

PROJETO PMH

PARTE 1

Fabio Montoro

19 junho 2011

Aniversário de Blaise Pascal 1623



1 INTRODUÇÃO

Este artigo descreve, em detalhes, o projeto e a implantação, que tiveram como escopo a **Rede Interna de Telecomunicações** da PMH, contemplando todos os subsistemas de transmissão de sinais necessários para a operação da nova edificação da PMH, no SIA, Brasília.

Pensar em telecomunicações dentro de um prédio é pensar em todas as formas possíveis de comunicação, codificada em sinais elétricos, seja analógico ou digital, via cabo ou sem fio (wireless).

As telecomunicações em uma edificação ocorrem por subsistemas que operam simultaneamente. No escopo deste projeto estão contemplados os seguintes subsistemas:

1. Telefonia;
2. Rede de computadores
3. Interfonia, sinalização e chamada
4. CATV (TV aberta e a cabo)
5. CFTV (circuito fechado de TV, gestão visual e segurança)
6. Rede sem fio (wireless)
7. PA (Public Address) - Sonorização ambiente
8. Captação, roteamento e distribuição de áudio

A primeira providência no projeto foi definir os (Espaços) onde seriam instalados os equipamentos. Como a nova sede estava em construção, foi fácil definir juntamente com o proprietário, os espaços necessários.

O espaço mais importante da rede é a sala central de equipamentos – SALA ER, às vezes chamada de Data Center. Neste caso o projeto desse espaço foi bem sofisticado, tendo sido considerada a proteção contra incêndio e blindagem eletromagnética, acompanhando a solicitação do proprietário de ter uma solução de qualidade.

Em seguida, veio o projeto do sistema de encaminhamento dos cabos entre os espaços de telecom, ou seja, os canais físicos para interligação dos espaços (salas e armários), formado por passagem por lajes e vigas, shafts, eletrocalhas e eletrodutos.

A figura 1.1 mostra a ideia do projeto para esta rede interna, onde se vê alguns subsistemas e um bloco funcional que corresponde aos dispositivos e recursos integradores, ou seja, o mecanismo que vai, em maior ou menor escala, integrar os subsistemas. Em particular, para o subsistema dos computadores, a figura mostra as estações dos usuários e os diversos servidores de serviços.

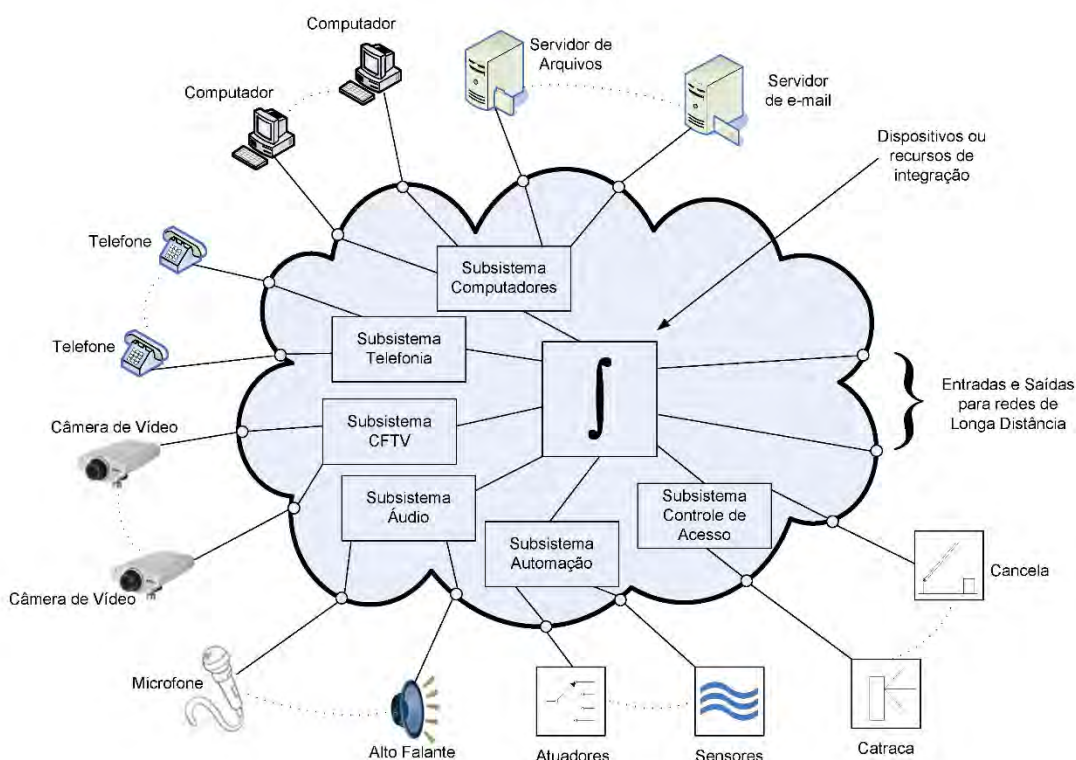


Figura 1.1: Subsistemas de telecomunicações dentro de um prédio

O projeto contemplou os dois tipos de componentes que formam o sistema de telecomunicações do prédio, com relação à dependência de energia elétrica: **passivo**, que não precisa de energia elétrica para operar, e **ativo**, que precisa.

Tipo	Exemplos
Passivo	Cabos, painéis de manobra de cabos (patch panel), caixas, conectores e tomadas.

Ativo	Switch, roteador, firewall, gateway, transceptor radio (wireless) e amplificadores.
-------	---

Tabela 1.1: Tipos dos componentes de telecomunicações

O presente projeto não tem qualquer relação com a rede interna da sede anterior da PMH. Foi baseado em entrevistas com o proprietário, quando foram levantadas a forma de operação do negócio e suas necessidades em termos de rede interna de telecomunicações.

