



GUIA DE APLICAÇÃO

Plataforma TeraPatch™

Soluções em Infraestruturas de
Alta Densidade para DCs



Lightera

Índice

Introdução.....	4
Propósito do Guia	4
Tendências tecnológicas.....	4
A Plataforma TeraPatch™	5
O que é a Plataforma TeraPatch™?.....	5
Três Pilares Estratégicos	5
Por que a Plataforma TeraPatch™?.....	5
Componentes da Plataforma TeraPatch™	6
GABINETE TERAPATCH™ 45U ALTA DENSIDADE	6
MÓDULO CAIXA DE TRANSIÇÃO TeraPatch™	7
MÓDULO DIO TERAPATCH™ FUSÃO 4U	8
MÓDULO DIO TERAPATCH™	9
TERMINAÇÃO 3U 288F.....	9
Tabela Resumo dos componentes	10
FUSÃO.....	10
Fusão Massiva.....	11
Fusão Singela	11
Layouts de montagem para a plataforma TeraPatch™	12
Montagem Lado-a-lado.....	13
Montagem Traseira com Traseira	13
Montagem Contra parede	13
Aplicações da Plataforma TeraPatch™	14
DC Colocation	14
Campus data center	15
Data Center Interconnection	16
DC em container.....	16
DC Enterprise / ISP / Edge.....	17
DC - Central Office - Rede GPON.....	18
DC para IA - Inteligência Artificial.....	19
SuperPOD NVIDIA DGX H100	19
Design de Cabeamento Estruturado para Interconexão de GPUs e PODs.	19
Topologias da Plataforma TeraPatch™	20
MMR-MMR	20
MMR-CAGES	20
Diagramas	21
Diagramas de Blocos	21
OCS / TeraPatch™ / Racks ITMAX	21
Elevação de Rack (Bayface).....	22
Bibliotecas de Formatos de Arquivos	22
Produtos Lightera complementares à Plataforma TeraPatch™	23
OCS	23
Cabos ópticos	24
Cabos Rollable Ribbon.....	24
Cabos Loose Tube.....	25
Brackets 19”	26
Canaletas ITMAX	27
Racks ITMAX	28
Cassetes FLX.....	28
DIOs FLX.....	29

Service Cable	29
Cordões ópticos	30
Barra de Aterramento	30
Anexos.....	31
Escopo e Aplicabilidade.....	31
Suporte Técnico	31
Melhores práticas de projeto.....	32
Ambientes abrangidos.....	32
Anexo I	32
Topologia de Backbone em data centers.....	32
Internacionais	34
Brasileiras	34
Norte Americanas	34
Anexo II • Normas Técnicas	34
Cabeamento Estruturado	34
Internacionais	36
Brasileiras	36
Norte Americanas	36
Data center	36
Anexo III • Tipos de topologia de cabeamento	37
Topologia Centralizada	37
Topologia End-of-Row / Middle-of-Row	38
Topologia Top-of-Rack	39
Anexo IV • Arquiteturas de Rede	40
Arquitetura de Rede de 3 Níveis (3-Tier Level)	40
Arquitetura de Rede de 2 Níveis (Spine-Leaf)	41
Anexo V • Manuais Técnicos e Sites	42
TIA FOTC – Fiber Optics Technology Consortium	42
BICSI.....	42
BICSI – TDMM.....	43
IEEE	43
Guia Lightera – ITMAX – Data Center.....	43
Anexo VI • Principais tipos de data centers	44
Data centers Enterprise.....	45
Data centers Colocation	45
Data centers HPC.....	46
Data centers de IA.....	46
Anexo VII • Conceito de PODs	47
Anexo VIII • Megatendências.....	48
Ethernet, InfiniBand ou ambos?	48
Requisito imprescindível: Conectividade ULL.....	48
Polimento APC em conectores MPO/MTP com fibras multimodo	49
Cabos de Fibra Óptica de Ultra Alta Densidade (UHD).....	49
Fibras Multicore (MCF)	49
Hollow Core	49
Anexo IX • Treinamentos Lightera.....	50
Anexo X • Garantia Estendida Lightera	51

1 Introdução

Propósito do Guia

O propósito deste guia é oferecer uma referência clara, prática e confiável para a aplicação da plataforma TeraPatch™ nos ambientes de data center, garantindo alinhamento entre escalabilidade, desempenho, segurança, disponibilidade e eficiência operacional. Este guia foi desenvolvido para apoiar equipes de engenharia, operação, planejamento, comercial e tomada de decisão, apresentando orientações sobre aplicação, integração, instalação e especificação dos produtos, bem como boas práticas relacionadas à infraestrutura de ambientes de missão crítica.

Além de padronizar processos e reduzir ambiguidades técnicas, o guia busca facilitar a comunicação entre Lightera, projetistas, integradores e clientes finais, promovendo soluções consistentes e sustentáveis. Ao estabelecer critérios objetivos e recomendações de uso, o guia contribui para minimizar riscos, otimizar investimentos, assegurar conformidade normativa e acelerar a adoção de tecnologias emergentes, sempre com foco na confiabilidade e continuidade dos serviços essenciais.

O guia conta com uma seção de Anexos que constitui um acervo complementar de informações, referências técnicas e recursos de suporte desenvolvidos especificamente para subsidiar e potencializar complementos aos projetos que implementam a Plataforma TeraPatch™ da Lightera.

Tendências tecnológicas

Por se tratar de um mercado em crescente expansão no mundo e, principalmente impulsionada pela demanda explosiva por serviços digitais, computação em nuvem e pela Inteligência Artificial (IA), o dinamismo tecnológico do setor é um item importante a ser levado em consideração quando se deseja entender sobre os próximos passos. Por conta disto, algumas tendências tecnológicas são vistas como indispensáveis em um cenário de curto prazo. Dentre elas, pode-se destacar:

Aceleração do HPC e a Revolução Termodinâmica: A demanda por IA generativa eleva a densidade de carga instalada em um rack de aproximadamente 5 kW para 40 kW, 100 kW, 150 kW ou mais, tornando o resfriamento líquido Direct-to-Chip (D2C) e novas arquiteturas de distribuição elétricas em 800 VDC para cargas que podem atingir até 1 MW.

Consolidação do Mercado pelo Hyperscale e a Crise de Capacidade: Provedores de nuvem estão pré-locando grandes campus de data center, criando uma escassez estrutural de oferta que pode elevar os preços no mercado “atacadista” de colocation.

Arquiteturas Distribuídas como Solução de Redução de Latência e Regulamentação: A convergência de 5G, IoT e Edge Computing descentraliza o processamento para atender a aplicações de ultra-baixa latência e a requisitos de localização de dados.

ESG e a Governança de Recursos: O data center se torna o ponto focal na transição energética, exigindo a adoção de métricas abrangentes (PUE, CUE, WUE) e a integração de microgrids e fontes de energia renováveis.

Automação e a Ascensão do data center Autônomo: A evolução do DCIM (DCIM 2.0) impulsionada pela IA permite a gestão preditiva de falhas e a otimização dinâmica do consumo de energia, mitigando a crescente complexidade operacional e a escassez de talentos.

2 A Plataforma TeraPatch™

O que é a Plataforma TeraPatch™?

A Plataforma TeraPatch™ é uma infraestrutura óptica de alta performance desenvolvida pela Lightera para atender às demandas contemporâneas de conectividade, densidade e escalabilidade em ambientes de data center e redes de telecomunicações.

Fundamentada em tecnologia modular padronizada, a Plataforma TeraPatch™ foi concebida para proporcionar uma resposta eficiente e economicamente viável aos desafios impostos pela transformação digital, pelo crescimento exponencial da demanda por largura de banda e pela evolução acelerada de tecnologias como Inteligência Artificial, computação em nuvem e processamento de alto desempenho.

Três Pilares Estratégicos

A Plataforma TeraPatch™ repousa sobre três pilares fundamentais que definem seu posicionamento de mercado:



Redução de Espaço

Ao suportar um maior número de conexões ópticas em um espaço físico reduzido, a Plataforma TeraPatch™ amplia a capacidade de atendimento e geração de receita sem a necessidade de expansões significativas de infraestrutura, contribuindo também para a sustentabilidade ambiental.



Alta Densidade

A concentração inteligente de conexões em ambientes com elevadas taxas de transmissão (400G, 800G, 1.6T) simplifica o gerenciamento de cabos e facilita a manutenção, maximizando a utilização do espaço disponível e reduzindo investimentos em capital (CapEx) e custos operacionais (OpEx).



Escalabilidade

Graças à sua arquitetura modular padronizada, a Plataforma TeraPatch™ permite expansões rápidas e não disruptivas, alinhadas ao ritmo de crescimento dos negócios. Novas capacidades são implantadas em horas, não semanas, preservando investimentos anteriores e transformando a infraestrutura em um motor de crescimento competitivo.

Por que a Plataforma TeraPatch™?

Em um contexto onde a velocidade de inovação, a eficiência operacional e a rentabilidade definem líderes de mercado, a Plataforma TeraPatch™ oferece uma alternativa comprovada: uma infraestrutura que cresce com o seu negócio, sem gargalos técnicos, sem interrupções operacionais e sem surpresas orçamentárias.

Seja para data centers em expansão, provedores de serviços em nuvem, operadoras de telecomunicações ou empresas que buscam consolidar sua presença digital, a Plataforma TeraPatch™ traduz complexidade técnica em simplicidade operacional e investimentos em vantagem competitiva.

Este guia o acompanhará em cada etapa da implementação, do planejamento à operação, garantindo que você aproveite plenamente o potencial.

Componentes da Plataforma TeraPatch™

GABINETE TERAPATCH™ 45U

O **GABINETE TERAPATCH™ 45U - ALTA DENSIDADE** foi desenvolvido e otimizado para realizar a implementação e armazenamento com alta densidade de terminações e conexões ópticas em data centers *enterprise*, *colocation*, *cloud*, IA e/ou HPC. Apresenta os requisitos para a adequada realização de fusões massivas ou singelas, bem como terminações pré-conectorizadas LC.

O **GABINETE TERAPATCH™ 45U - ALTA DENSIDADE** apresenta uma estrutura multifuncional para alta densidade, otimizada para abrigar módulos para a terminação e distribuição de cabos de fibra óptica com alta formação de fibras do tipo Rollable Ribbon ou formação singela com cabos multitubos.



Trata-se de uma solução de alta densidade com profundidade reduzida para ambientes de data centers e telecomunicações com a possibilidade de diversas configurações de layouts de montagem.

Proporciona acesso frontal para instalação, e acesso lateral e posterior para operação e manutenção, possibilitando remoção de todas as chapas de proteção e portas.

Amplas vias de entrada/saída para cabos e cordões ópticos no topo (com escovas), nas laterais e na base (remoção das chapas) do **GABINETE TeraPatch™ 45U - ALTA DENSIDADE**.

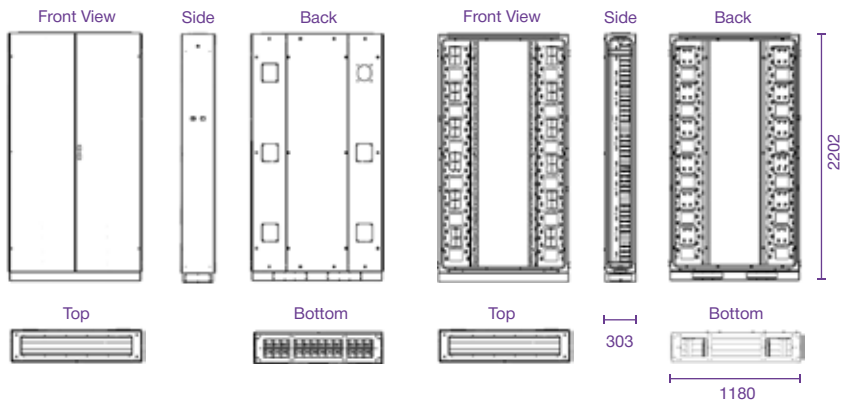
Portas sólidas e lisas, frontais duplas, removíveis e com travamento em 2 pontos com fechadura do tipo cremona.

Estrutura autônoma (standalone) adequada para distribuição de até 3.456 fibras com conectores do tipo LC para cabos ópticos do tipo Ribbon e fusão massiva.

OBS.: Utilizando-se cabos tight multitubos e fusão singela, esta capacidade fica reduzida para até 1728 fibras.

Projeções Ortogonais

Com o intuito de auxiliar na visão dimensional do Gabinete TeraPatch™ 45U – Alta Densidade, segue adiante as projeções ortogonais com as medidas, em milímetros:



Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
35150634	Gabinete TERAPATCH™ 45U - Alta Densidade	ET07356

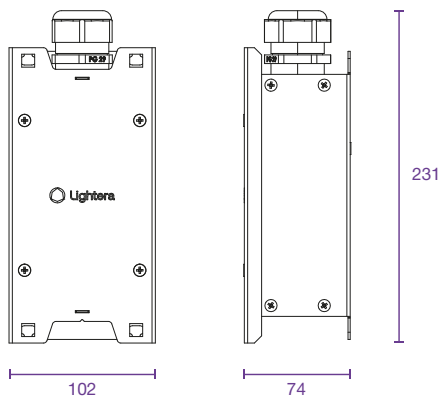
MÓDULO CAIXA DE TRANSIÇÃO TERAPATCH™

O módulo Caixa de Transição TeraPatch™ é uma solução robusta e compacta projetada para gerenciar a transição e distribuição de cabos ópticos de alta formação em data centers. Ideal para aplicações que exigem proteção superior, organização eficiente e fácil acessibilidade para cabos ópticos com até 1728 fibras, facilitando a conexão com o Módulo DIO TeraPatch™ Fusão 4U.



Projeções Ortogonais

Com o intuito de auxiliar na visão dimensional do Módulo Caixa de Transição TeraPatch™, segue adiante as projeções ortogonais com as medidas, em milímetros:



Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
35150640	Módulo Caixa de Transição TeraPatch™ 1728F/864F - 12 X 144F/72F	ET07452

MÓDULO DIO TERAPATCH™

FUSÃO 4U

Módulo responsável por proteger as fusões massivas e singelas, constituído por dois componentes principais, montados em fábrica:



MÓDULO DIO TERAPATCH™ FUSÃO 4U –
Módulo básico – módulo responsável por acomodar e proteger as bandejas de emendas ópticas de transição entre o cabo óptico de entrada e as extensões ópticas (pigtails) do módulo DIO TeraPatch™ Terminação 3U 288F. Fornecido com 12 bandejas com protetores de emenda.

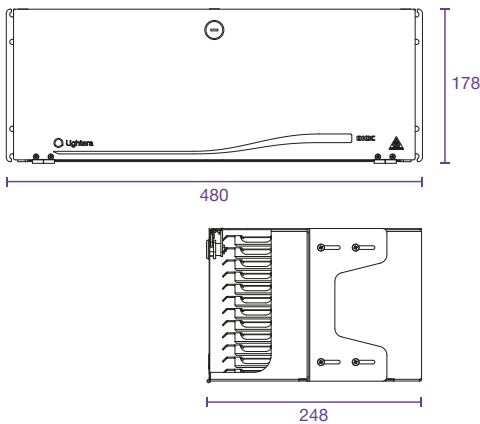
Kit Bandeja de Emenda – Conjunto de acessórios para acomodar as fusões ópticas dentro do módulo DIO, composto por 12 bandejas de emenda para fusões massivas e singelas. Cada bandeja do módulo básico deve ser montada com um kit bandeja para que o DIO atenda sua capacidade máxima de fusões.



Capacidade para 1728 fusões massivas em grupos de 12 ou 864 fusões singelas em grupos de 12.

Projeções Ortogonais

Com o intuito de auxiliar na visão dimensional do Módulo DIO TeraPatch™ Fusão 4U, segue adiante as projeções ortogonais com as medidas, em milímetros:



Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
35261310	Módulo DIO TeraPatch™ Fusão Massiva 4U 1728F - 12 X 144F	ET07360

MÓDULO DIO TERAPATCH™

TERMINAÇÃO 3U 288F

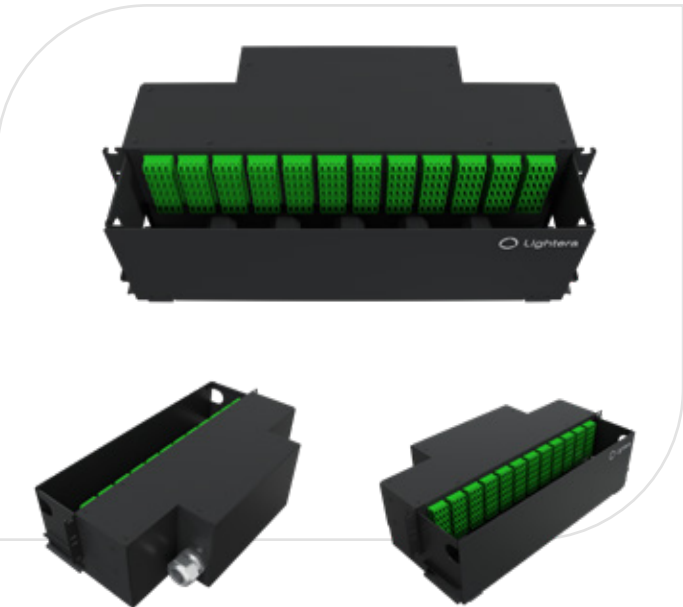
Módulo responsável pelo espelhamento das fibras ópticas, constituído pelos seguintes componentes principais:

DIO TeraPatch™ Terminação 3U – Módulo Básico: Responsável por acomodar e proteger as extensões ópticas (pigtails ribbon ou pigtails singelos).

Extensões Ópticas Conectorizadas:
Cada extensão óptica, nas versões ribbon ou singela, possui 12 fibras com uma ponta conectorizada com conector LC. Ideal para aplicações com fusão massiva ou singela de fibras junto ao módulo DIO TERAPATCH™ FUSÃO 4U.

Adaptadores ópticos:
Capacidade para 288 fibras com conectores do tipo LC (com shutter).

