - TERREO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 1º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 2º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 3º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 4º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 5º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 6º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 7º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 8º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 9º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 10º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 11º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 12º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 13º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 14º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 15º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 16º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 17º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 18º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 19º PAVIMENTO	
PROJETO		PLANTA BAIXA - 20º PAVIMENTO	