As principais características do projeto foram a aderência às melhores práticas, o desenho dos espaços ER, EF, EFT e TR, a especificação de racks abertos profissionais e apropriados para o padrão de ambiente de rede esperado pelo proprietário. A figura 1.2 mostra alguns racks posicionados lado a lado, do mesmo modelo especificado para a PMH, antes de serem ocupados pelos equipamentos.



Fig. 1.2: Racks Abertos especificados no projeto

As premissas do projeto foram:

1. Considerar as recomendações das melhores práticas;
2. Considerar o projeto interiores;
3. Reduzir custos, porém sem comprometer o bom desempenho da rede;
4. Não distribuir pontos de rede nas paredes do segundo e terceiro andares;
5. O projeto das instalações elétricas da sala ER, salas TR e auditório seriam realizadas por outra empresa;
6. O sistema de ar-condicionado da sala ER seria desenhado e montado por outra empresa;
7. O sistema de detecção e alarme de incêndio seria desenhado e montado por outra empresa.

A fim de atender a um dos requisitos do proprietário, reduzir os custos sem comprometer o desempenho da infraestrutura de rede, a solução escolhida para o sistema de cabos foi híbrida: utilizar **cabos categoria 6** e demais elementos (painéis de manobra, tomadas e cordões de manobra) **categoria 5e**. A redução de custo obtida com essa decisão permitiu aplicar qualidade em dispositivos críticos da rede, como o sistema de encaminhamento e os racks.

Se, no futuro, houver necessidade de melhorar a capacidade de algum dos enlaces de cabo, poderá ser feito um upgrade para a categoria 6 trocando apenas os conectores nas extremidades e os cordões de manobra.

A edificação possui 6 pavimentos onde foram distribuídos os pontos de rede UTP. A tabela 1.2 apresenta o resumo geral por pavimento, com as áreas, a quantidade de pontos

de terminação de telecomunicações UTP, quantidade de pontos para cada 10 m² de área de piso e a dimensão da WA (Work Area) ou área de trabalho média. A indicação de pontos para cada 10 m² somente faz sentido nas áreas com definição de ocupação. A dimensão da WA foi determinada em função dos pontos alocados em planta para áreas líquidas. Os pavimentos 2 e 3, conforme orientação do proprietário não foram contemplados totalmente, tendo em vista que a ocupação ainda não foi definida. Da mesma forma, o subsolo.

Ambiente	Área [m ²]	Pontos terminais	Pontos por 10 m ²	WA [m ²]
Subsolo	1.560	0	-	-
Térreo	1.180	192	1,6	12,5
Térreo Garagem	1.065	10	-	-
Galpão (2º)	1.470	142	1,0	-
2º pav	661	42	-	-
3º pav	780	40	-	-
4º pav	780	189	2,4	8,3
5º pav	450	42	-	-
Cobertura	60	5	-	-
Totais	8.006	686		

Tabela. 1.2: Pontos de rede UTP

2 INDICADORES TÉCNICOS DO PROJETO

A tabela 2.1 mostra os quantitativos dos principais itens contemplados no projeto.

Descrição	Quantidade
Projeto: estudos, projeto de infraestrutura de cabeamento de telecomunicações (dados, voz, áudio, vídeo, intrusão, controle de acesso) e sistemas ativos	1
Rack 19 polegadas aberto: marca Panduit modelo NFR-84 com 45U de altura	8
Rack 19 polegadas fechado: com porta, com 46U de altura	1
Patch Panel 24 portas: com 1U de altura, marca Furukawa	36
Patch Panel descarregado com 6 portas: com 1U de altura, marca Furukawa	4
Voice Panel: com 30 portas marca Furukawa	3
Voice Panel: com 50 portas marca Furukawa	10
Cabo UTP categoria 6: para rede de dados, marca Furukawa, 4 pares	36.295 m

<u>Cabo UTP categoria 6 CMR:</u> para rede de dados, marca Furukawa, 4 pares	610 m
<u>Cabo UTP categoria 5e:</u> para rede de dados, marca Furukawa, 4 pares	305 m
<u>Cabo telefônico 2 pares:</u>	2.600 m
<u>Cabo telefônico 20 pares:</u>	150 m
<u>Cabo telefônico 30 pares:</u>	610 m
<u>Cabo telefônico 50 pares:</u>	220 m
<u>Cabo óptico multimodo 6 vias:</u>	320 m
<u>Cabo coaxial RG-6 90% malha:</u>	1.248 m
<u>Cabo coaxial RG-59 90% malha:</u>	2.790 m
<u>Cabo para vídeo 9 pares #26:</u>	370 m
<u>Cabo da som duas vias:</u>	2.650 m
<u>Cabo elétrico:</u>	902 m
<u>Cabo de cobre 16 mm² AWG 5:</u>	170 m
<u>Cabo de cobre 25 mm² AWG 3:</u>	120 m
<u>Conectorização de cabo UTP 4 pares:</u> categoria 6 em tomada RJ 45 categoria 5e	192
<u>Ponto de rede lógica:</u> para dados, voz (telefonia) e vídeo, com tomada RJ-45 marca Furukawa	734
<u>Certificação da rede em categoria 5e:</u> teste de enlaces híbridos (cabos cat 6 e conectores cat 5e) com equipamento “scanner” categoria 6, marca DTX Fluke Networks	1
<u>Certificação categoria 6:</u> teste de lances de cabos lógicos cat 6, para dados e telefonia, com equipamento “scanner” categoria 6, marca DTX FlukeNetworks	0
<u>Patch Cords categoria 6:</u> categoria 6. Marca Furukawa	0
<u>Patch Cords categoria 5e:</u> categoria 5e. Marca Furukawa	276
<u>Patch Cords de voz:</u> Marca Furukawa	150
<u>DIO (distribuidor óptico):</u> para até 24 fibras, para rack 19 polegadas, marca Furukawa modelo A270.	1
<u>DIO (distribuidor óptico):</u> para até 6 fibras LC//SC, marca Furukawa modelo A146.	5