Polimento APC:

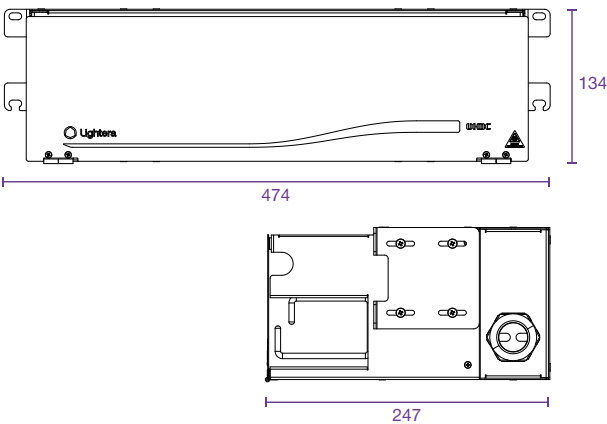


Polimento UPC:



Projeções Ortogonais

Com o intuito de auxiliar na visão dimensional do Módulo DIO TeraPatch™ Terminação 3U 288F, segue adiante as projeções ortogonais com as medidas, em milímetros:



Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
35261311	Módulo DIO TeraPatch™ Terminação 3U 288F LC-APC - 2 X 144F	ET07359

Tabela Resumo dos componentes

Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
35150634	Gabinete TeraPatch™ 45U - Alta Densidade	ET07356
35150640	Módulo Caixa de Transição TeraPatch™ 1728F/864F - 12 X 144F/72F	ET07452
35150642	Módulo Caixa de Transição TeraPatch™ 288F - 8 X 36F	
35261310	Módulo DIO TeraPatch™ Fusão Massiva 4U 1728F - 12 X 144F	ET07360
35261329	Módulo DIO TeraPatch™ Fusão Singela 4U 864F - 12 X 72F	
35261311	Módulo DIO TeraPatch™ Terminação 3U 288F LC-APC - 2 X 144F	ET07359
35261330	Módulo DIO TeraPatch™ Terminação 3U 288F LC-APC - 4 X 72F	
35261333	Módulo DIO TeraPatch™ Terminação 3U 288F LC-UPC - 2 X 144F	
35261334	Módulo DIO TeraPatch™ Terminação 3U 288F LC-UPC - 4 X 72F	



FUSÃO

Em data centers que adotam arquiteturas ópticas de alta densidade, a escolha entre fusões singelas e fusões massivas desempenha um papel estratégico na organização, confiabilidade e eficiência do sistema de cabeamento. DIOS compactos, cada vez mais empregados em ambientes críticos, exigem métodos de terminação que reduzam o volume interno, minimizem perdas ópticas e acelerem o tempo de implementação. Nesse contexto, a plataforma TeraPatch™ se enquadra de forma ideal nos requisitos necessários para um crescimento estratégico dos negócios.

O Módulo DIO TeraPatch™ Fusão 4U foi desenvolvido para que a acomodação e proteção das emendas ópticas de transição ocorram sem complicações. Sua alta densidade, alinhada com escalabilidade e redução de espaço fazem com que o tipo de fusão (singela ou massiva) seja um parâmetro de projeto que não impacte nas demais aplicações.

A Lightera recomenda a utilização de fusão massiva e cabos do tipo Ribbon para aproveitamento pleno da Plataforma TeraPatch™.

Fusão Massiva

As fusões massivas, por sua vez, são aplicadas quando há necessidade de interconectar grandes quantidades de fibras simultaneamente. Utilizando dispositivos de alinhamento e componentes pré-organizados, as fusões massivas, de 12 fibras por vez, otimizam o tempo de implantação, reduzem o volume de cabos dentro do DIO e garantem uma ocupação mais eficiente do espaço físico. Na plataforma TeraPatch™, também há a possibilidade de se realizar a fusão massiva nas fitas Ribbon de forma que a acomodação e proteção das emendas ópticas não seja um empecilho, mas sim uma vantagem competitiva.

Para a realização de fusão massiva, a Lightera possui equipamentos desenvolvidos especificamente para esse fim. Um deles é a máquina de fusão S124X, em que é possível emendar fibras individuais e fitas de até 12 fibras. A máquina de emenda pode ser usada para emendar fitas enroláveis de fibras de 200µm mudando apenas a ranhura em V.





Características:

- ✓ Emenda de fitas de até 12 fibras;
- ✓ Alta velocidade de emenda de 15 segundos;
- ✓ Sistema de ranhura em V intercambiável;
- ✓ A fita de fibra de revestimento de 200 µm é aplicável mudando a ranhura em V;
- ✓ Fácil operação com painel de toque e GUI3 luzes LED permitem o carregamento conveniente das fibras na ranhura em V;
- ✓ A conexão Wi-Fi permite o controle sem fio e o gerenciamento de dados.

Fusão Singela

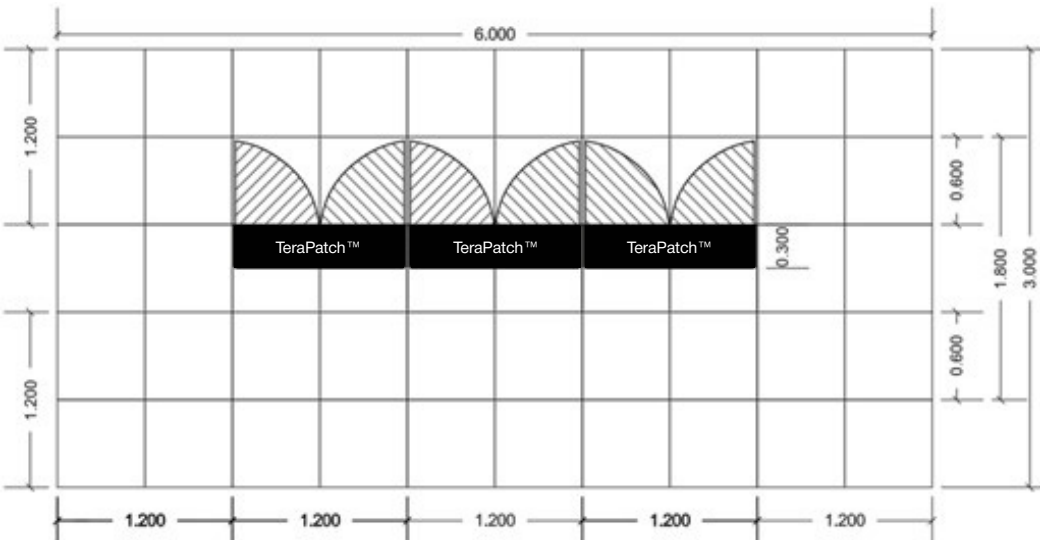
As fusões singelas são amplamente utilizadas em aplicações que demandam maior controle individual sobre cada fibra. Esse método utiliza a fusão de uma fibra por vez, oferecendo excelente desempenho óptico, baixíssima perda típica e elevada repetibilidade. Na plataforma TeraPatch™, as fusões singelas são aplicadas em bandejas otimizadas, permitindo a acomodação organizada de protetores de emenda e facilitando manutenções ou remanejamentos específicos por fibra.

Layouts de montagem para a plataforma TeraPatch™

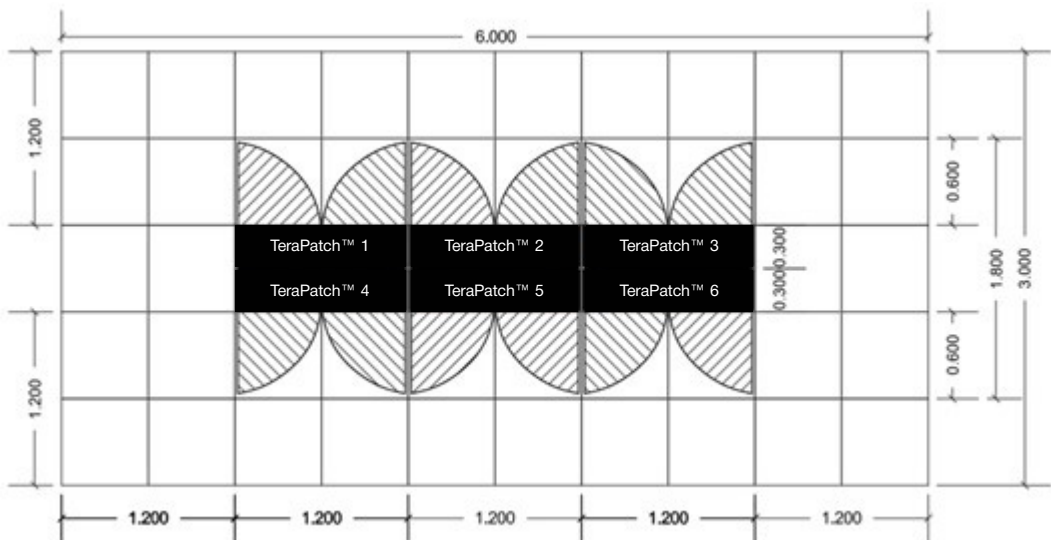
Quando se trata de ter uma noção espacial do projeto e em formas de se implantar a solução, é fundamental visualizar maneiras distintas de acomodação. Por conta disto, há layouts de montagem com espaçamentos sugeridos, como o: **Lado-a-lado, Traseira com Traseira e Contra parede.** Nos tópicos seguintes apresenta-se alguns tipos, com as distâncias em metros.



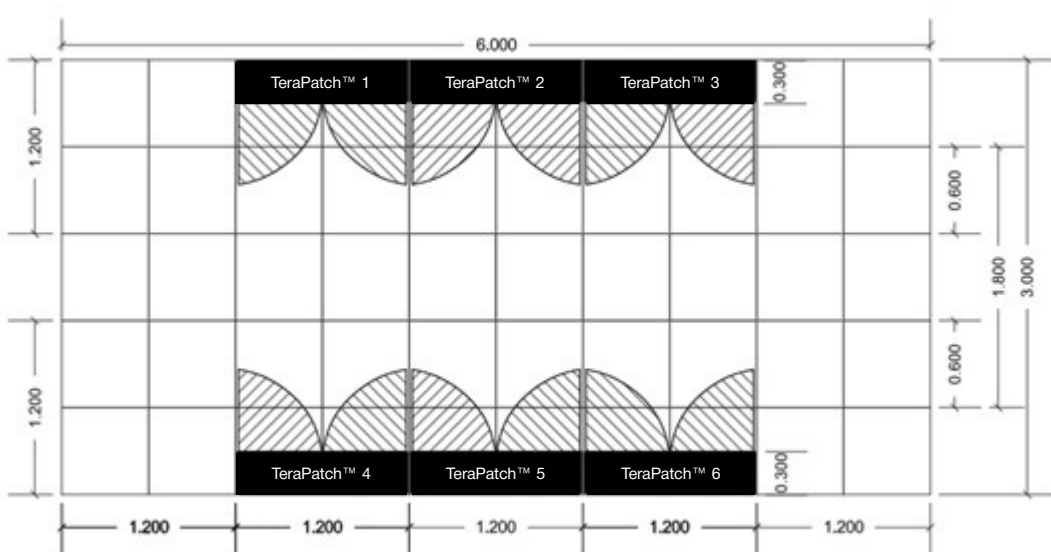
Montagem Lado-a-lado



Montagem Traseira com Traseira



Montagem Contra parede



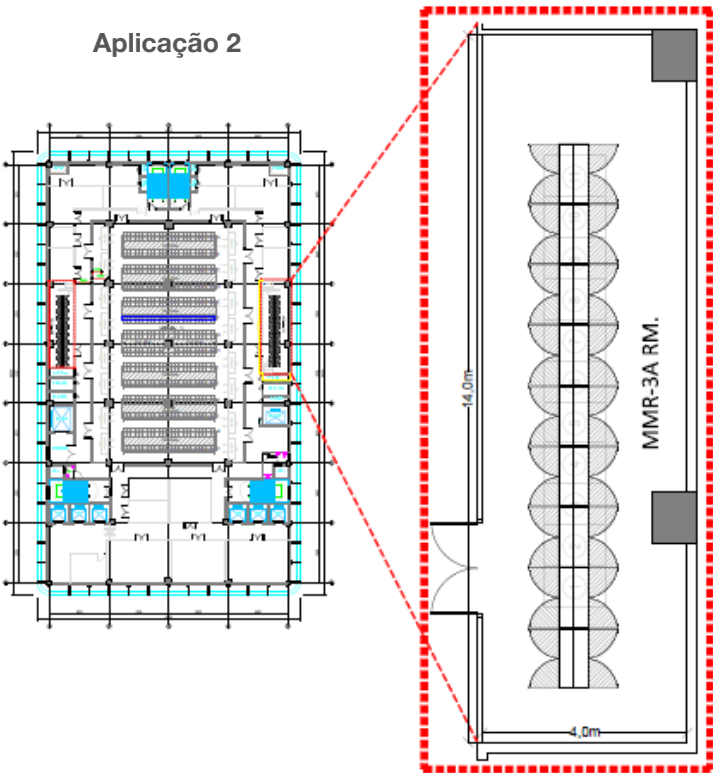
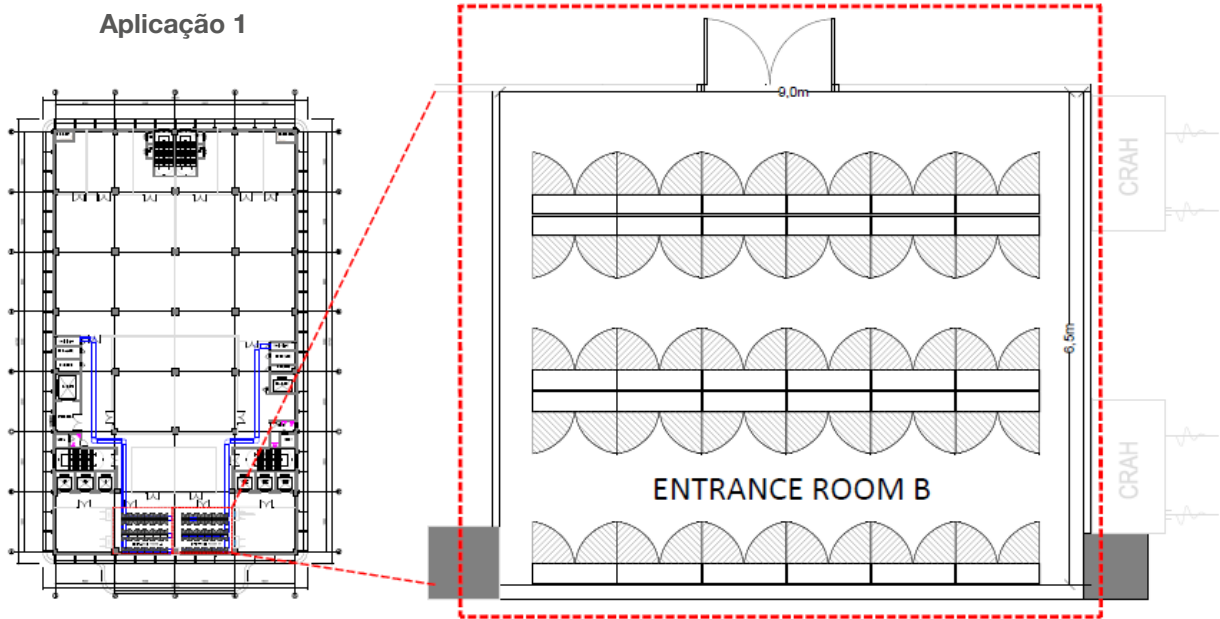
Obs: Distâncias e espaços sugeridos

Aplicações da Plataforma TeraPatch™

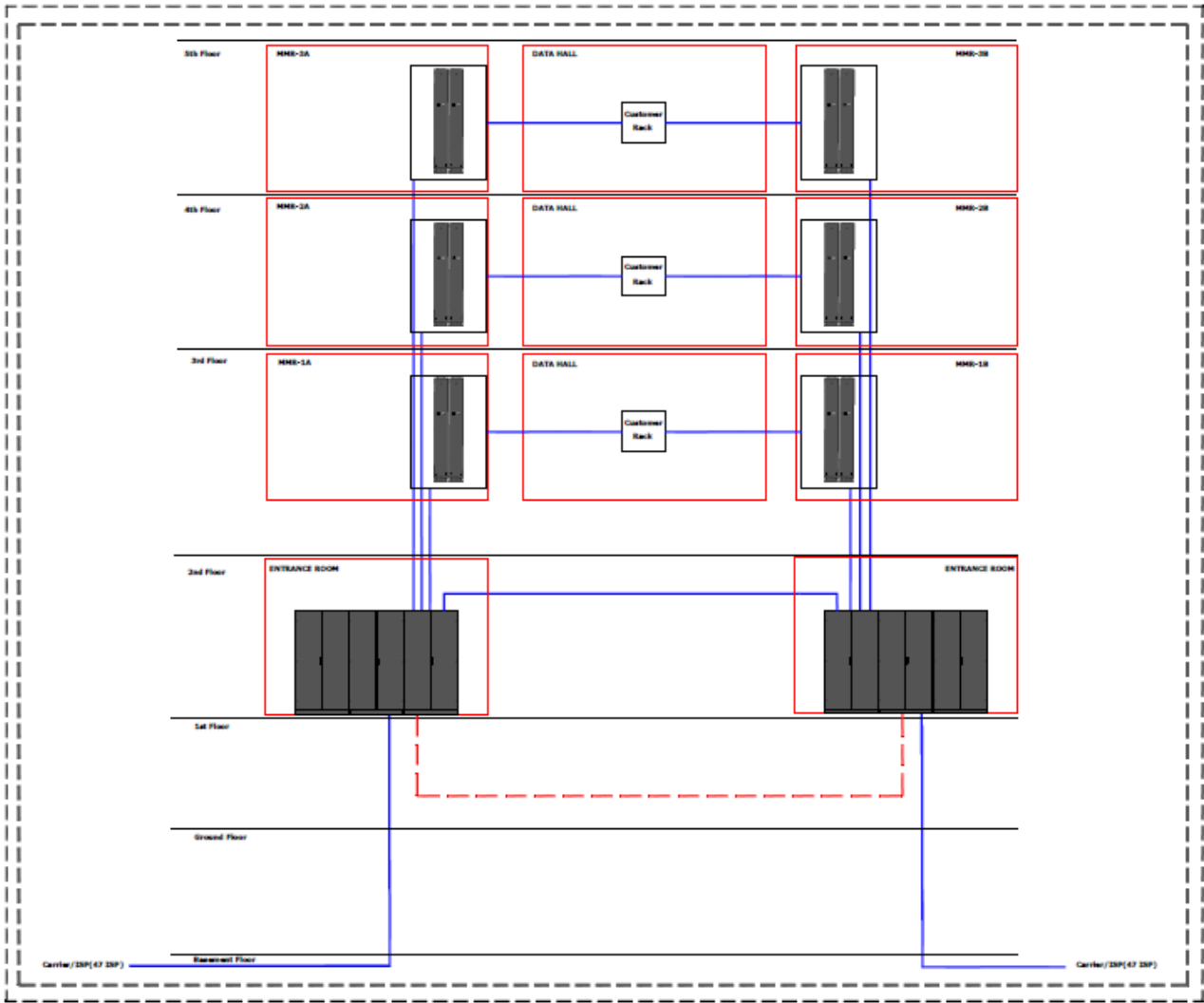
Os exemplos aqui apresentados são sugestões de implementações, podendo haver versões derivadas e alternativas das que estão aqui expostas.