<u>Cordão Óptico Multimodo:</u> cordão óptico duplex LC/LC com polimento SPC multimodo 50/125 µm, marca Furukawa	6
<u>Fusão de fibra óptica:</u> inspeção com uso de microscópio, teste e aprovação de enlace óptico	48
<u>Certificação óptica:</u> teste de lances de cabos ópticos com equipamento de teste de nível de potência	48
<u>Rede de dados:</u> Projeto	1
<u>Sistema de sonorização ambiental:</u> Projeto	1
<u>Sistema CFTV IP:</u> Projeto	1
<u>CATV:</u> Projeto (qde pontos)	38
<u>Telefonia IP:</u> Projeto (qde ramais)	250
<u>Sistema Wireless:</u> Projeto	1
<u>Controle de acesso:</u> Projeto, (qde acessos)	3
<u>Sistema de intrusão:</u> Projeto	1
<u>Área:</u> contemplada pelo projeto	8.006 m ²

3 INDICADORES FINANCEIROS DA IMPLANTAÇÃO

É interessante observar o percentual de investimento mensal do proprietário durante a fase de implantação através de um gráfico de desembolso mensal, bem como saber quais foram os percentuais de investimento nas principais rubricas. Essas informações são de grande valia para o profissional de projetos que pode ter um “feeling” desses aspectos.

Convém salientar que cada projeto terá sua assinatura própria em função dos subsistemas contemplados, da exigência do proprietário em cada subsistema e outros aspectos.

A figura 3.1 mostra o fluxo de desembolso, específico deste projeto, onde o eixo horizontal representa os meses de obra, sendo julho de 2010 o primeiro mês.

A implantação durou um ano completo, sendo que o quarto mês foi de maior desembolso.

Esse gráfico, que em geral se aproxima de uma curva de Gauss, depende muito da estratégia de compra: o esforço para não faltar material na obra desloca, em geral, o desembolso para a esquerda.

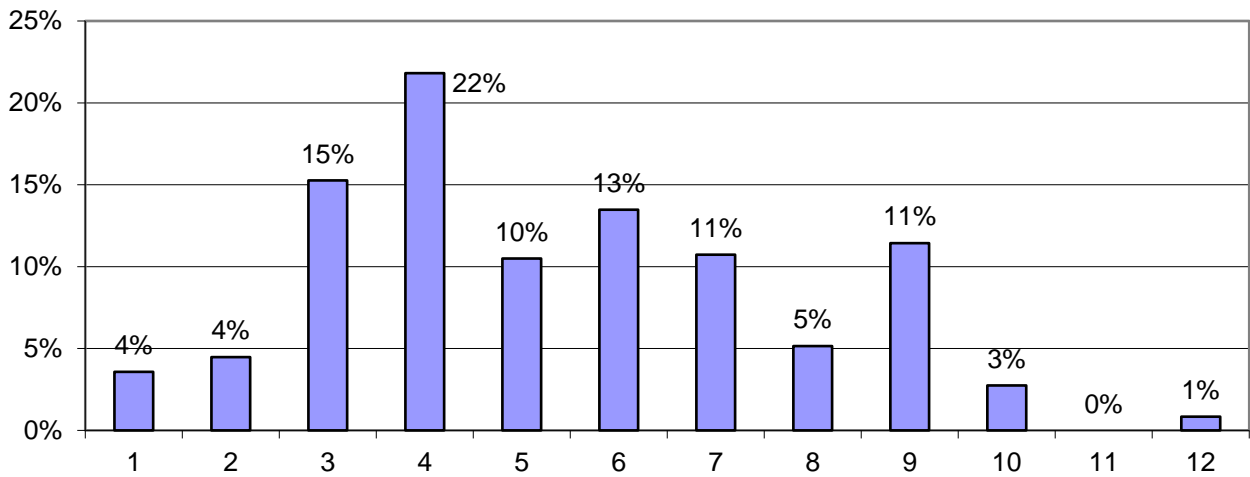


Fig. 3.1: Desembolso financeiro durante a implantação

O gráfico da figura 3.2 mostra que **30%** do investimento total foi na infraestrutura de encaminhamento de cabos, **30%** nos cabos e **16%** nos racks, tendo sido estas as três principais rubricas da obra, em relação à infraestrutura do cabeamento estruturado, ficando a sonorização e o CATV com percentuais bem pequenos.

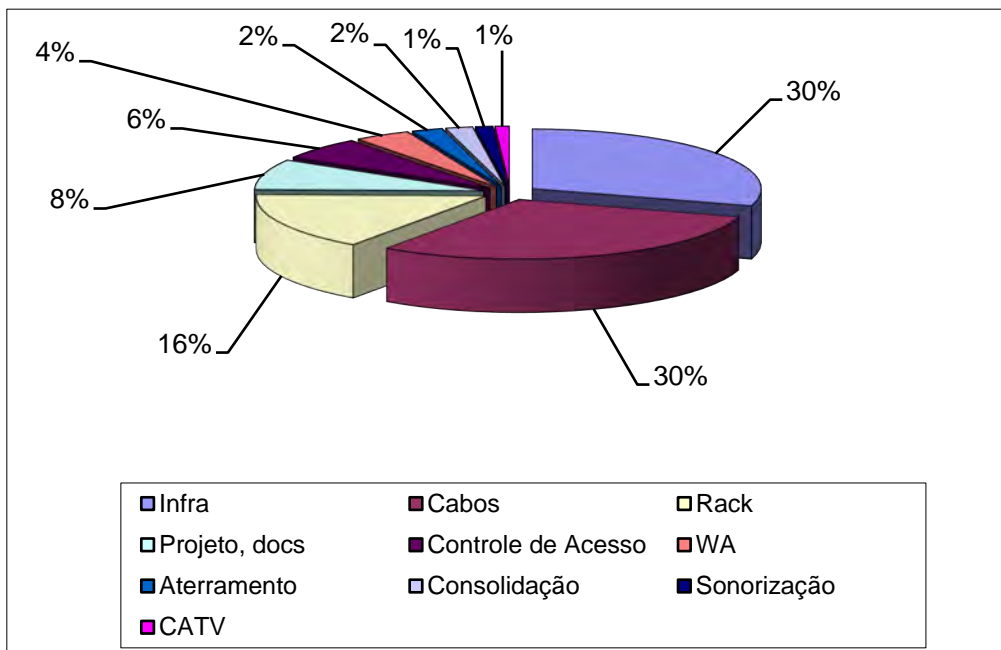


Fig. 3.1: Rubricas do investimento

Cada instalação de telecomunicações interna possui características próprias e é interessante que o proprietário conheça seus indicadores a fim de avaliar corretamente o investimento realizado.

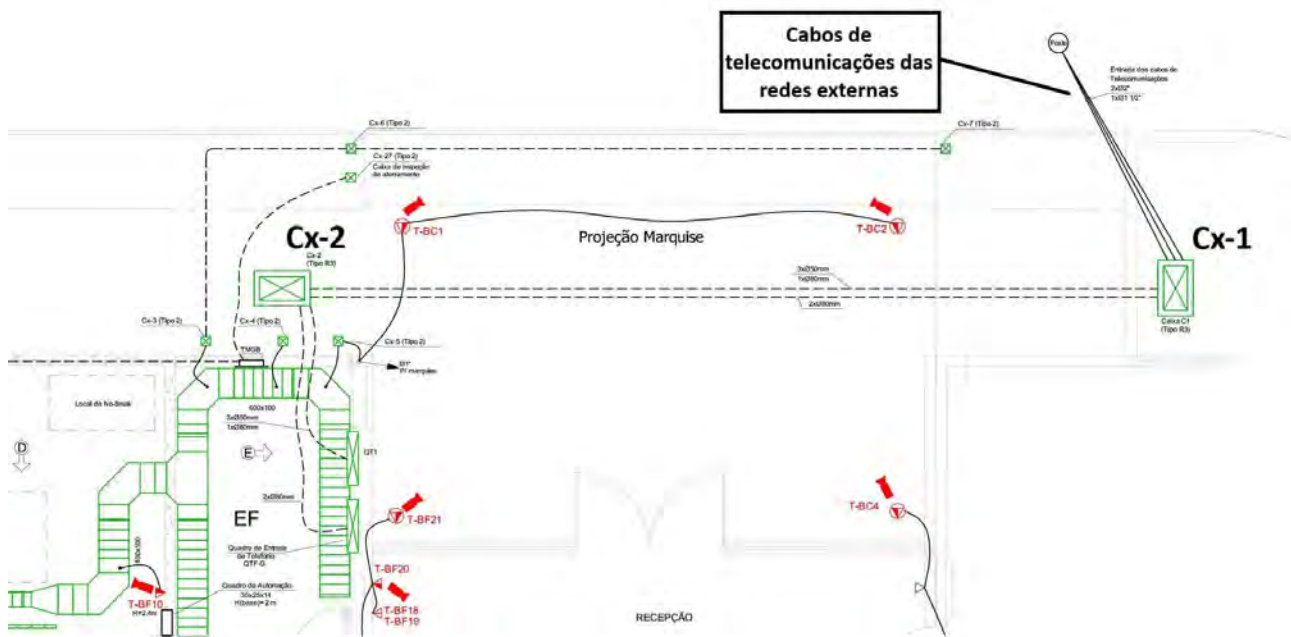


Fig. 4.2: Caixas subterrâneas de entrada de cabos de telecomunicações

SALA DE ENTRADA DE TELECOMUNICAÇÕES - EF

Foi desenhada, e efetivamente construída, uma sala de entrada no pavimento térreo, também referida como ER – Entrance Facility - a qual receberá todos os cabos de telecomunicações vindos do ambiente externo e é indicada para acomodar equipamentos de provedores de serviços de telecomunicações, para que eles não precisem ter acesso à sala ER da corporação.