DC Colocation

É possível realizar aplicações em diversos tipos de data center, dentre eles, os de Colocation. Adiante seguem algumas ilustrações da plataforma TeraPatch™ neste cenário.

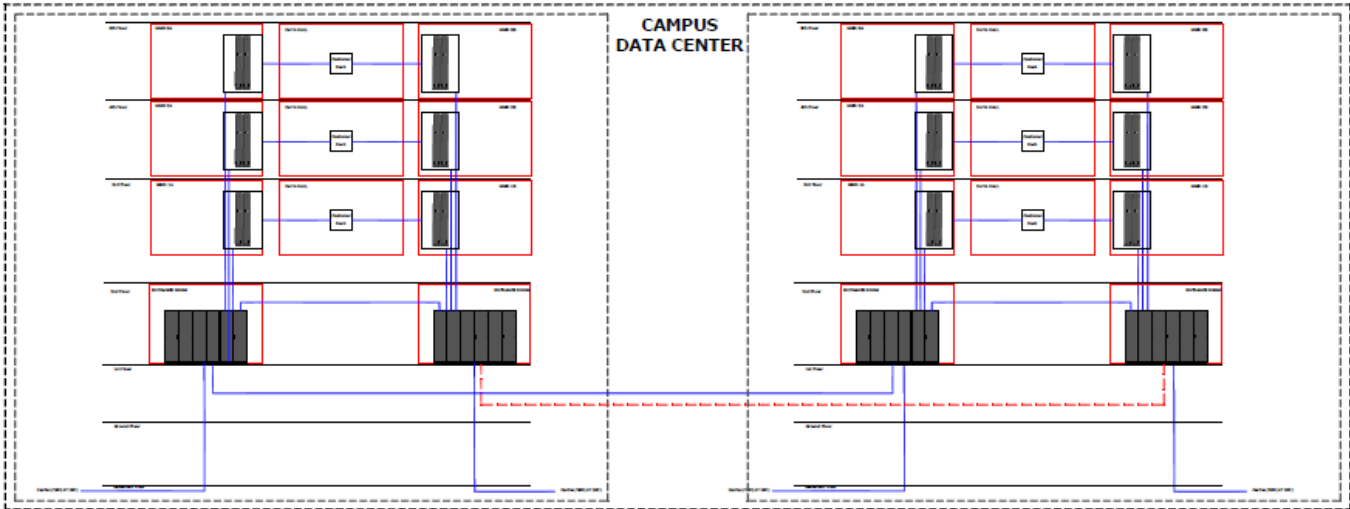


Aplicação 3



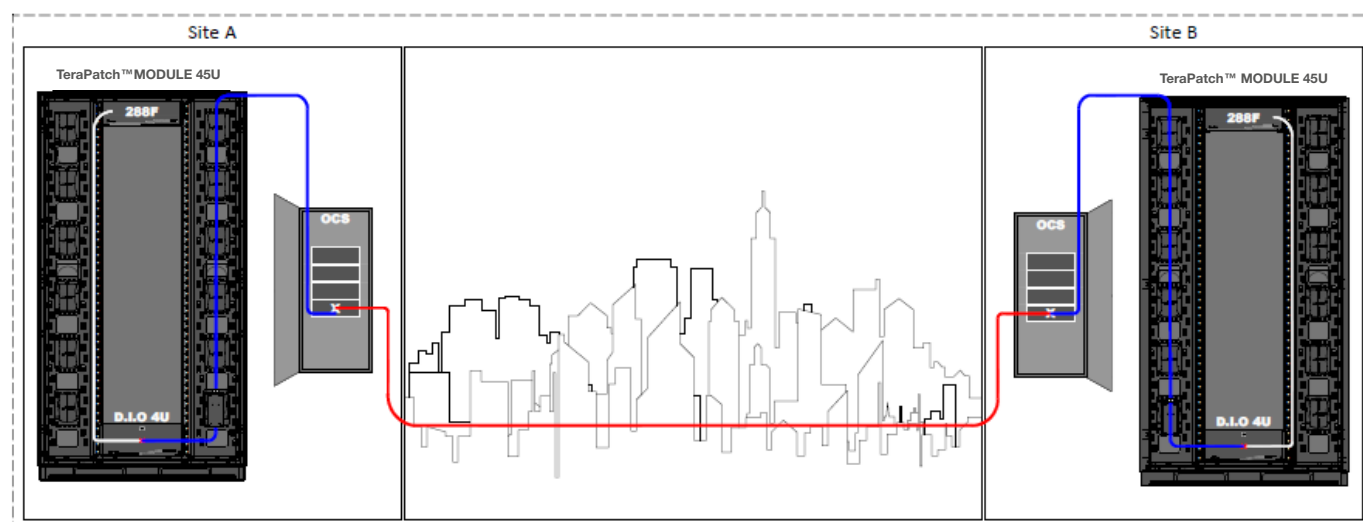
Campus data center

Devido à versatilidade da plataforma TeraPatch™, tem-se a possibilidade de realizar uma aplicação voltada ao encaminhamento e conexão de fibras entre DCs de um mesmo campus. Segue adiante um exemplo dessa aplicação.



Data Center Interconnection

Em um cenário de encaminhamento de fibras onde a distância seja elevada, a plataforma TeraPatch™ também atende aos requisitos necessários para que a conexão ocorra, mostrando que não há barreiras para a sua aplicação. Segue exemplo:



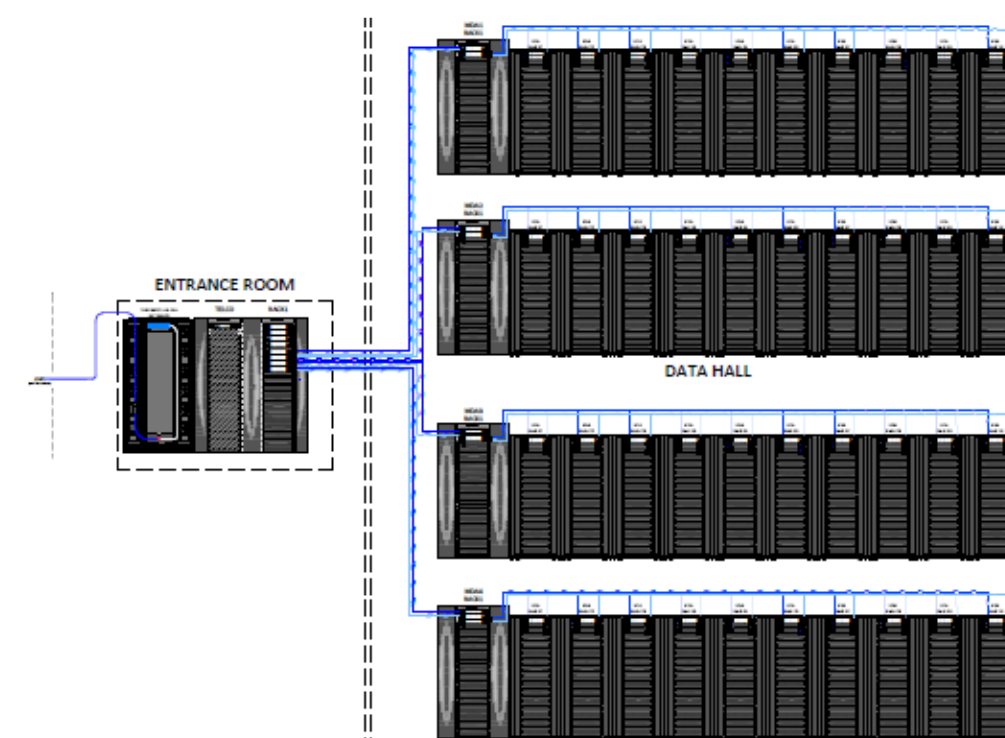
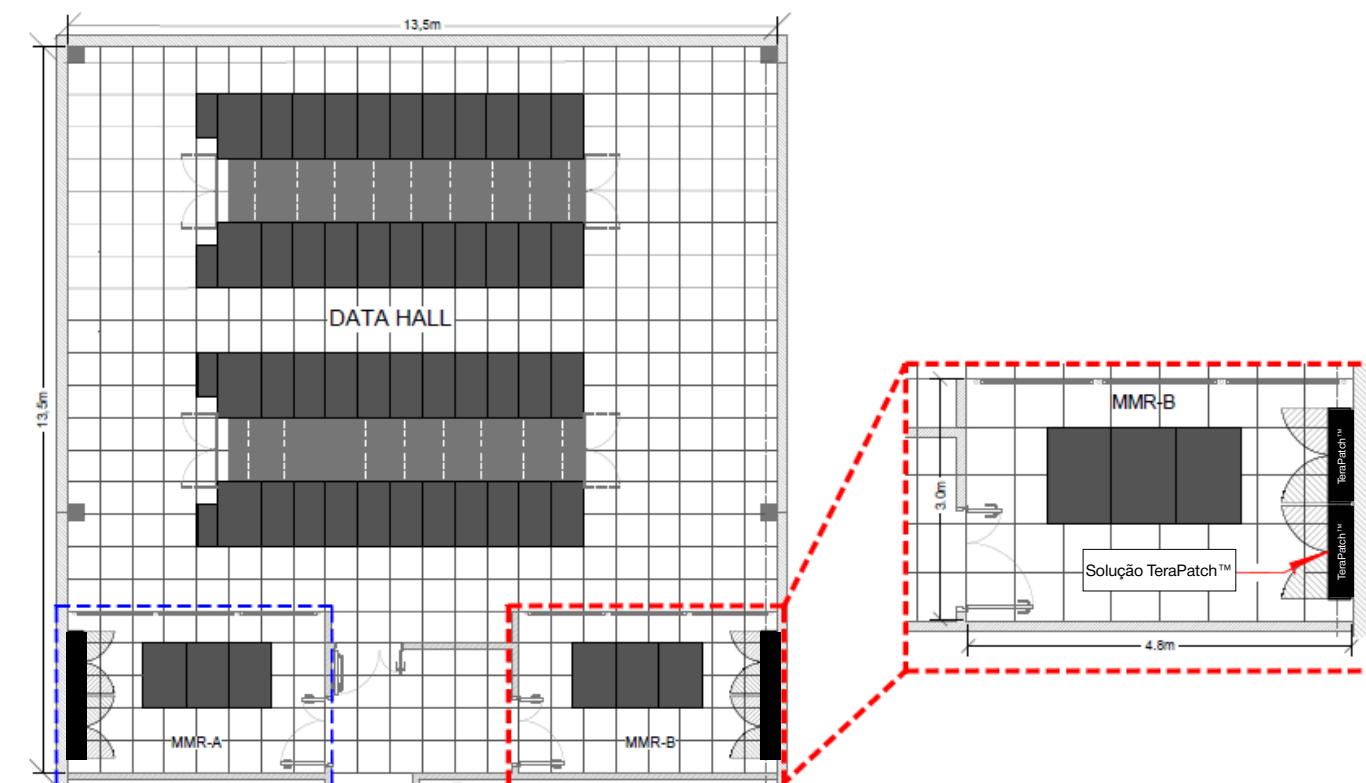
DC em container

Além dos cenários previamente expostos, há também a utilização e aplicação em data centers dentro de containers. Segue exemplo:



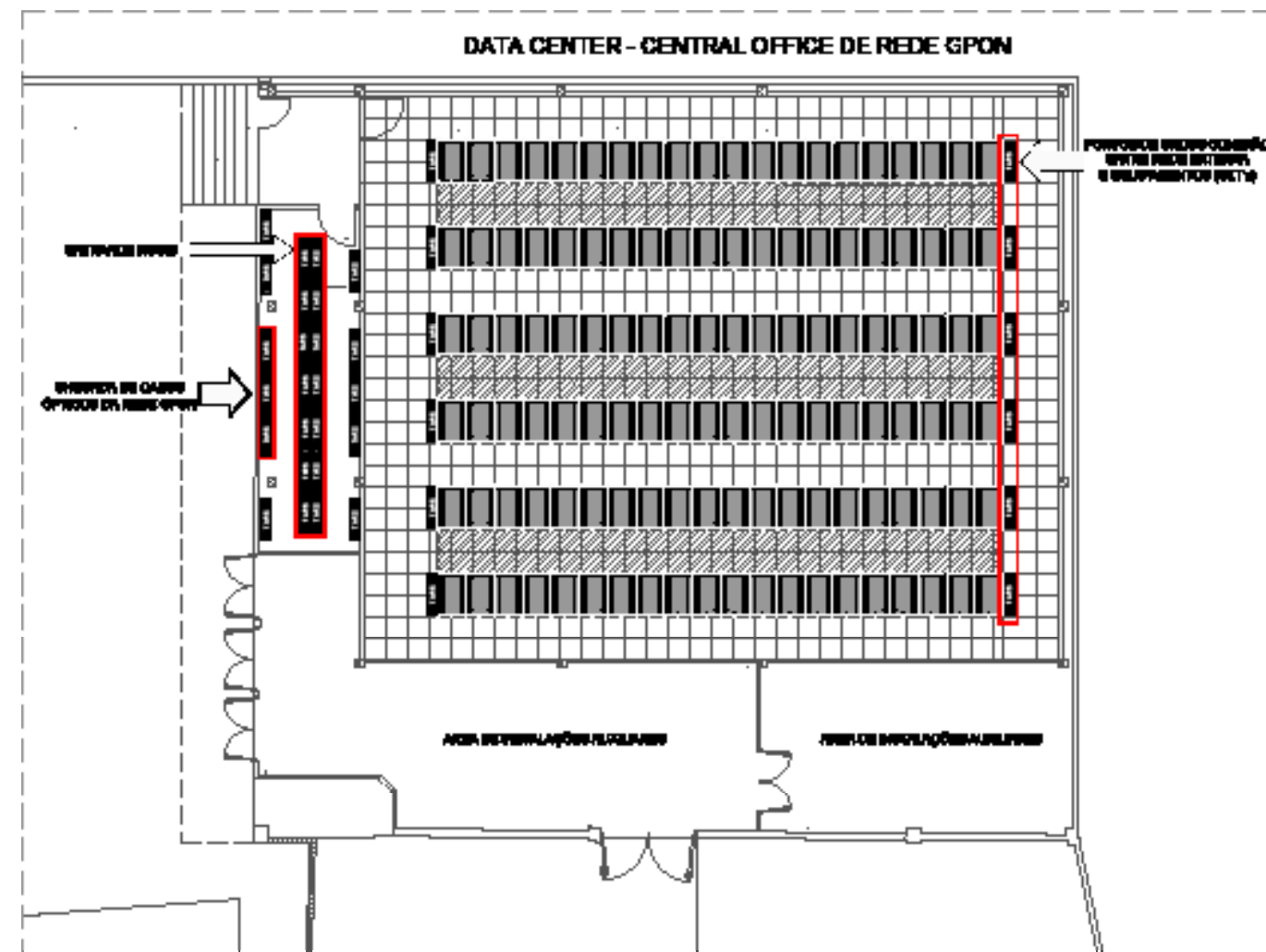
DC Enterprise / ISP / Edge

No segmento de enterprise e ISPs (Internet service providers) também há cenários de aplicação da plataforma TeraPatch™. Segue um exemplo:



DC - Central Office - Rede GPON

Uma possibilidade de utilização da Plataforma TeraPatch™ é em data centers que servem a um Central Office de Redes GPON. A plataforma TeraPatch™ pode ser instalada: na Entrance Room do data center na chegada de cabos ópticos da rede externa, efetuando a transição do meio externo com o interno; e no data hall como um HDA, estabelecendo pontos de cross-conexão entre a rede externa e os equipamentos GPON (OLTs), switches de networking e servidores.



DC para IA - Inteligência Artificial

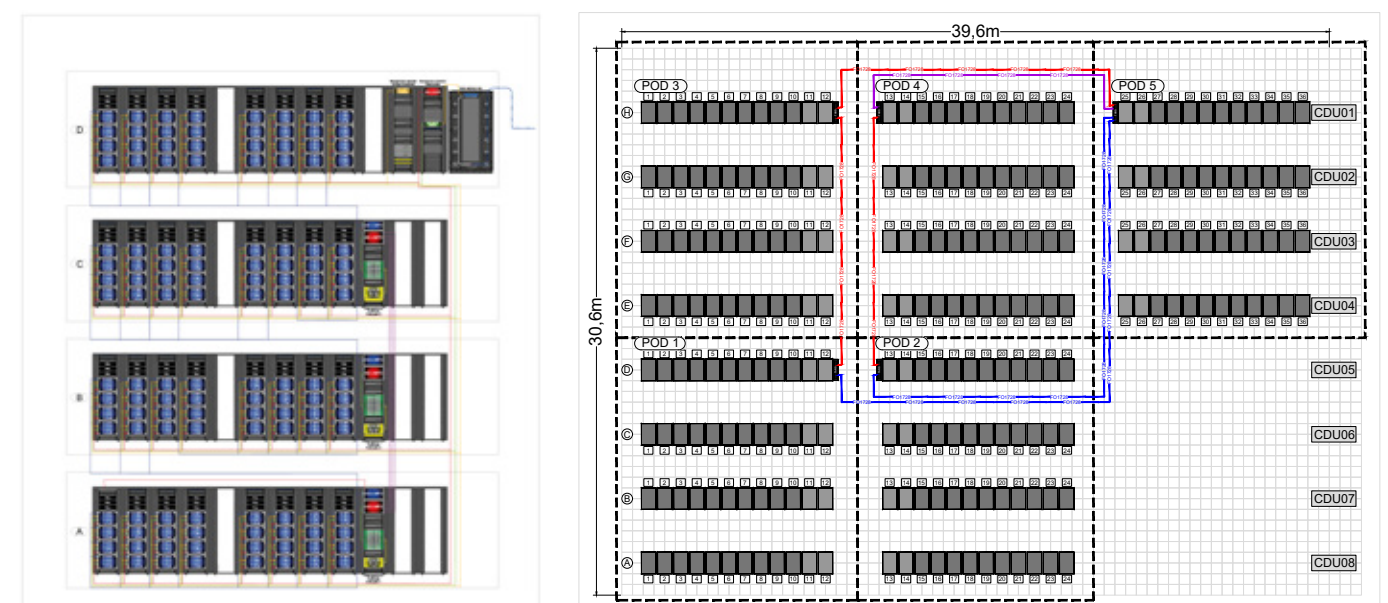
Uma possibilidade de utilização da Plataforma TeraPatch™ é em data centers para IA – Inteligência Artificial com o objetivo de se interligar os PODs que contêm as GPUs de IA. Como neste exemplo a seguir para o SuperPOD NVIDIA DGX H100, a plataforma TeraPatch™, aliada às soluções de cabeamento estruturado que interligam as GPUs, poderia ser instalada como pontos de cross conexão em cada um dos PODs de IA estabelecendo as interconexões ópticas das redes de computing, Storage e In-band do SuperPOD no nível Core conforme a ilustração a seguir. Porém, há necessidade de uma análise e detalhamento da arquitetura de referência do SuperPOD para a completa aderência da solução sugerida.

SuperPOD NVIDIA DGX H100



Fonte: NVIDIA

Design de Cabeamento Estruturado para Interconexão de GPUs e PODs.

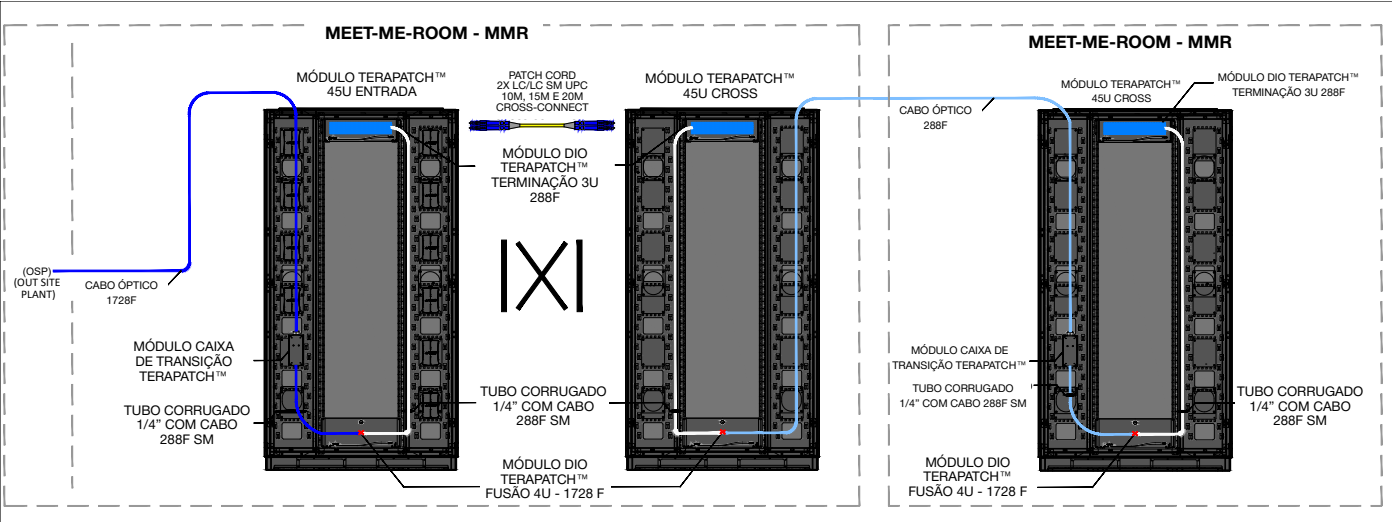


Fonte: Lightera

Topologias da Plataforma TeraPatch™

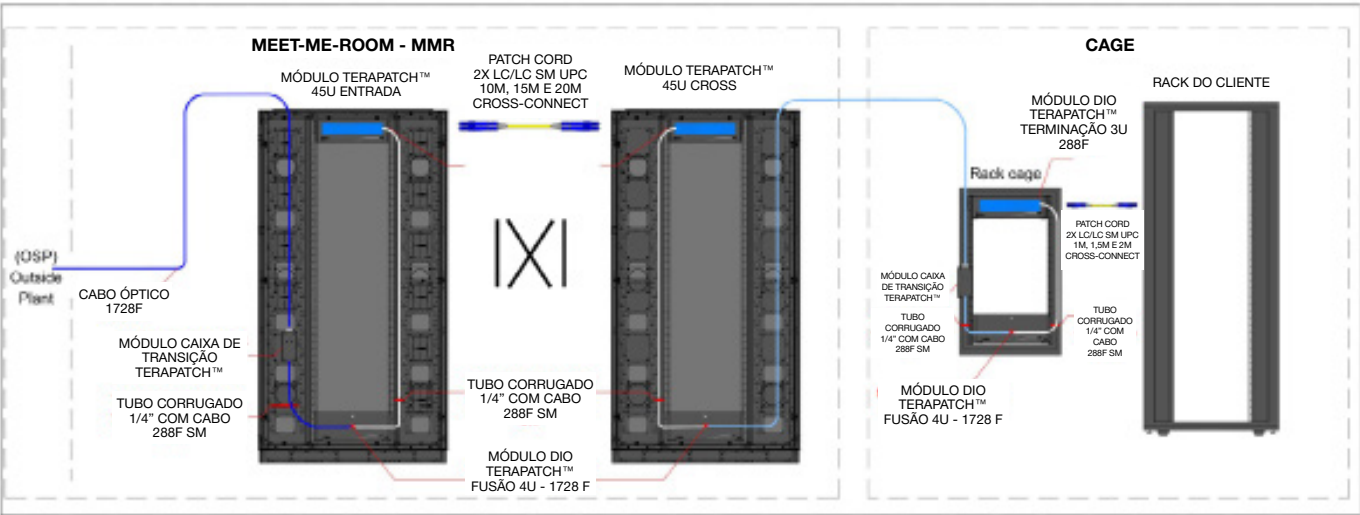
MMR-MMR

Dentre as diversas aplicações possíveis para a plataforma TeraPatch™, tem-se a opção da seguinte topologia de interligação entre Meet-Me-Room's utilizando a configuração de cross-connect. Segue um exemplo:



MMR-CAGES

Dentre as diversas aplicações possíveis para a plataforma TeraPatch™, tem-se também a opção da seguinte topologia de interligação entre Meet-Me-Room's e os Cages do cliente. Segue um exemplo:

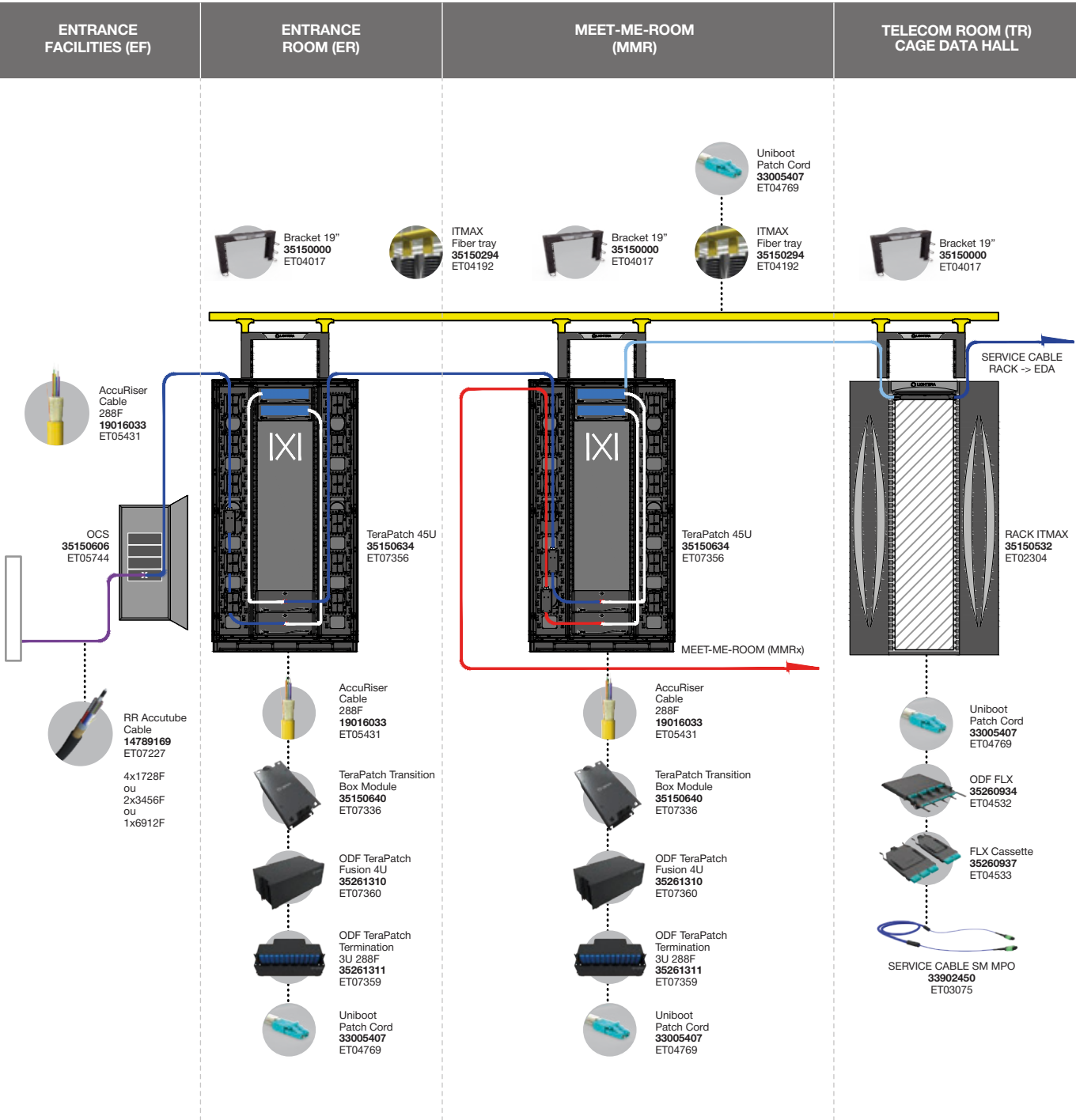


Diagramas

Diagramas de Blocos

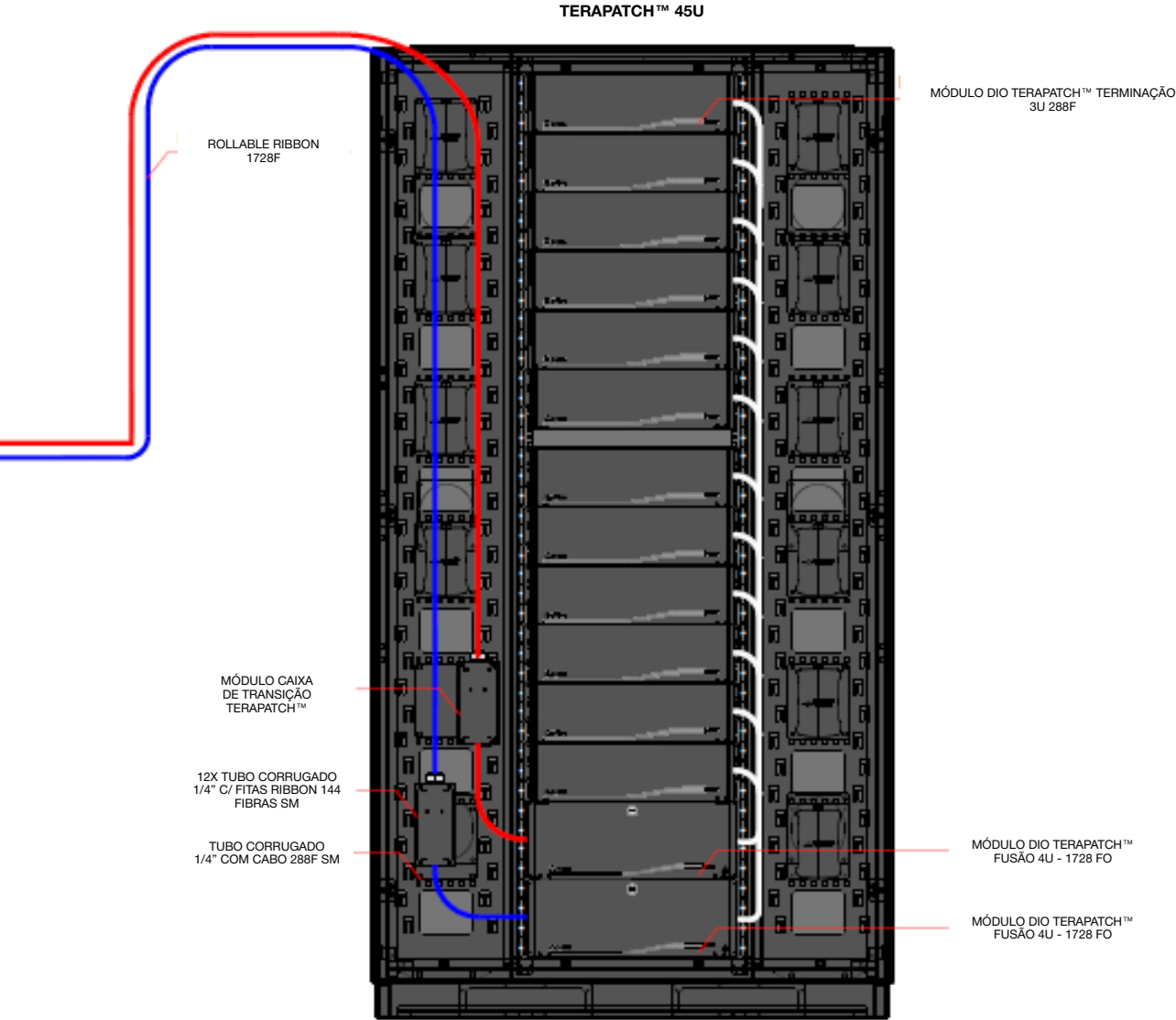
OCS / TeraPatch™ / Racks ITMAX

Buscando uma melhor visualização de como a plataforma TeraPatch™ se encaixa com outros produtos e aplicações, segue abaixo um diagrama de blocos mostrando a partir da entrada de fibra no DC até a disposição da fibra nos racks da linha ITMAX:



Elevação de Rack (Bayface)

Segue adiante uma elevação de rack (bayface) de um TeraPatch™ completo com a quantidade máxima de módulos em seu interior (dois módulos de fusão 4U e doze módulos de terminação 3U 288F). Dessa maneira, é possível ter uma noção de quantidades e utilização para possíveis projetos.



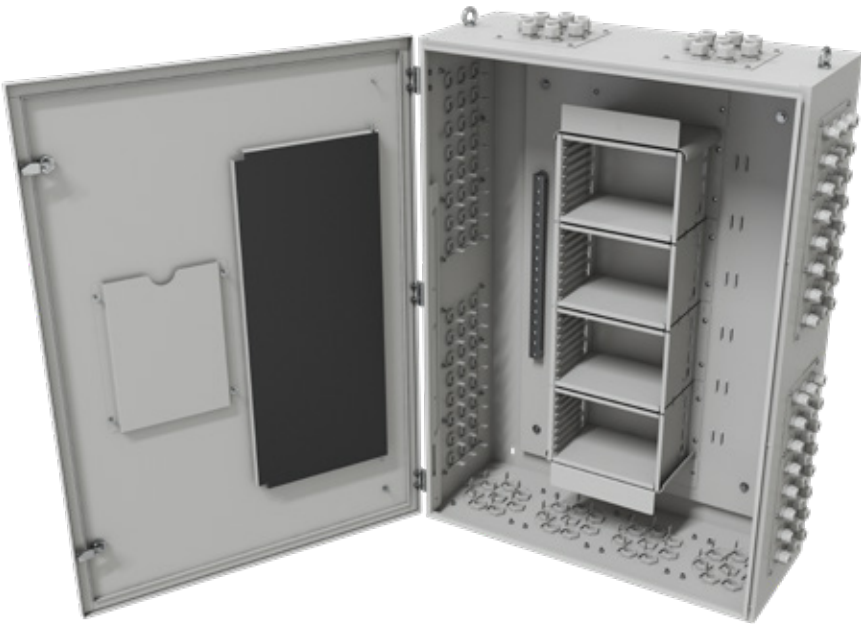
Bibliotecas de Formatos de Arquivos

Visando uma praticidade de utilização da plataforma TeraPatch™ em projetos, alguns formatos de arquivos estarão disponíveis no site da Lightera para auxiliar no desenvolvimento e especificação de soluções.

Consulte nosso site: lightera.com

Produtos Lightera complementares à Plataforma TeraPatch™

OCS



A plataforma TeraPatch™ abrange aplicações de alta densidade, por isto é importante que haja a correta compatibilização com soluções complementares da Lightera. O OCS (Optical Cabinet Splice), neste contexto, faz diferença já que possui a função de fornecer um fácil gerenciamento de fibras e proteção segura de emenda para transição entre a rede externa e o data center. Com isto, a “chegada” dos cabos ao TeraPatch™ pode ter origem no gabinete do OCS.

Consulte o capítulo [Diagramas](#) para mais detalhes da Solução.

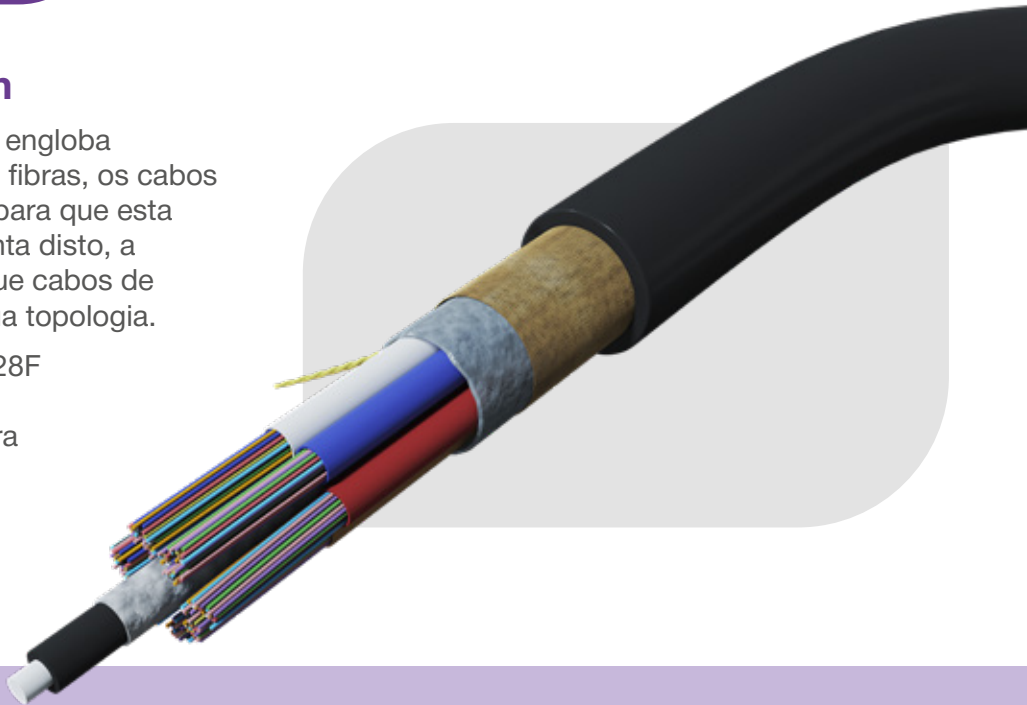
Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
35150606	Módulo Básico OCS - A solução OCS possui acessórios. Detalhes favor consultar o site da Lightera.	ET05744

Cabos ópticos

Cabos Rollable Ribbon

Como a plataforma TeraPatch™ engloba aplicações de alta densidade de fibras, os cabos Rollable Ribbon são essenciais para que esta densidade seja atingida. Por conta disto, a solução foi desenvolvida para que cabos de alta formação façam parte de sua topologia.