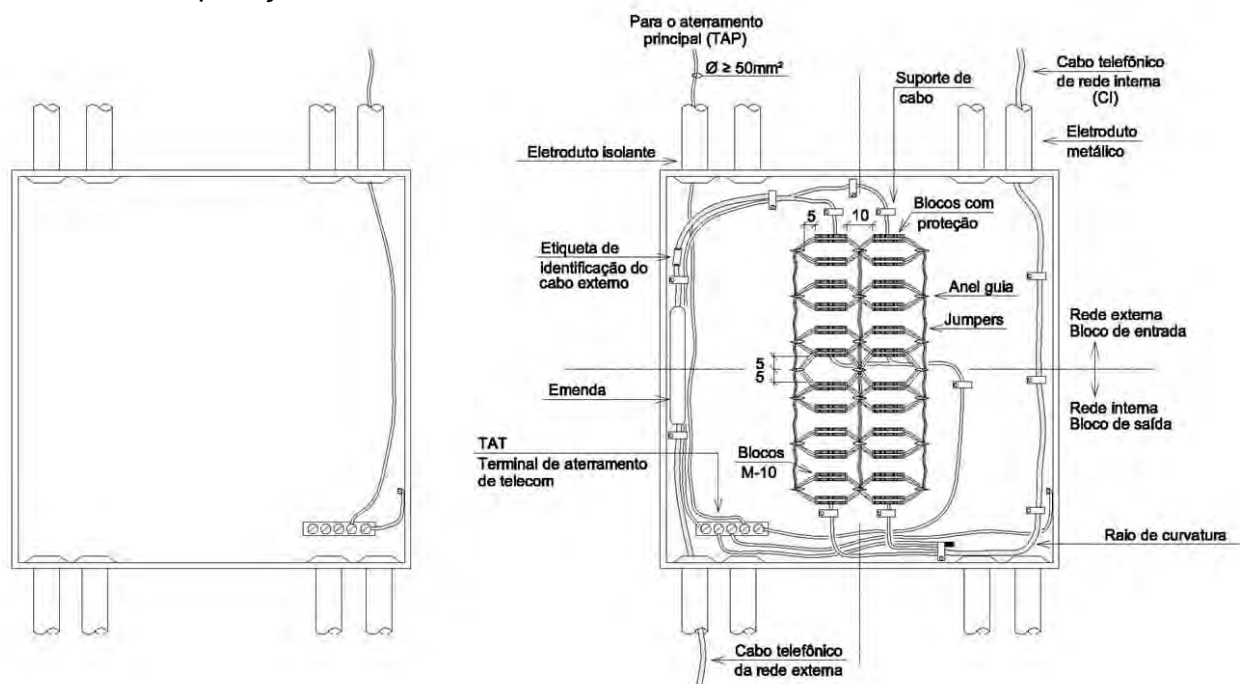


Fig. 4.3: quadro entrada de cabos externos - salas EF

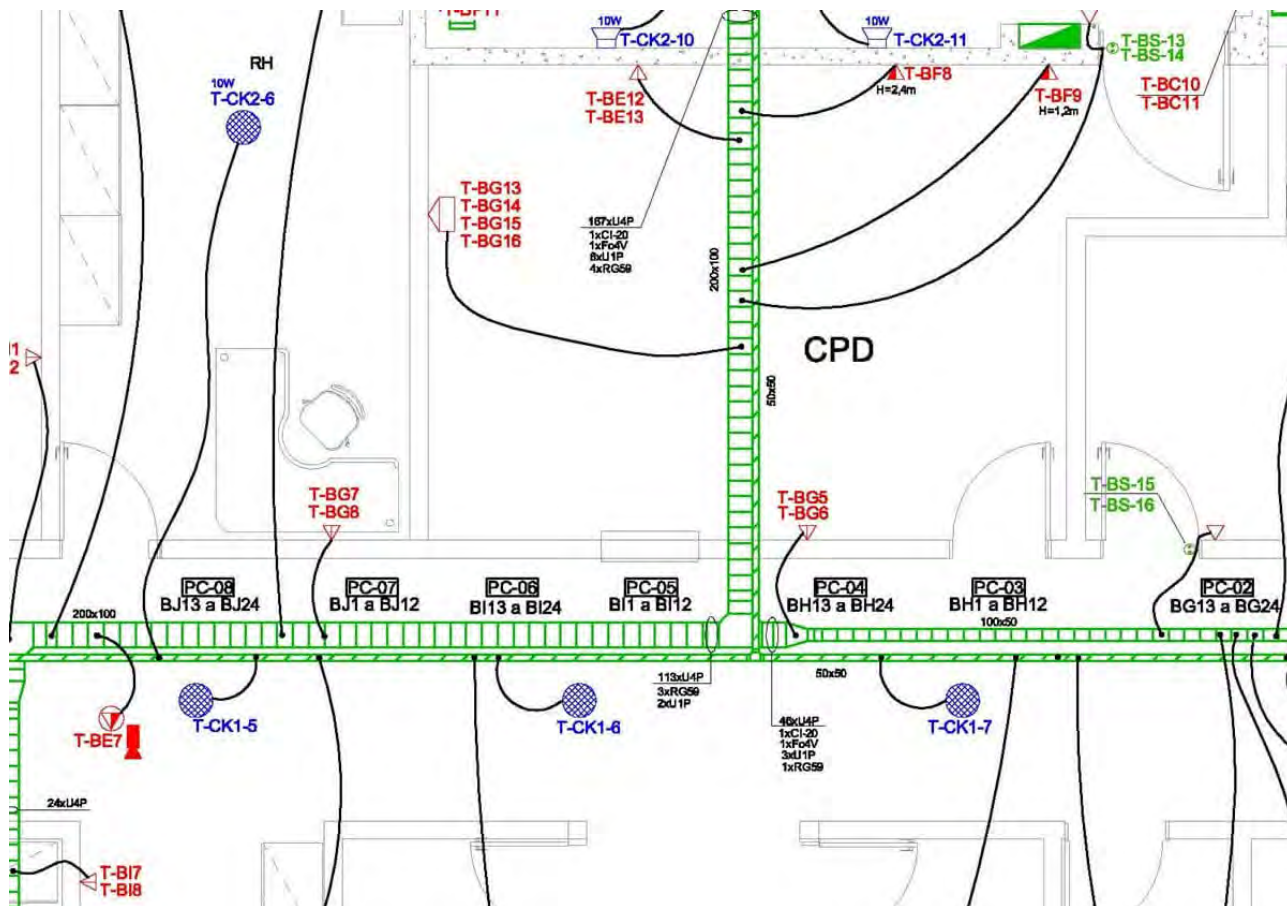


Fig. 4.5: sistema de encaminhamento - sala CPD

Deve ser previsto um tubo 25 mm ($\frac{3}{4}$ pol) de escape de água (ladrão) que encaminhe eventuais vazamentos para o ambiente externo, com a finalidade de preservar os equipamentos da sala. O tubo deve ser instalado com inclinação de caída para o ambiente externo, com sua parte inferior cerca de 3 mm abaixo do piso acabado da sala.

O projeto contemplou um quadro de distribuição de energia elétrica de baixa tensão exclusivo para a sala ER, localizado em seu interior, conforme consta nas plantas. Os cabos de alimentação dos racks e UPS, vindos do quadro de distribuição, correrão sob o piso, com cabos apropriados, deixando o ambiente bem estruturado e seguro, podendo suportar inundação da sala em até 10 cm, sem risco de dano aos equipamentos.

A sala possui controle de acesso por leitor biométrico.

REFRIGERAÇÃO E VENTILAÇÃO

Tendo em vista que o proprietário contratou o projeto de refrigeração do prédio de outro projetista, minha posição foi dar suporte a esse projetista sobre detalhes específicos da sala ER, tendo recomendado que essas ações fossem tomadas antes do início da fase de acabamento da sala.

Recomenda-se que condições ambientais da sala ER estejam dentro dos seguintes limites:

- Temperatura: de 18 a 27 °C
- Umidade relativa do ar: de 20 a 60%
- Ponto de orvalho entre 5,5° C e 15 °C
- Taxa máxima de variação de temperatura: 5 °C/hora

A sala ER não terá piso elevado. Este aspecto influencia no projeto de sua refrigeração e, portanto, esta condição foi comunicada ao projetista da refrigeração.