Cabos com formação de até 1728F podem ser instalados dentro da solução, devendo-se atentar para a acomodação do cabo dentro do Módulo Caixa de Transição TeraPatch™ e a sua respectiva formação de tubos corrugados na “saída”.



Os **cabos AccuTube da Lightera** foram desenvolvidos para atender essa crescente demanda de soluções com altíssima densidade em data centers. Seu design flexível, compacto, aderente às normas nacionais/internacionais e com a tecnologia **Rollable Ribbon** o tornam um grande aliado para projetos de alta complexidade, conforme imagem ilustrativa:

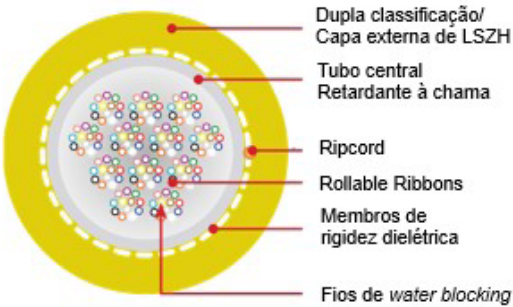
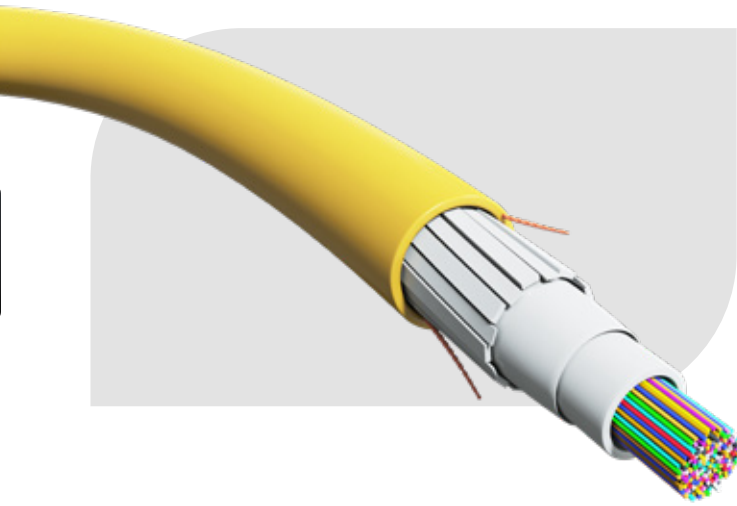
Com o intuito de visualizar a utilização do cabo em projetos futuros, segue um explicativo e uma seção transversal de exemplo do cabo:



Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
19727058	AccuTube® 250 µm Rollable Ribbon Outdoor/Indoor Building Cable	ET07227
Sob Consulta	AccuTube 200 µm Rollable Ribbon Outdoor/Indoor Building Cable	ET07195

Cabos AccuRiser

Há também a possibilidade de que os cabos RR possuam somente um conjunto de formações de cabos, como é o caso do cabo AccuRiser:



Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
Sob Consulta	AccuRiser™ 250 µm Rollable Ribbon Fiber Optic Cable	ET07222
Sob Consulta	AccuRiser™ 200 µm Rollable Ribbon Fiber Optic Cable	ET07221

Cabos Loose Tube

Em relação aos cabos de menor formação, tem-se também os cabos Loose Tube, com formações de 72, 144, 288 fibras e entre outros, conforme imagem ilustrativa:



Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
17018101	Cabo Óptico CFOA-SM-DDR-S 72F G-652D TS (PFV) LSZH (ABNT CL)	ET02719
17718055	Cabo Óptico CFOA-SM-DDR-S 144F G-652D TS (PFV) LSZH (ABNT CL)	

Brackets 19"

A fim de haver uma compatibilidade completa entre os produtos Lightera, a plataforma TeraPatch™ foi pensada e desenvolvida para que sua utilização esteja em conformidade com os **brackets 19"**.

Desta maneira, a fixação da solução, juntamente com a organização dos cabos e a versatilidade de instalação se tornam um atrativo competitivo da solução, dando uma maior robustez e aderência ao mercado.

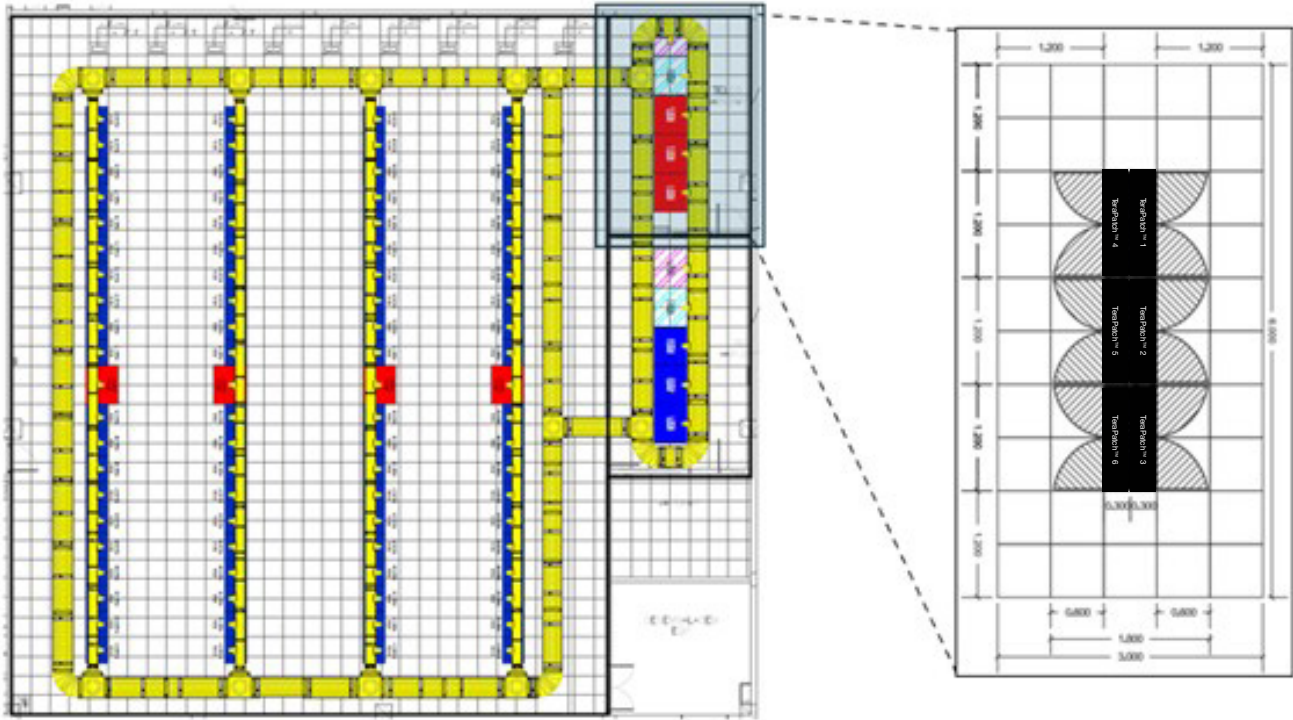
Segue adiante uma ilustração contendo os brackets 19" em uma montagem da plataforma TeraPatch™ contra parede e outra contendo o produto.



Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
35150009	Bracket 19". Venda somente com kit contendo 2 unidades.	ET04017

Canaletas ITMAX

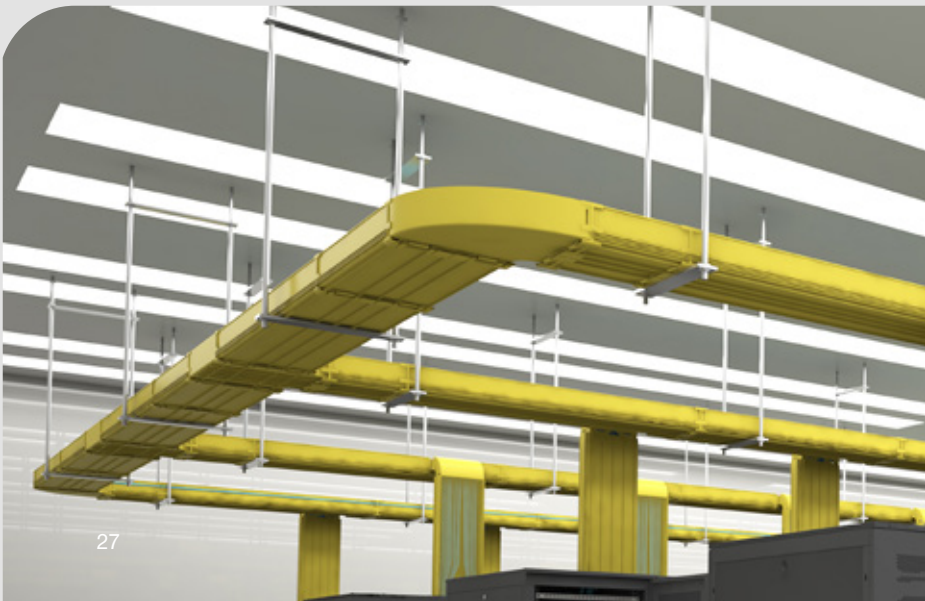
Em um cenário de utilização da plataforma TeraPatch™, há a possibilidade de se aproveitar soluções de **canaletas ITMAX da Lightera**. Segue um exemplo:



Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
35150131	Canaleta ITMAX - 100mm Leito Principal	ET04192
35150068	Canaleta ITMAX - 220mm Leito Principal	
35150134	Canaleta ITMAX - 300mm Leito Principal	
35150286	Canaleta ITMAX - 600mm Leito Principal	

É importante que se tenha uma noção de como a solução de infraestrutura se comporta dentro do ambiente em que está sendo planejada. Por conta disto, segue uma ilustração das **canaletas ITMAX dentro de um Data hall**:

Para mais modelos, consulte o Guia de Canaletas.



Racks ITMAX

Da mesma forma que ocorre para o OCS, a plataforma TeraPatch™ tem compatibilidade completa com a **linha ITMAX**, facilitando o entendimento de quem pretende realizar um projeto completo com produtos Lightera. Para isto, os cordões e cabos ópticos pré-conectorizados advindos do TeraPatch™ podem ser utilizados para o que for necessário dentro dos racks. Segue ilustração do rack.

Conforme será mostrado adiante, há sugestões de topologia a serem consideradas em um possível projeto.



Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
35150531	Rack Aberto 19" 45U ITMAX	ET02295
35150106	Guia vertical 200mm ITMAX - Porta Única	ET03069
35150521	Tampa Lateral - Guia Vertical ITMAX - Porta Única	ET02323
35150409	Acomodador Radial Plástico ITMAX (KIT 5 PCS.)	ET02327
35150107	Guia Vertical Entre Racks 315mm ITMAX - Porta Única	ET03068
35150255	Barra de Aterramento para Rack 45U	ET02325
35150405	Bandeja Superior e Inferior ITMAX	ET02313

Cassetes FLX

Para se ter uma compatibilidade com a linha de DIOs FLX, tem-se os **Cassetes FLX**. Se trata de um Módulo óptico montado em fábrica com adaptador óptico MPO/MTP de 08 fibras (Base 8) ou 12 fibras (Base 12) do tipo fêmea (sem pino guia) na parte traseira, e adaptadores ópticos LC duplex na parte frontal.

O **Cassete FLX** é adequado para ambientes de alta densidade de fibras ópticas em sistemas plug and play. Permite:

- ✓ Flexibilidade e modularidade, com facilidade de expansão sem degradação de qualidade;
- ✓ Rapidez e facilidade na instalação e reconfiguração;
- ✓ Manuseio simples.

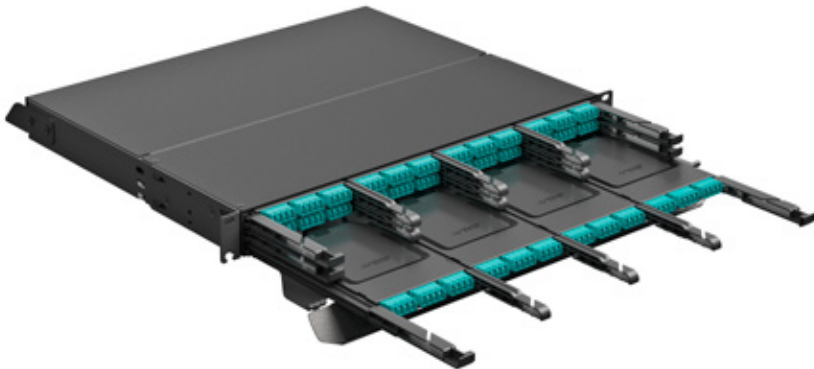


Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
35260941	DIO Cassete FLX PREMIUM 08F SM BLI G-657A LC-UPC/MPO8-APC(F) Tipo B Direto	ET04533
35260942	DIO Cassete FLX PREMIUM 08F SM BLI G-657A LC-UPC/MPO8-APC(F) Tipo B Reverso	
35260937	DIO Cassete FLX PREMIUM 12F SM BLI G-657A LC-UPC/MPO12-APC(F) Tipo B Direto	
35260938	DIO Cassete FLX PREMIUM 12F SM BLI G-657A LC-UPC/MPO12-APC(F) Tipo B Reverso	

DIOs FLX

Os **DIOs FLX**, em conjunto com os racks ITMAX, podem ser a continuidade das interconexões que têm origem na Plataforma TeraPatch™.

A linha FLX representa uma abordagem moderna e modular para distribuição óptica em data centers, com foco em alta densidade, flexibilidade, escalabilidade e facilidade de instalação. Ao optar por DIOs FLX, o projetista e o cliente final ganham uma solução padronizada, eficiente e compatível com os novos requisitos de conectividade e expansão.



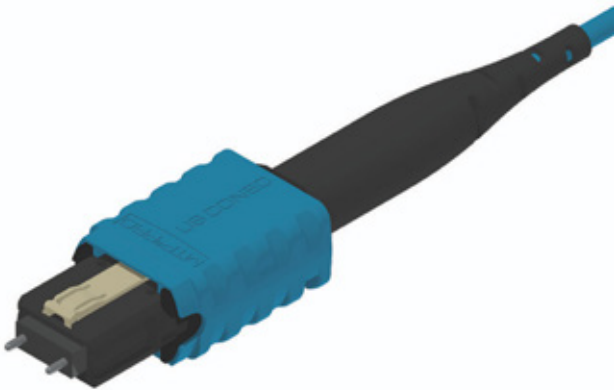
A estrutura dos **DIOs FLX** inclui trilhos para encaixe dos cassetes, organizador frontal para entrada e encaminhamento dos cordões ópticos e área para acomodação de excesso de fibras - aspecto importante para manter um cabeamento limpo e ordenado, essencial em ambientes de alta densidade.

Para ambientes que demandam alta densidade de fibras, flexibilidade de expansão e organização eficiente, os DIOs FLX oferecem escalabilidade sem retrabalho. Com módulos pré-montados e sistema modular, torna-se simples adicionar terminais ou expandir a capacidade conforme cresce a demanda. Além disto, é possível ter economia de espaço e melhor organização, já que a alta densidade de portas permite concentrar uma grande quantidade de fibras em pouco espaço de rack, reduzindo a ocupação e facilitando o gerenciamento físico da infraestrutura.

Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
35261061	DIO Modular FLX - 1U - Módulo Básico - Base 8	ET04532
35260934	DIO Modular FLX - 1U - Módulo Básico - Base 12	

Service Cable

Cabo Óptico de construção circular do tipo totalmente seco ("tubo loose"), pré-conectorizado em fábrica com conectores ópticos de alta performance, para utilização em ambientes de rede interna ou interna/externa. Disponível montado nas duas extremidades com conectores ópticos MPO.



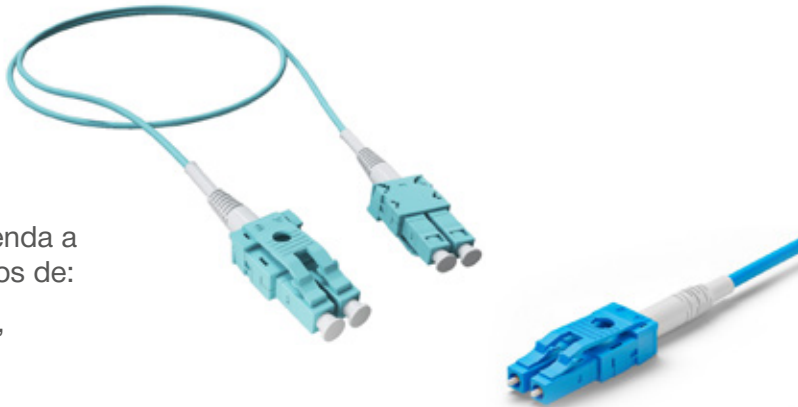
Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
33901195	Service Cable Conectorizado 12F SM BLI G-657A2 MPO12-APC(M)/MPO-12-APC(M) 0.8D3/0.8D3 15.0m - UT - LSZH - Azul - Tipo B - Premium	ET03779

Cordões ópticos

Para a plataforma TeraPatch™, a Lightera recomenda a utilização de **cordões do tipo Uniboot** por motivos de:

- ✓ Densidade, já que reduz o volume de cabos e, conseqüentemente, ocupa menos espaço;
- ✓ Organização e manutenção;
- ✓ Inversão de polaridade rápida e sem ferramentas;
- ✓ Maior facilidade para instalação e organização em guias verticais e horizontais.

Os cordões ópticos assumem papel central na construção de canais confiáveis, organizados e compatíveis com infraestruturas cada vez mais compactas. A evolução das soluções de transmissão e a necessidade de otimizar o uso do espaço físico tornam a escolha do cordão óptico um ponto de atenção do DC.

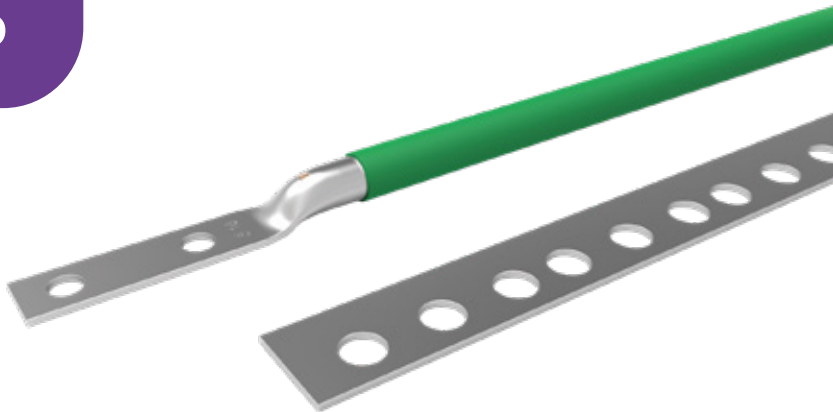


Dentre as diversas configurações de cordões existentes, o **LC Duplex Uniboot** apresenta aderência à plataforma **TeraPatch™**, junto do **Módulo DIO TeraPatch™** **Terminação 3U 288F**. Os cordões ópticos da Lightera suportam as principais aplicações segundo normas **IEEE 802.3, ANSI T11.2 (Fibre Channel) e ITU-T-G-984**.

Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
33004745	Cordão Duplex Conectorizado SM BLI G-657A2 LC(UBX)-UPC/LC(UBX)-UPC - 3.0m - LSZH - AZUL (A - B) - Premium	ET04769

Barra de Aterramento

Confeccionada em cobre revestido com estanho eletrolítico que proporciona a vinculação do Rack ao sistema de aterramento do local. Fornecida com os parafusos e cabo de vinculação elétrica sendo compatível com os gabinetes da Plataforma TeraPatch™ e Racks ITMAX.



Código Lightera	Descrição	Especificação Técnica
35150255	Barra de Aterramento para Rack 45U	ET02325

3 Anexos

Os anexos que se seguem constituem um acervo complementar de informações, referências técnicas e recursos de suporte desenvolvidos especificamente para subsidiar e potencializar complementos aos projetos que implementam a Plataforma TeraPatch™ da Lightera.

Esta parte do Guia de Aplicação foi estruturada com o objetivo de oferecer conteúdo de natureza genérica e correlata, aplicável a diferentes cenários de utilização da Plataforma TeraPatch™. Aqui você encontrará:

- ✓ **Informações Complementares:** Detalhes técnicos, topologias, diagramas e referências auxiliares que ampliam a compreensão dos conceitos apresentados no corpo principal do guia.
- ✓ **Documentação Normativa:** Referências a normas, guias, sites, standards e regulamentações relevantes para a implementação segura e conforme da solução.

Os anexos são recursos de consulta modular e independente. Você pode acessá-los conforme a necessidade específica do seu projeto, sem a obrigatoriedade de seguir uma sequência linear. Cada anexo é claramente identificado com seu tema e escopo de aplicação, permitindo que você localize rapidamente a informação desejada.

Escopo e Aplicabilidade

É importante ressaltar que o conteúdo desta seção reflete algumas das melhores práticas consolidadas e cenários típicos de implementação de infraestruturas de cabeamento estruturado. Embora abrangente, este material é de caráter orientativo e genérico. Projetos com requisitos específicos, customizações ou restrições particulares devem ser validados em conjunto com a equipe técnica da Lightera, garantindo que a plataforma TeraPatch™ esteja plenamente alinhada aos objetivos do seu caso de uso.

Suporte Técnico

Caso você identifique lacunas de informação, tenha dúvidas sobre a aplicabilidade de um anexo ao seu projeto específico, ou necessite de esclarecimentos técnicos complementares, não hesite em contatar as Engenharias de Aplicações e Produtos da Lightera através dos canais de suporte disponibilizados.

Os anexos a seguir são seus aliados no sucesso da implementação da Plataforma TeraPatch™. Explore, consulte e aplique com confiança.

Topologia de Backbone em data centers

Melhores práticas de projeto

O backbone de um data center deve ser projetado para oferecer escalabilidade, continuidade operacional, alto desempenho e flexibilidade para expansão, independentemente da topologia de cabeamento adotada. Isso inclui topologias de cabeamento para atender arquiteturas de redes como Spine-Leaf e Three-Tier (Core, Aggregation e Access). Em qualquer uma delas, uma premissa fundamental é evitar pontos únicos de falha ou SPOF (single point of failure), garantindo redundância lógica e física por caminhos físicos distintos e de equipamentos em pares.

O projeto deve considerar o crescimento progressivo do tráfego de dados e a necessidade de escalabilidade horizontal, prevendo capacidade excedente de portas, fibras e módulos ópticos. A utilização de cabeamento estruturado de alta densidade, conectores de ultrabaixas perdas e fibras monomodo tende a aumentar a vida útil da rede e facilitar a migração para velocidades superiores (40/100/400/800G/1.6T).

Além da infraestrutura física, boas práticas de projeto, documentação, identificação clara de rotas, gerenciamento de mudanças e monitoramento contínuo da rede são fundamentais para manter a previsibilidade operacional. A topologia escolhida deve estar alinhada ao perfil de aplicações, padrões de tráfego (norte-sul, leste-oeste), normas técnicas aplicáveis e aos requisitos de latência, garantindo uma comunicação confiável entre servidores, storage, serviços externos e nuvem.

Ambientes abrangidos

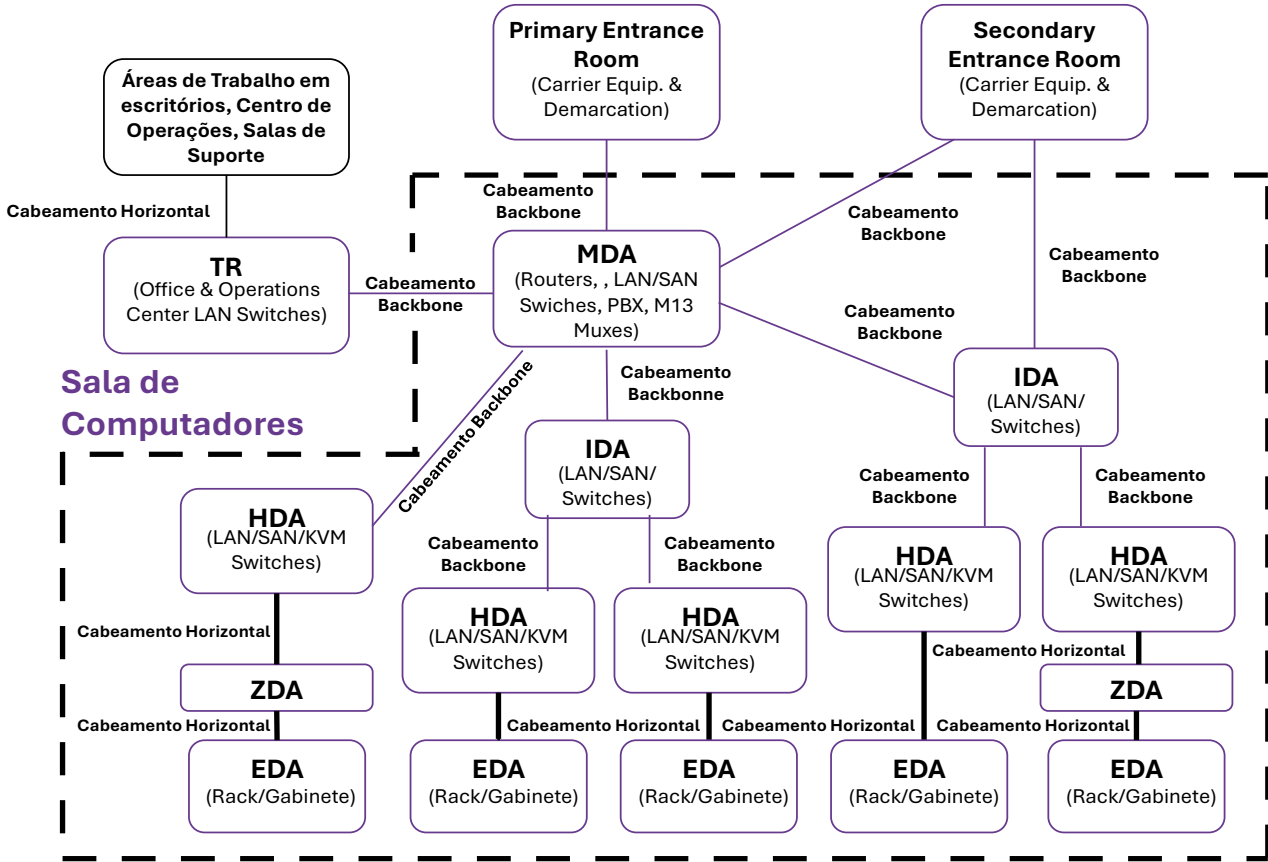
A topologia de backbone em um data center atua como o elo entre os diversos domínios que compõem a infraestrutura. Em ambientes de acesso e agregação, o backbone conecta os switches que atendem os racks de servidores e storage às camadas mais elevadas de distribuição ou core, garantindo que o tráfego circule de forma estável e previsível.

Nas salas de equipamentos principais, onde se concentram switches core, roteadores e dispositivos de borda, o backbone assume papel estratégico ao integrar o data center a redes corporativas, operadoras e serviços externos (incluindo nuvem e internet). Já em cenários de data centers distribuídos ou multi-site, o backbone se estende além do campus físico, abrangendo enlaces ópticos metropolitanos ou inter-regionais que permitem replicação de dados, contingência e orquestração de cargas de trabalho.

Assim, o backbone não se limita a um único ambiente ou nível da arquitetura: ele permeia desde o nível de acesso até a borda externa da rede, suportando comunicação entre servidores, sistemas de armazenamento, ambientes de nuvem, redes WAN e serviços críticos, assegurando desempenho, resiliência e continuidade operacional em qualquer modelo de data center.

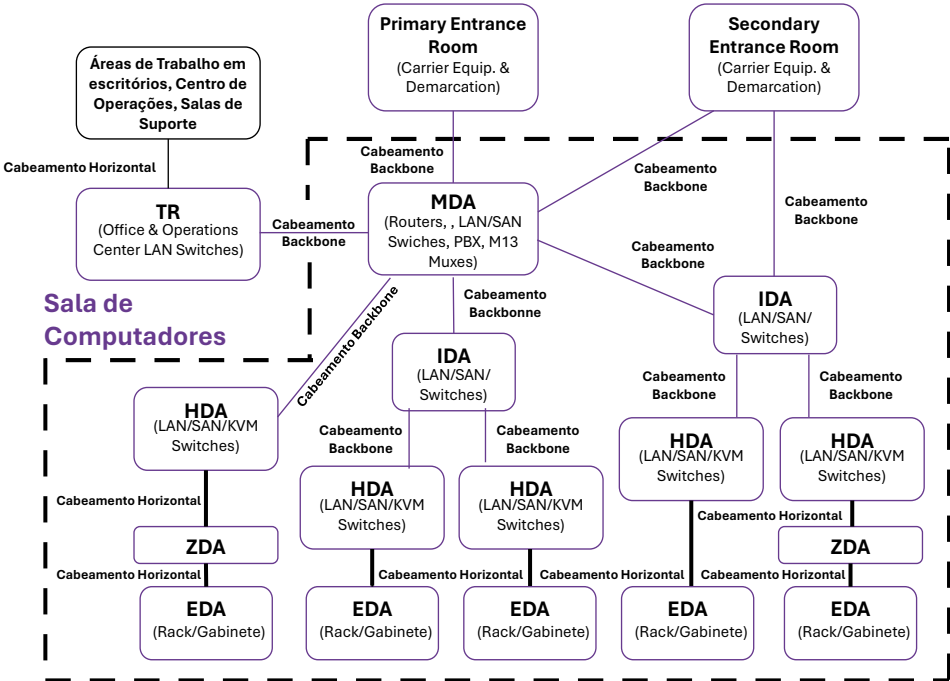
A norma ANSI/TIA-942 recomenda a implementação de uma topologia de cabeamento em estrela hierárquica, com a previsão de diferentes áreas de distribuição para as conexões cruzadas e interconexões do cabeamento estruturado. Essa norma define cinco áreas diferentes de conexão cruzada e ou interconexão:

- ✓ MDA - área de distribuição principal;
- ✓ IDA - área de distribuição intermediária;
- ✓ HDA - área de distribuição horizontal;
- ✓ ZDA - área de distribuição por zona;
- ✓ EDA - área de distribuição de equipamentos.



Essas áreas de distribuição representam, de uma forma genérica, uma rede composta por racks e/ou gabinetes até a área principal onde roteadores, switches e os clusters de IA estarão localizados. A norma ANSI/TIA-942 também fornece orientação sobre definições de redundância (caminhos, espaços, interconexões, componentes e equipamentos), classificando-as em quatro níveis conhecidos como classificações de disponibilidade chamadas de: Rated. A classificação Rated 1 é o nível mais baixo com a menor redundância. A classificação Rated 4 fornece a maior redundância no cabeamento estruturado de um data center e é a que normalmente se implementa nos data centers de HPC.

Quando se trata de topologias de cabeamento estruturado, a norma aborda o cabeamento backbone e o cabeamento horizontal, conforme ilustrado no diagrama a seguir. Cada uma das áreas de distribuição, representados nos retângulos identificados, é uma área de conexão cruzada ou interconexão que contém hardware de conexão passivo (patch panels e ou DIO's).



Anexo II • Normas Técnicas

Cabeamento Estruturado

Internacionais

ISO/IEC 11801-1 - Information Technology – Generic Cabling for Customer Premises – Part 1: General requirements

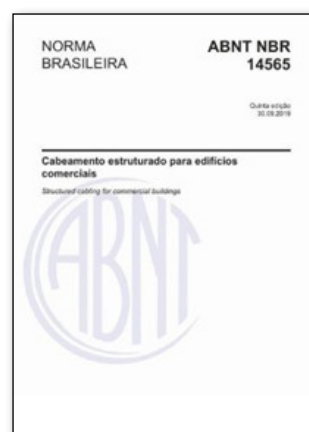
Esta norma define requisitos de projeto e desempenho para o cabeamento de forma geral, abrangendo topologias, distâncias máximas, classes de cabos e conectores. O objetivo é garantir padronização, alta disponibilidade e flexibilidade para expansões, mantendo desempenho e organização coerentes.



Brasileiras

ABNT NBR 14565 - Cabeamento estruturado para edifícios comerciais

Versão nacional equivalente à ISO/IEC 11801. Estabelece requisitos para cabeamento estruturado em edificações comerciais, incluindo categorias de cabos, distâncias máximas e topologias de distribuição.



Norte Americanas

TIA-568

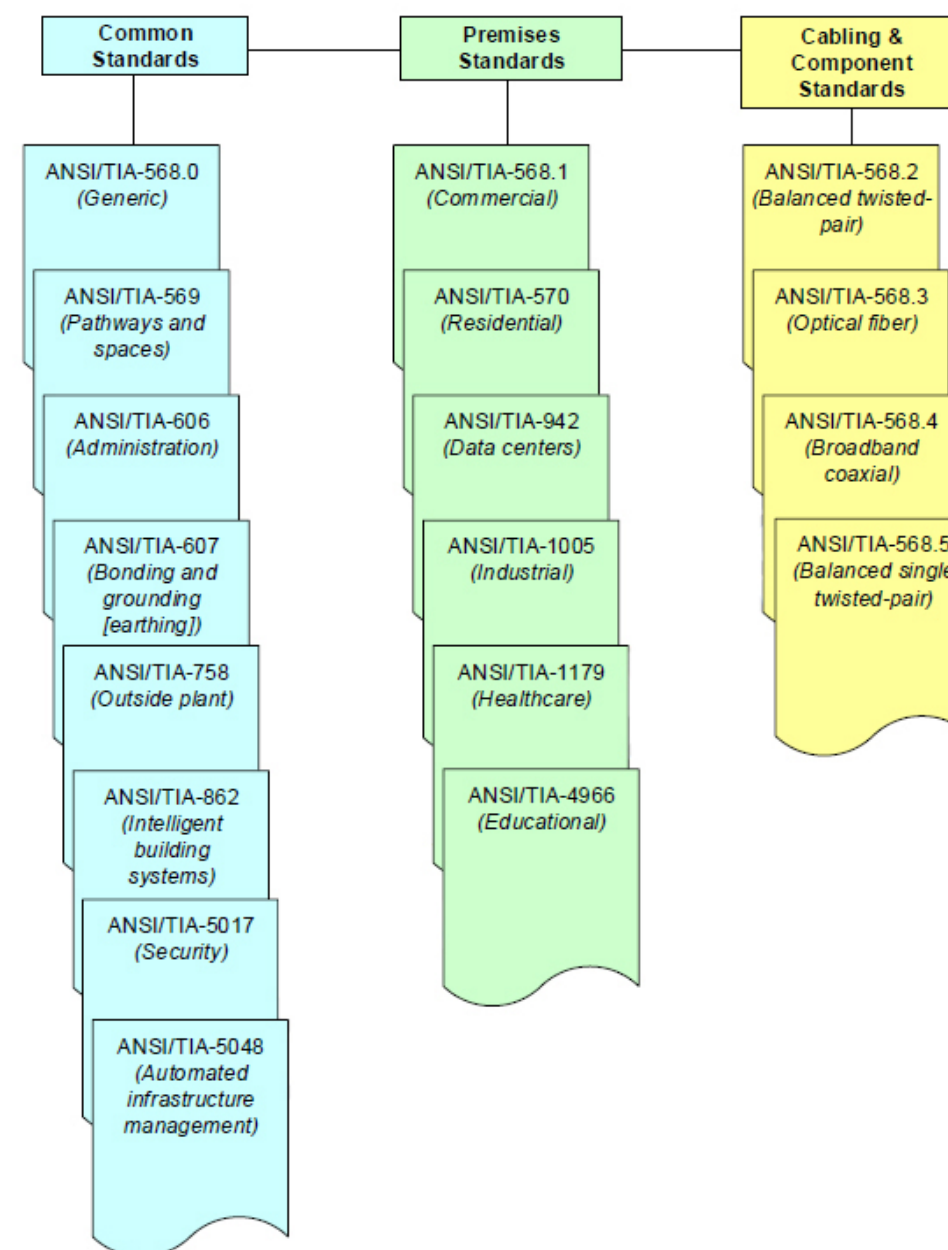
A série de normas TIA-568 (Telecommunications Industry Association) define os requisitos de cabeamento estruturado para redes de telecomunicações em edifícios comerciais e data centers, garantindo padronização, interoperabilidade e desempenho.

A norma base, TIA-568, evoluiu ao longo dos anos e se desdobrou em diferentes partes que abordam aspectos complementares do sistema de cabeamento.

Em conjunto, as variações da família TIA-568 fornecem um arcabouço técnico completo que orienta desde o projeto e instalação até os testes e manutenção das infraestruturas de rede, promovendo padronização global, alta disponibilidade e escalabilidade nos sistemas de comunicação modernos.



Além das normas da série TIA-568, há também a TIA-569 para especificação de rotas e espaços da infraestrutura de telecomunicações, a TIA-606 para definição de padrões de administração e documentação de sistemas de cabeamento e a TIA-607 para estabelecimento de requisitos para o sistema de vinculação e aterramento da infraestrutura de telecomunicações. Para facilitar o entendimento sobre o funcionamento das normas e seus respectivos escopos, segue uma ilustração da própria TIA-568 que evidencia as correlações entre as diferentes partes da norma.