Recomendei definir um sistema de refrigeração independente dos demais sistemas de refrigeração do restante da edificação. A pressão no interior da sala ER deve ficar ligeiramente superior à sua área externa.

As figuras 4.6 e 4.7 mostram como ficou a montagem dos racks da sala ER, na fase final de ajustes da rede.



Fig. 4.6: Sala ER – racks – vista frontal



Fig. 4.7: Sala ER – racks - vista traseira

A figura 4.8 mostra o rasgo no piso, em fase de construção, e os eletrodutos para encaminhamento dos cabos de energia elétrica para os racks.



Fig. 4.8: Sala ER – rasgo no piso

ISOLAMENTO TÉRMICO DA ER

O projeto incluiu o isolamento térmico da sala ER, a fim de reduzir o consumo de energia e prover segurança em caso de incêndio, com o requisito de exigir baixo investimento.

A sala será circundada por uma parede de três camadas: uma externa de tijolo furado comum, uma intermediária em manta de lã de rocha e uma interna novamente de tijolo furado comum.

A resistência térmica da parede é: $R = \frac{L}{k \cdot A} \quad \left[\frac{K}{W} \right]$

L = espessura da parede
 k = condutividade térmica
 A = área da parede

A resistência térmica por m² é dada por: $r = \frac{L}{k} \quad \left[\frac{K \cdot m^2}{W} \right]$

Externamente as paredes levarão argamassa de cimento e internamente argamassa térmica especial.

Material	Condutividade térmica – k [W/m·K]
Argamassa de cimento e areia	0,80
Tijolo de concreto furado 10 cm	0,20
Lã de rocha	0,04
Argamassa térmica	0,28

Tabela. 4.1: Condutividade térmica

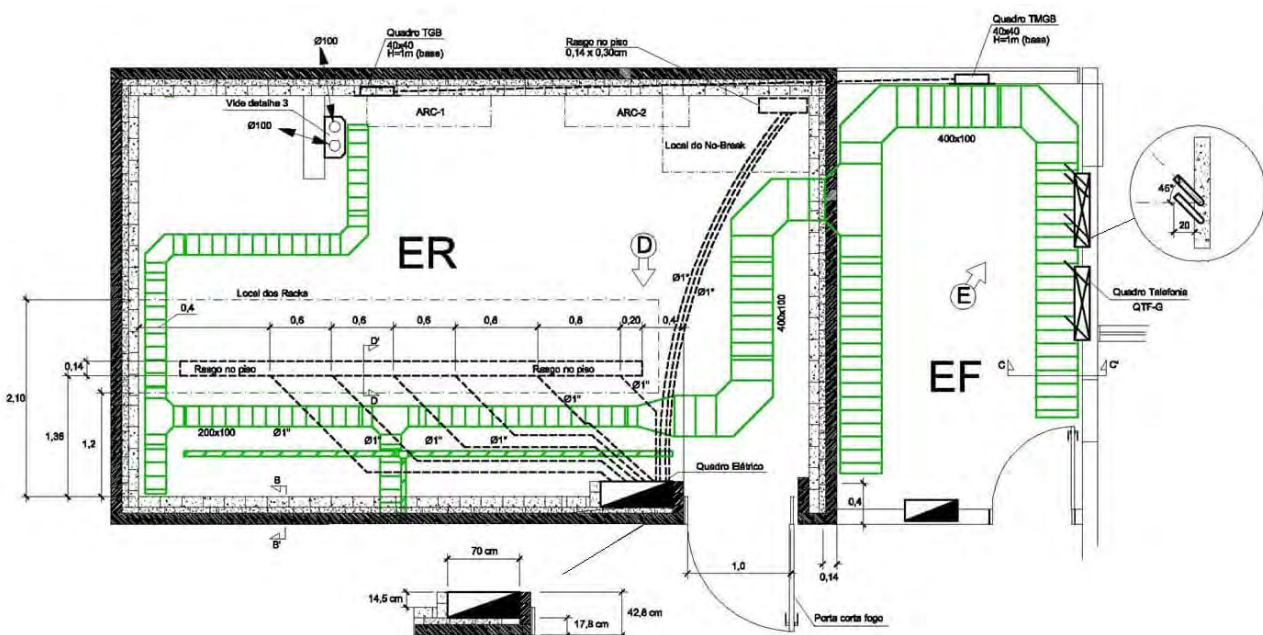


Fig. 4.9: isolamento térmico da sala ER

A resistência térmica fica:

$$r_{equivalente} = \frac{0,02}{0,80} + 2 \cdot \frac{0,1}{0,2} + \frac{0,100}{0,04} + \frac{0,01}{0,28} = 0,025 + 1,00 + 2,50 + 0,036 = 3,56 [K \cdot m^2 / W]$$

A recomendação da BICSI de que a resistividade seja igual ou maior que 3,3 K·m²/W ficaria atendida com esse projeto, com relação às paredes. Um estudo mais completo deverá ser conduzido se houver interesse em isolar a parte superior da sala.

Pelos dados anteriores e considerando que o coeficiente de convecção interno das salas em torno da ER é igual 8 (oito), que o interno da sala ER e o externo são iguais a 25, estimo que o fluxo de calor máximo que entrará na sala ER, em condições normais de operação, será de 200 W.

Em caso de incêndio no pavimento térreo, nas áreas em volta da sala ER, que eleve a temperatura do ar para 500 °C, o fluxo de calor que entrará na sala ER ficará apenas em torno de 4 kW. A figura 4.910 ilustra as paredes com o isolamento térmico projetado.

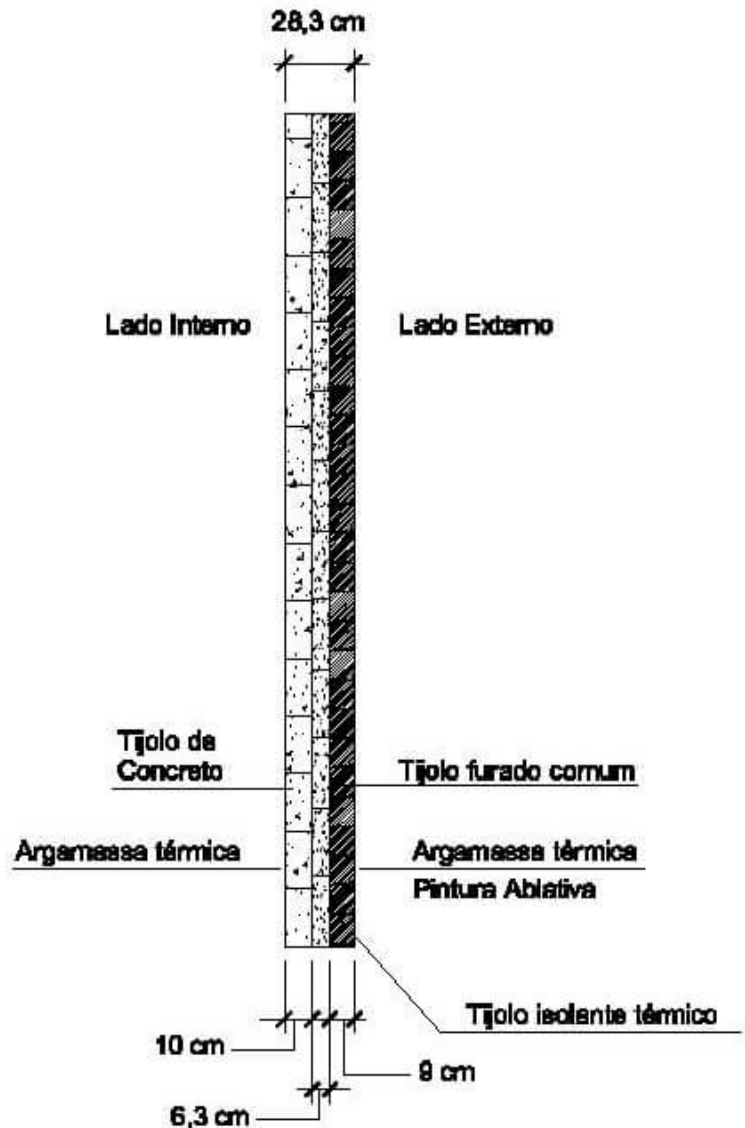


Fig. 4.10: parede térmica da sala ER

DETECÇÃO DE INCÊNDIO

O sistema de detecção de incêndio não fez parte do escopo do presente projeto. Passei a informação ao proprietário de que os sistemas de detecção e combate a incêndio da sala ER deve ser desenhado de forma que o ambiente da sala corresponda a uma área própria e independente de sensoriamento e combate.

Eventuais acionamentos de combate a incêndio externo à ER não devem influir na ER, sendo válida a recíproca de que qualquer acionamento no interior da ER deve ficar limitado a ela.

O projeto deve considerar a possibilidade de interromper o fornecimento de energia para a sala antes de acionar os sprinklers.

Tendo em vista o valor dos ativos dentro da ER é recomendável utilizar sensores de fumaça e temperatura.

A figura 4.11 mostra como ficou a instalação dos cinco racks da sala ER: três abertos e dois fechados para servidores, as respectivas descidas de eletrocalhas e as luminárias posicionadas no corredor frontal.



Fig. 4.11: Sala ER

RACK ABERTO

Um dos elementos mais importantes da infraestrutura de cabeamento é o rack. Para acomodar os dispositivos de rede e painéis foram especificados racks abertos da marca Panduit.

Os racks abertos concentram todo o cabeamento oriundo das tomadas terminais de telecomunicações do prédio.

Os racks especificados são do tipo 19 polegadas, com 45 U de altura, conforme mostra a figura 4.12, tanto para a sala ER quanto para as salas TR dos pavimentos..