Data center

Internacionais

ISO/IEC 11801-5 - Information Technology – Generic Cabling for Customer Premises – Part 5: Data center (anteriormente ISO/IEC 24764).

Esta norma define requisitos de projeto e desempenho para o cabeamento dentro de data centers, abrangendo topologias, distâncias máximas, classes de cabos e conectores. O objetivo é garantir padronização, alta disponibilidade e flexibilidade para expansões, mantendo desempenho e organização coerentes com ambientes críticos.



Brasileiras

**ABNT NBR ISO IEC 22237
Tecnologia da informação - Instalações e infraestruturas de data center**

A ABNT NBR ISO IEC 22237 especifica os requisitos e recomendações para suportar as várias partes envolvidas no projeto, planejamento, aquisições, integração, instalações, operação e manutenção das instalações e infraestruturas dentro dos data centers.



Norte Americanas

TIA-942 - Telecommunications Infrastructure Standard for data centers.

Norma específica para data centers, detalhando layout físico, topologia de rede, redundância (Rating), requisitos de cabeamento, energia, climatização e segurança. É uma das mais utilizadas como referência de projeto e implementação de infraestruturas de data centers.



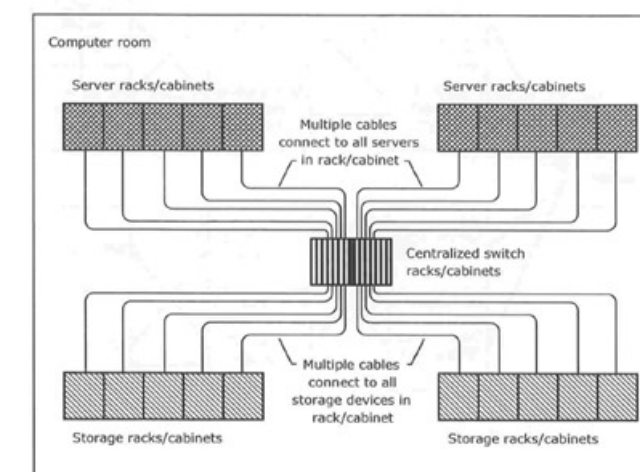
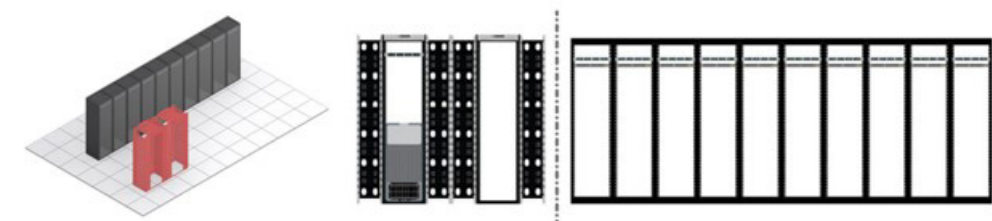
Anexo III • Tipos de topologia de cabeamento

Atualmente existem três principais topologias de cabeamento em aplicação dentro dos data centers com características específicas próprias. Nos data centers de HPC, geralmente são aplicadas duas ou até mesmo as três topologias simultaneamente na mesma instalação.

Topologia Centralizada

Em uma topologia centralizada, todos os switches core estão localizados em uma área específica do data hall. A infraestrutura de cabeamento interconecta todos os servidores e equipamentos de armazenamento aos switches centralizados.

Das três topologias, a centralizada utiliza maior quantidade de cabeamento. As vantagens dessa topologia incluem acesso centralizado a todas as conexões de switch do data hall e economia de custos de equipamento devido à necessidade de menos switches do que as outras topologias.



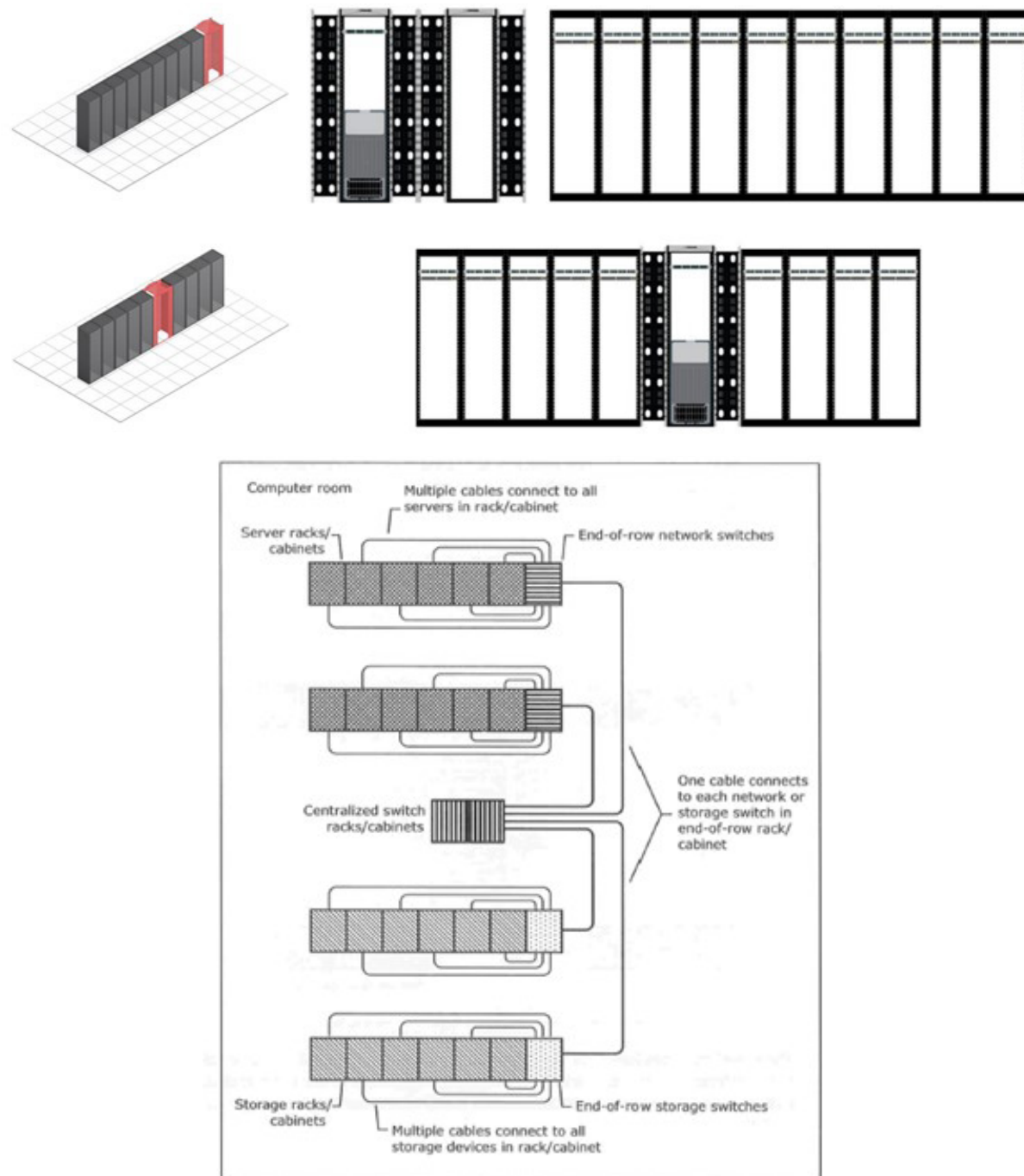
Fonte: ANSI/BICSI 002

Topologia End-of-Row / Middle-of-Row

Em uma topologia de fim/meio de fila, dois níveis de switches são implementados.

Os servidores e os dispositivos de armazenamento (storages) em cada fila de racks são vinculados a um ou mais switches instalados em um rack ou gabinete no final ou meio da fila de racks. Todos esses switches de fim/meio de fila são então conectados a um ou mais switches centralizados para habilitar comunicações entre todos os dispositivos do data hall.

A topologia de fim/meio de fila utiliza menor quantidade de cabeamento do que a topologia centralizada, pois os switches conectados ao servidor e dispositivos de armazenamento (storages) estão localizados mais próximos desses dispositivos do que o modelo centralizado. Apenas um único cabo é necessário para conectar cada switch de fim/meio de fila a um switch centralizado. No entanto, um número maior de switches deve ser instalado e gerenciado no data hall com essa topologia do que na topologia centralizada.

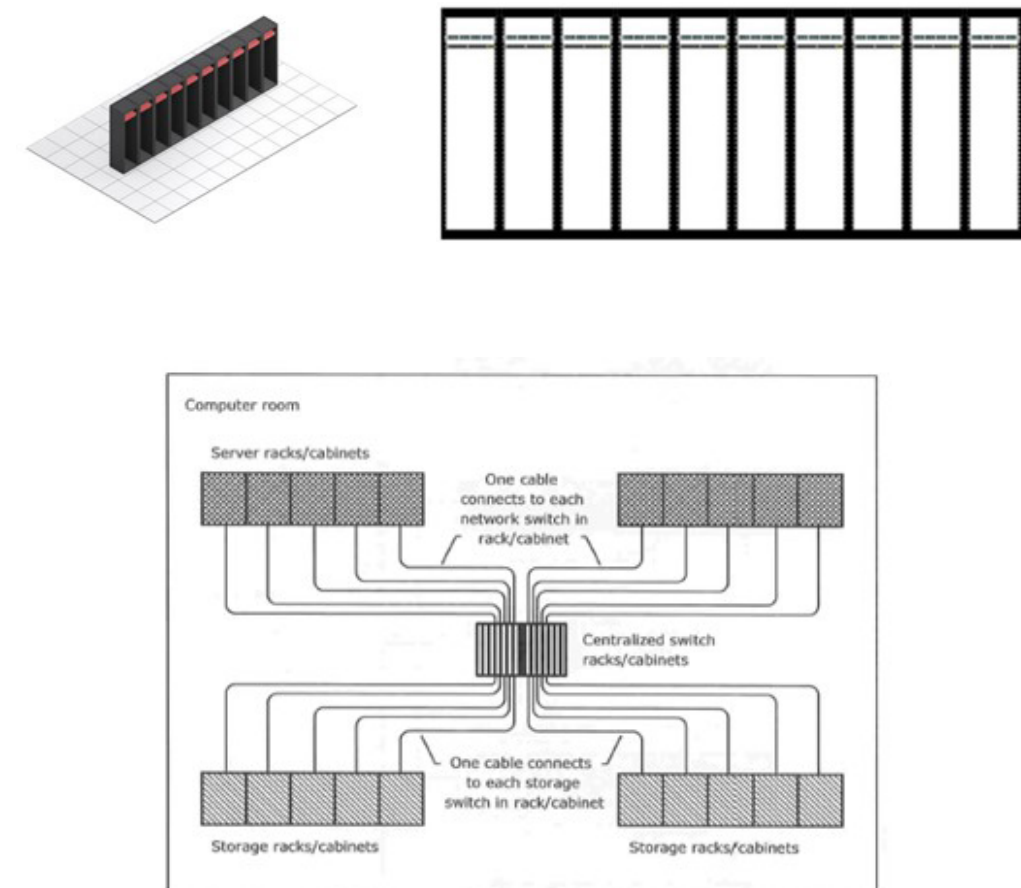


Fonte: ANSI/BICSI 002

Topologia Top-of-Rack

Em uma topologia Top-of-Rack (topo de rack), cada rack ou gabinete contendo servidores e dispositivos de armazenamento (storages) são também equipados com pelo menos um switch. Cada um desses switches é então conectado a um ou mais switches centralizados para habilitar comunicações entre todos os dispositivos do data hall.

A topologia Top-of-Rack (topo de rack) utiliza a menor quantidade de cabeamento, pois apenas um único cabo é necessário de um switch centralizado para o switch em cada rack ou gabinete contendo servidores e dispositivos de armazenamento (storages). No entanto, os switches devem ser instalados e gerenciados em cada rack ou gabinete do data hall.



Fonte: ANSI/BICSI 002

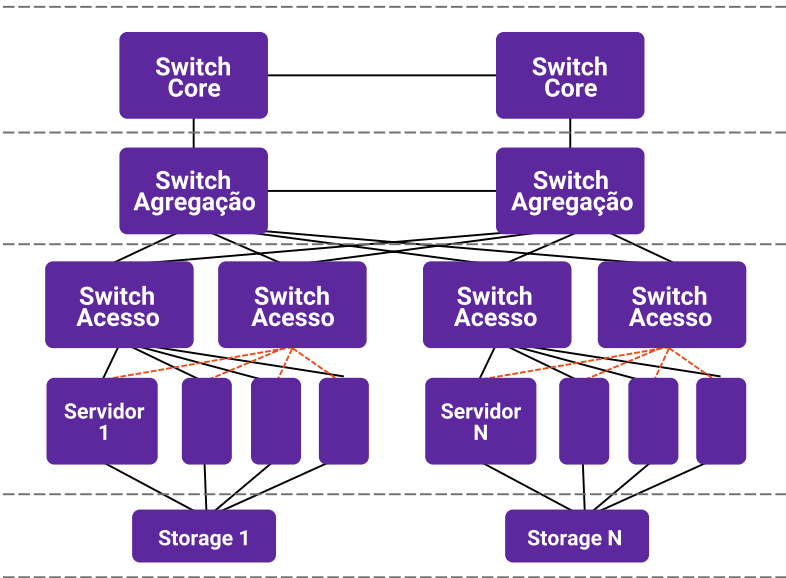
Anexo IV • Arquiteturas de Rede

Arquitetura de Rede de 3 Níveis (3-Tier Level)

A arquitetura de rede tradicional em 3 níveis é bem adequada para tráfego entre servidores conectados ao mesmo switch de acesso e de servidores para destinos externos. No entanto, não é adequada para grandes data centers de HPC virtualizados onde servidores de computação e armazenamento podem estar localizados em qualquer lugar do data center.

Nessa arquitetura de rede, há necessidade de que os dados executem seis saltos (hops) separados para atravessar os layers de switching para alcançar o servidor de destino.

Todo o cabeamento para a arquitetura de rede tradicional de 3 níveis segue a topologia de cabeamento hierárquico em estrela especificada na norma ANSI/TIA-942.

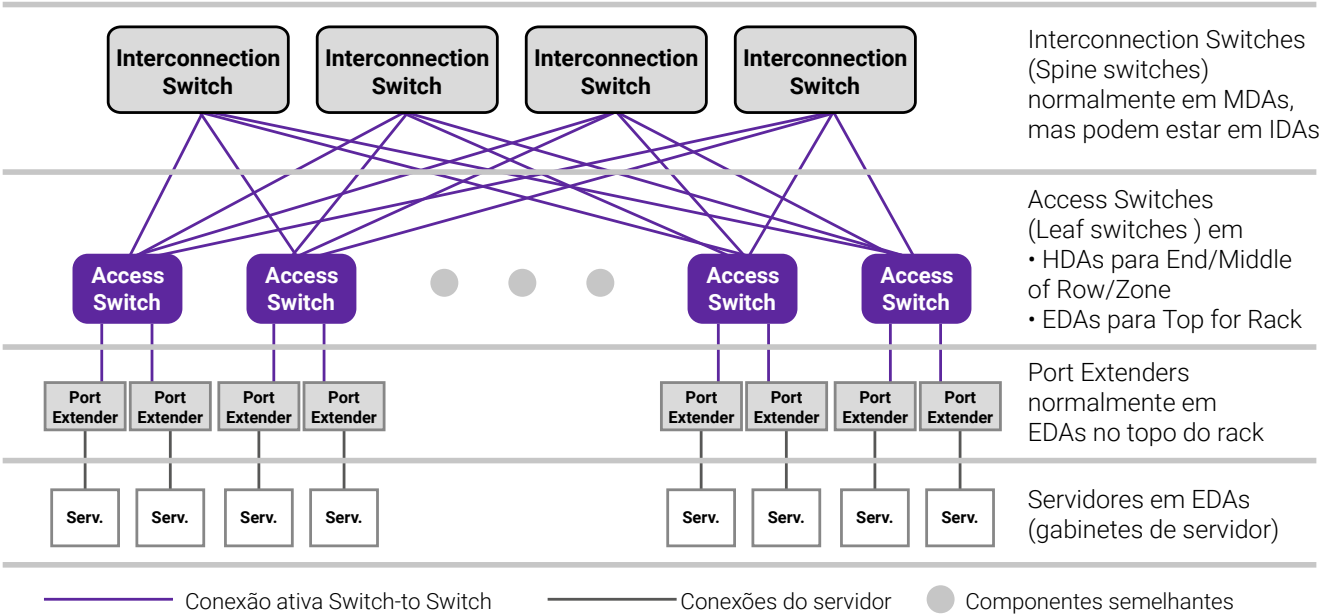


Arquitetura de Rede de 2 Níveis (Spine-Leaf)

Arquiteturas de rede de 2 níveis ou do tipo spine leaf são destinadas a fornecer comunicação de baixa latência e alta largura de banda entre quaisquer dois pontos da rede de switches. Este tipo de arquitetura normalmente utiliza apenas uma ou duas camadas de switches. Esses switches apresentam um grande número de conexões com outros switches. E essas conexões são todas ativas para fornecer vários caminhos que minimizam a latência e para fornecer largura de banda máxima dentro da rede spine leaf.

Este tipo de arquitetura de rede pode ser implementada utilizando a topologia de cabeamento especificada na norma ANSI/TIA-942. Algumas arquiteturas de rede variantes e derivadas do spine leaf, mesh ou full mesh por exemplo, exigem cabeamento de backbone entre distribuidores de mesmo nível, por exemplo, entre HDAs. Algumas exigem cabeamento direto entre switches localizados em diferentes EDAs (por exemplo, entre switches de topo de rack/gabinete). Os servidores de computação e armazenamento podem ser conectados a vários switches de acesso para redundância.

Os benefícios inerentes deste tipo de arquitetura de rede mais plana na configuração spine leaf é o de reduzir o número de layers de switching, o que diminui o número de saltos (hops), bem como à latência associada, em até 33%.



Anexo V • Manuais Técnicos e Sites

Ao desenvolver projetos de data center, a adoção de normas e diretrizes consolidadas é essencial para assegurar desempenho, segurança, padronização e longevidade da infraestrutura. Entre as principais referências técnicas utilizadas mundialmente, destacam-se os conteúdos disponibilizados pela TIA FOTC (Fiber Optics Technology Consortium), pela BICSI (Building Industry Consulting Service International) e pelo IEEE (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos), todas amplamente reconhecidas pela profundidade técnica e pela aderência às necessidades reais do mercado.

TIA FOTC – Fiber Optics Technology Consortium

O TIA FOTC é uma iniciativa da Telecommunications Industry Association voltada à disseminação de conhecimento especializado em fibras ópticas e tecnologias de transmissão. Seus conteúdos — manuais, guias de melhores práticas, webinars e documentos técnicos — são principalmente orientados à aplicação correta dos padrões da série TIA-568, TIA-942, TIA-606 e demais normas associadas a cabeamento estruturado.

No contexto de data centers, o material do TIA FOTC oferece referências essenciais sobre:

- ✓ boas práticas de projeto e instalação de cabos ópticos;
- ✓ requisitos de desempenho e compatibilidade entre componentes;
- ✓ topologias recomendadas para ambientes de alta densidade;
- ✓ parâmetros de testes, certificação e inspeção óptica;
- ✓ tendências tecnológicas em fibra, conectividade e transmissão.

Por ser ligado diretamente aos comitês que desenvolvem as normas TIA, o FOTC é uma fonte confiável e continuamente atualizada. Seus conteúdos ajudam projetistas a alinhar soluções práticas ao que é tecnicamente normatizado, garantindo conformidade com padrões amplamente aceitos no mercado norte-americano e adotados internacionalmente.

BICSI

A BICSI é uma das organizações mais respeitadas no mundo quando se trata de normas, manuais técnicos e formação profissional em infraestrutura de telecomunicações e data centers. A BICSI se destaca pela produção de manuais técnicos abrangentes, como a norma ANSI/BICSI 002 – Data Center Design and Implementation Best Practices, considerado referência global para planejamento e implantação de data centers.

No desenvolvimento de projetos, as contribuições da BICSI incluem:

- ✓ diretrizes completas para projeto, construção e operação de data centers;
- ✓ recomendações de arquitetura física, energia, climatização e segurança;
- ✓ especificações para cabeamento óptico e de cobre;
- ✓ critérios de redundância, disponibilidade e classificação funcional;
- ✓ práticas consolidadas pela experiência de especialistas do setor.



O enfoque da BICSI é altamente multidisciplinar: ela integra aspectos de infraestrutura física, conectividade, eficiência energética e gestão, resultando em uma visão holística do ambiente. Para projetistas, isso proporciona um arcabouço completo para decisões técnicas e operacionais que vão além das normas de cabeamento.

BICSI – TDMM

O TDMM (Telecommunications Distribution Methods Manual) é o principal manual técnico da BICSI e uma das referências mais completas e respeitadas internacionalmente para o projeto, instalação e gerenciamento de infraestruturas de telecomunicações. Atualmente em sua 15ª edição, o TDMM consolida décadas de prática da indústria, normas internacionais e contribuições de especialistas para oferecer um guia abrangente que cobre desde fundamentos até aplicações avançadas.



IEEE

O IEEE (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos) é o organismo responsável pelo desenvolvimento dos padrões Ethernet da família IEEE 802.3, que definem todas as especificações elétricas, ópticas, mecânicas e funcionais das redes Ethernet utilizadas globalmente. O site institucional do IEEE, especialmente a seção dedicada ao IEEE 802, é uma fonte indispensável para projetistas e engenheiros que precisam compreender ou especificar aplicações Ethernet em data centers.

Entre os principais benefícios de utilizar as referências do IEEE no desenvolvimento de projetos estão:

- ✓ Acesso aos padrões Ethernet oficiais;
- ✓ Roadmaps e tendências tecnológicas;
- ✓ Atualizações normativas e grupos de trabalho;
- ✓ Compatibilidade entre aplicações Ethernet e cabeamento.

Guia Lightera – ITMAX – Data Center

Além das diretrizes e referências presentes nos conteúdos da BICSI, há também um guia elaborado pela Lightera contendo diversas informações referentes à Data Center e novidades do mercado, desde a abrangência de negócios até conceitos-chave de cabeamento estruturado e componentes de rede óptica.

Este guia possui como função esclarecer conceitos considerados complexos em um material cujo entendimento se faz de forma mais simples. Para isto, faz uso de imagens e desenhos com um enfoque no entendimento do leitor, além de, juntamente com isto, mostrar as soluções Lightera disponíveis para o seu negócio.



Anexo VI • Principais tipos de data centers

O data center é um ecossistema composto por partes e componentes interdependentes. E como tal, demanda a existência de um sensível equilíbrio entre todas as partes e componentes, garantindo que interoperem entre si de forma harmônica. Não somente as partes e os componentes precisam funcionar adequadamente em conjunto, mas todos os aspectos do data center também devem contemplar os objetivos da computação e implementação de instalações sustentáveis.

No interior desse ecossistema, a “quadrinidade” dos elementos: energia elétrica, climatização, computação e redes de comunicação, atuam de uma forma interdependente, tornando-se a base para todos os dimensionamentos dos subsistemas operantes, além da parte civil e estrutural do data center. Por exemplo, as flutuações que ocorrem durante o processamento de workloads, interferem no consumo de energia e os elementos de climatização junto com as redes de comunicação devem adaptar os seus parâmetros a estas flutuações. Estes quatro elementos entrelaçados são o núcleo para o projeto, implementação e operação dos data centers de HPC de forma abrangente.

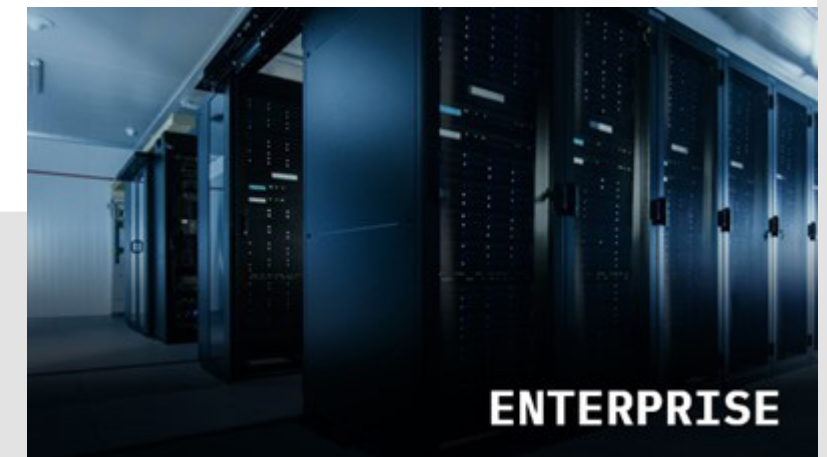
As workloads de IA são classificadas em duas categorias amplas — treinamento de IA e inferência de IA — com base nas tarefas que realizam. O processo de treinamento de IA cria o modelo de IA inicial. Ele inclui coleta de dados, seleção, treinamento, avaliação, implantação e monitoramento de modelo, que envolve uso intensivo de GPUs. Após o desenvolvimento do modelo, o processo de inferência pode ser iniciado. A inferência está ligada a permissões aos usuários finais ou coisas para que possam interagir com o modelo.

A rede desempenha um papel crítico para garantir o melhor desempenho possível para tarefas de treinamento e inferência. É essencial implementar arquiteturas de rede back-end e front-end bem projetadas que possam atender aos requisitos rigorosos de workloads de IA, que incluem altas confiabilidade, velocidades, capacidades, baixa latência e rede baixas perdas. Essas redes devem ser capazes de maximizar a utilização de recursos de computação para atingir os menores tempos de conclusão de trabalho possíveis para essas workloads.

E para atender este novo cenário da tecnologia, novas exigências de robustas infraestruturas para os data centers de HPC e IA se fazem necessárias e que impactam fortemente nos processos de concepção de seus projetos até a sua entrada em operação.

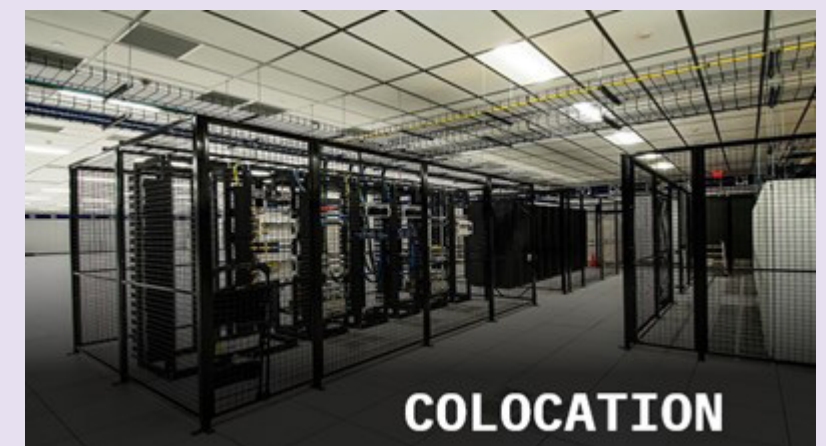
Data centers Enterprise

Um Data center Enterprise, ou Corporativo, é o tipo de data center mais difundido no mercado. Esse modelo pode ficar dentro do ambiente da própria organização, possuindo uma infraestrutura própria de Tecnologia da Informação (TI) e um espaço devidamente controlado. Esse tipo de DC é projetado para atender demandas internas, como sistemas corporativos, bancos de dados e aplicações de negócio. Possui elevado controle sobre segurança, configurações de rede, políticas de acesso e manutenção. Entretanto, envolve custos elevados de infraestrutura física, energia, refrigeração, equipe técnica e atualizações tecnológicas periódicas. Pode ser adequado para empresas que desejam total autonomia no gerenciamento de seus recursos de TI.



Data centers Colocation

Nesse modelo, a empresa cliente aloca seus servidores e equipamentos em um data center de terceira parte. Ou seja, o hardware é próprio, mas o local, energia, refrigeração, segurança e conectividade são fornecidos pelo operador. Há possibilidades de se contratar desde uma posição dentro de um rack para um único servidor até salas inteiras com centenas de racks e servidores. Uma modalidade semelhante ao do DC de colocation é o DC de hosting, que oferece, além do espaço físico e sistemas de apoio, os próprios servidores e as aplicações, além do suporte técnico para operação e manutenção.



Anexo VII • Conceito de PODs

Data centers HPC

Um data center HPC (High Performance Computing) é projetado para processar grandes volumes de dados em altíssima velocidade, utilizando clusters de servidores que trabalham de forma paralela formando supercomputadores. Utilizado em áreas como pesquisa científica médica, modelagem climática, simulações 3D, análises geofísicas, aeroespacial, finanças e desenvolvimento farmacêutico. A eficiência depende de hardware especializado, redes de baixa latência e sistemas avançados de resfriamento, devido ao alto consumo energético. Esses ambientes suportam cargas complexas que exigem desempenho massivo, acima do que ambientes corporativos comuns oferecem. O principal objetivo é maximizar capacidade de processamento para resolver tarefas complexas em tempo reduzido.



Um **POD (Performance Optimized Data Center)** é uma unidade modular de infraestrutura que agrupa um conjunto replicável de racks, rede de switches, cabeamento estruturado, energia e refrigeração. Funciona como um “bloco de construção” do data center: em vez de projetar a instalação por completo, como um grande espaço único, o data center é organizado em módulos independentes, que podem ser replicados conforme a demanda aumenta. Permite padronizar o layout e a infraestrutura, reduzindo a complexidade e facilitando expansão futura. Cada POD é tratado como uma célula operável: as equipes sabem como instalar, operar e manter porque todos seguem a mesma arquitetura.

Como exemplos de aplicação, pode-se destacar:

- ✓ Em uma ampliação de carga de trabalho (workload), pode-se optar por instalar um novo POD completo, reduzindo tempo de implantação e mantendo o ambiente atual estável;
- ✓ Em um cenário de realização de workload de IA (que costuma exigir servidores GPU com alto consumo de energia e alta dissipação de calor), a demanda pode ser concentrada em um POD com refrigeração líquida;
- ✓ Em uma substituição de áreas “antigas” dentro de um data center, há a possibilidade de se criar um POD com topologias e arquiteturas escaláveis e migrar os serviços gradualmente sem parar o ambiente.

Data centers de IA

O data center de IA é otimizado para treinar e executar modelos de inteligência artificial, como, por exemplo, redes neurais profundas. Diferente dos data centers tradicionais, que utilizam principalmente CPUs para tarefas gerais, os data centers de IA são projetados em torno de hardware especializado, como milhares de GPUs (Unidades de Processamento Gráfico) e TPUs (Unidades de Processamento Tensor), que são essenciais para a computação acelerada necessária para a IA. Além disso, necessita de armazenamento e sistema de gerenciamento de alta velocidade para lidar com grandes conjuntos de dados. Esses data centers exigem alta densidade de energia e refrigeração avançada, muitas vezes usando técnicas como resfriamento líquido e immersion cooling.



As aplicações de IA operam nos mesmos processos físicos envolvidos em todas as formas de computação: manipulando o fluxo da energia elétrica em um circuito para executar operações. Mas treinar os modelos de linguagem de IA de hoje exige um desempenho de computação em magnitudes sem precedentes que podem chegar a centenas de milhões de quatrilhões de operações de treinamento. As demandas de computação estendidas das aplicações de IA apresentam desafios únicos para data centers HPC.

Ethernet, InfiniBand ou ambos?

O padrão Ethernet encontra-se na liderança, “de fato”, para a maioria das necessidades de rede com seu amplo suporte aos requisitos do TCP/IP, simplicidade no uso, segurança, escalabilidade e gerenciamento, o que o torna ideal para redes de IA front-end, incluindo conexões entre switches, estruturas de storage e redes de gerenciamento. Já o padrão InfiniBand tem se apresentado em redes de data center HPC, estabelecido como uma alternativa viável para interconexões de GPUs de back-end em clusters de IA devido à sua tecnologia Remote Direct Memory Access (RDMA) que pode lidar com várias conexões paralelas de alta largura de banda e baixa latência para transferência de dados. Tanto o padrão Ethernet quanto o padrão InfiniBand irão coexistir em clusters de IA de back-end, e as redes de IA de front-end continuarão a empregar o padrão Ethernet. Ambos os padrões apresentam características muito positivas para implementação junto a arquiteturas de redes de IA, podendo suportar velocidades de 800 Gb/s e 1.6 Tb/s.

Requisito imprescindível: Conectividade ULL

Para implementações Ethernet e InfiniBand com a utilização de cabeamento estruturado óptico em redes de IA de back-end e front-end, torna-se imprescindível a utilização de conectividade MPO/MTP de ultrabaixas perdas (ultra low loss – ULL) que atendem aos rigorosos requisitos de perda de inserção do canal conforme os tipos de fibra, distâncias e aplicações, conforme exemplo a seguir para uma aplicação 800G.

Connector type: MPO/MTP
Transceiver module: QSFP-DD, OSFP
Published as **IEEE Std 802.3df™**: Media Access Control Parameters for 800 Gb/s and Physical Layers and Management Parameters for 400 Gb/s and 800 Gb/s Operation in 2024.

800GBASE-SR8				
Parameter	OM3	OM4	OM5	Unit
Operating wavelenght	850			
Modal bandwidth (min)	2.000	4.700		MHz-km
Operating range	0.5 to 60	0.5 to 100		m
Insertion loss (max)	1.7	1.8		dB
Cabling skew (max)	79			ns
Cabling skew variation	2.4			ns

Fonte: TIAFOTC – www.tiafotc.org

Polimento APC em conectores MPO/MTP com fibras multimodo

As aplicações de alta velocidade de 400 Gb/s e 800 Gb/s além das futuras aplicações de 1.6 Tb/s são mais suscetíveis à refletância óptica [dB], devido a uma maior relação sinal-ruído (SNR), aliados aos rigorosos requisitos normativos de perda de inserção [dB] especificados para o canal de transmissão. Desempenhos inferiores da refletância podem influenciar negativamente a perda de inserção do canal, reduzindo o desempenho da transmissão. Por estas razões, os fabricantes estão testando o uso do polimento APC para conectores MPO com fibras do tipo multimodo, além dos conectores MPO monomodo tradicionais para conexões de IA de alta velocidade.

Cabos de Fibra Óptica de Ultra Alta Densidade (UHD)

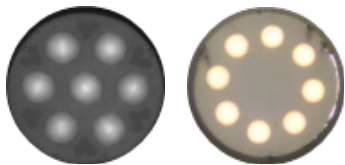
Conforme descrito anteriormente, as aplicações de IA operam nos mesmos processos físicos de uma rede e para treinamento e inferência de IA em larga escala demandam dos projetos alguns fatores precisam ser contemplados:

- ✓ Capacidade de computação paralela;
- ✓ Escalabilidade de rede;
- ✓ Complexidade de implantação;

Estes pontos remetem a alta disponibilidade de fibra óptica, que resulta no uso de cabos tipo Rollable Ribbon com até 6.912 fibras, os conhecidos cabos de ultra alta densidade do acrônimo do inglês UHD-Ultra High Density.

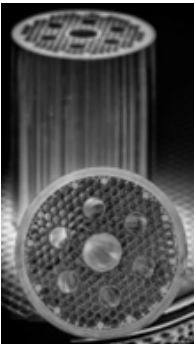
Fibras Multicore (MCF)

- ✓ Múltiplos núcleos por fibra
- ✓ Alta densidade, menor consumo por bit
- ✓ Ideal para rotas submarinas e redes continentais
- ✓ Tecnologia em fase avançada de pesquisa aplicada – pronto para a próxima geração de redes ópticas globais.



Hollow Core

Fibra de núcleo oco para criar um link de baixa latência entre um data center comercial e seu cliente, demonstrando a capacidade de proteger dados podendo utilizar criptografia quântica.



Anexo IX • Treinamentos Lightera

A Lightera disponibiliza treinamentos especializados em plataforma própria, com módulos voltados ao desenvolvimento de competências em data centers.

Esses treinamentos complementam o estudo das normas e oferecem uma abordagem prática, conduzida por especialistas, facilitando a aplicação dos conceitos em projetos reais.

Conheça nossos treinamentos para o setor:

Curso de Data Center

Curso Data Cabling System

Anexo X • Garantia Estendida Lightera



Por fim, a Lightera oferece as melhores soluções em conectividade para suas necessidades e **certifica seu funcionamento por até 25 anos.**

A garantia estendida de 25 anos reforça o compromisso da empresa com a confiabilidade e a durabilidade de suas soluções de infraestrutura óptica e de data center. Essa garantia cobre não apenas eventuais defeitos de fabricação, mas também assegura o desempenho do sistema ao longo de décadas, desde que projetado e instalado conforme as especificações técnicas e melhores práticas recomendadas.

Ao optar por soluções certificadas com garantia estendida, o cliente obtém **segurança operacional, previsibilidade de performance e redução de custos de manutenção**, garantindo que o ambiente permaneça em conformidade com os padrões internacionais de transmissão e integridade óptica.

Mais informações

TeraPatch™ é uma marca LIGHTERA em processo de registro. O uso não autorizado está sujeito às medidas legais cabíveis por violação de propriedade intelectual.

Saiba mais:



Lightera

FURUKAWA
ELECTRIC