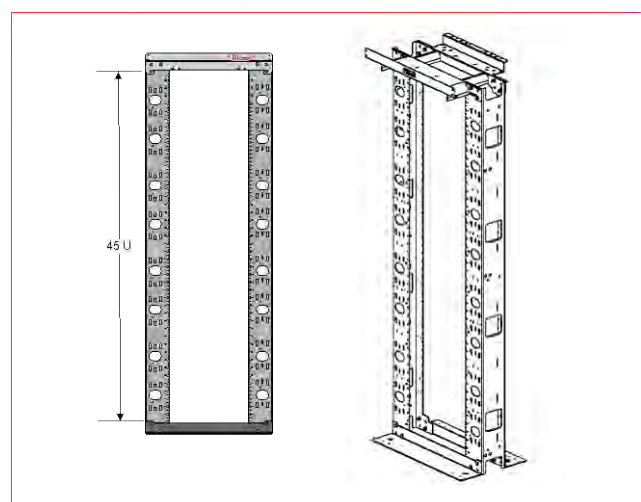


Fig. 4.12: Rack Aberto

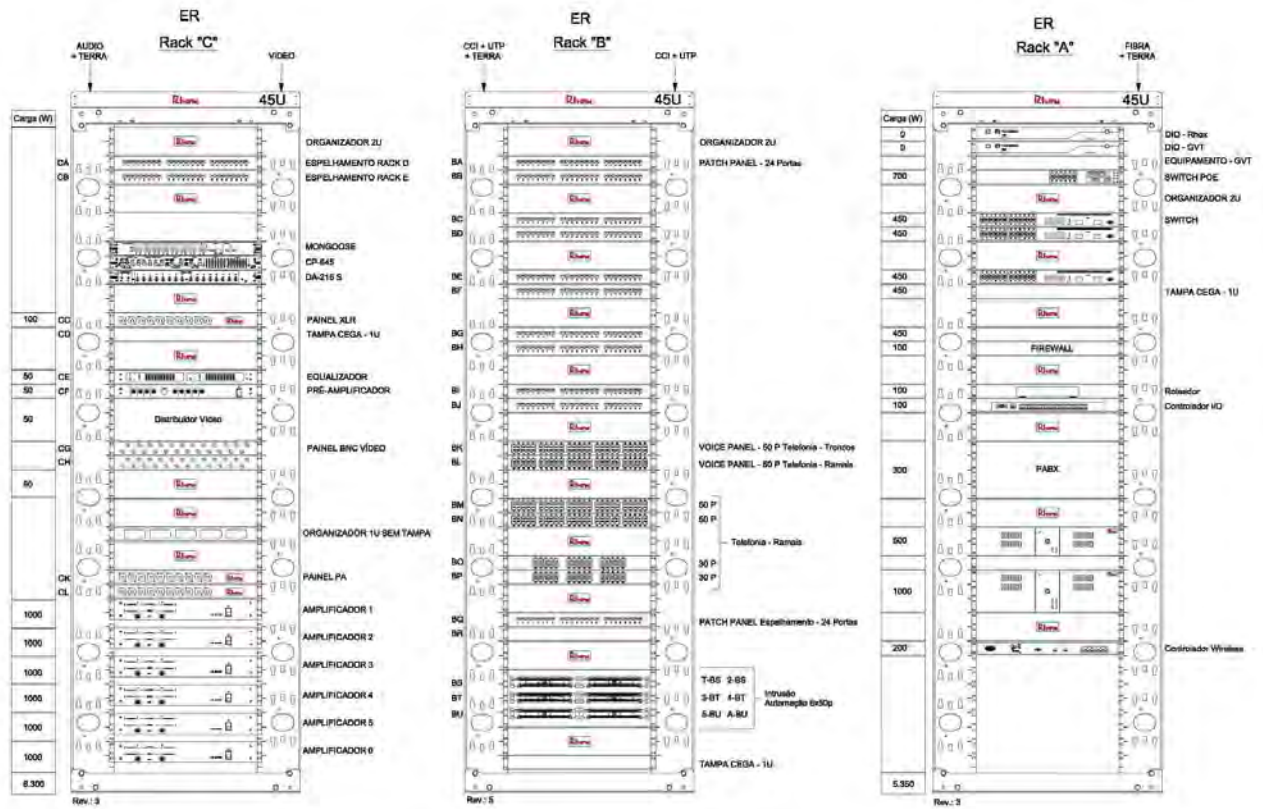


Fig. 4.13: racks abertos da sala ER

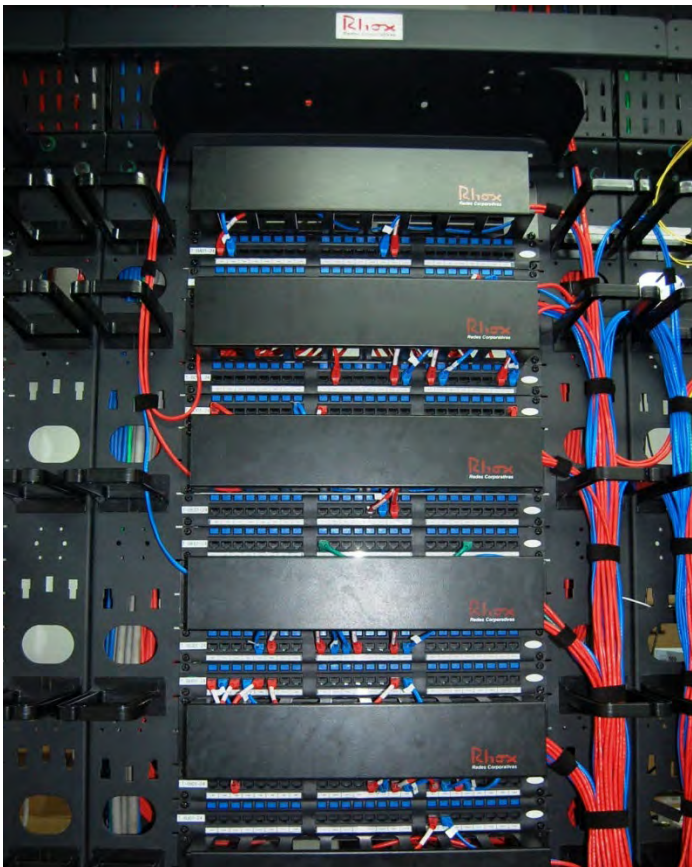


Fig. 4.14: rack "B" - vista frontal - sala ER



Fig. 4.15: Conectorização horizontal

Foram fixados ao chão e unidos na parte superior ao sistema de eletrocalhas de forma harmônica com a estrutura do rack. Tanto na sala ER quanto nas TRs o cabeamento elétrico vem sob o piso e entra por baixo, o que proporciona excelente segurança contra acidentes.

Os racks acomodam os painéis de manobra (patch panel) UTP, painéis de manobra óptica (DIO), painéis de manobra de som ambiental, painéis de voz, switches de rede, amplificadores etc.

A figura 4.13 mostra os três racks abertos da sala ER. Mais adiante, neste artigo, há figuras mais ampliadas de todos os racks envolvidos no projeto.

As figuras 4.14 e 4.15 mostram como ficou a montagem do rack B (principal de cabeamento) após a instalação.

RACK FECHADO

Os racks fechados estão sendo especificados para acomodar os equipamentos ativos servidores de rede. São racks do tipo 19 polegadas, fechados com porta perfurada, 46 U de altura, marca Taunus, pintados na cor preta. Veja a tabela 4.2 e as figuras 4.16 a 4.19.

Cada rack deve ser fornecido com 4 calhas de 8 tomadas conforme mostra a figura 4.18 e uma barra de aterramento, conforme figura 4.19.



Fig. 4.16: Rack fechado

Modelo	Largura	Profundidade	Altura	Qtde
EF-2269-FL-226(*)	600 mm	900 mm	2200 mm	2

Tabela 4.2: racks fechados

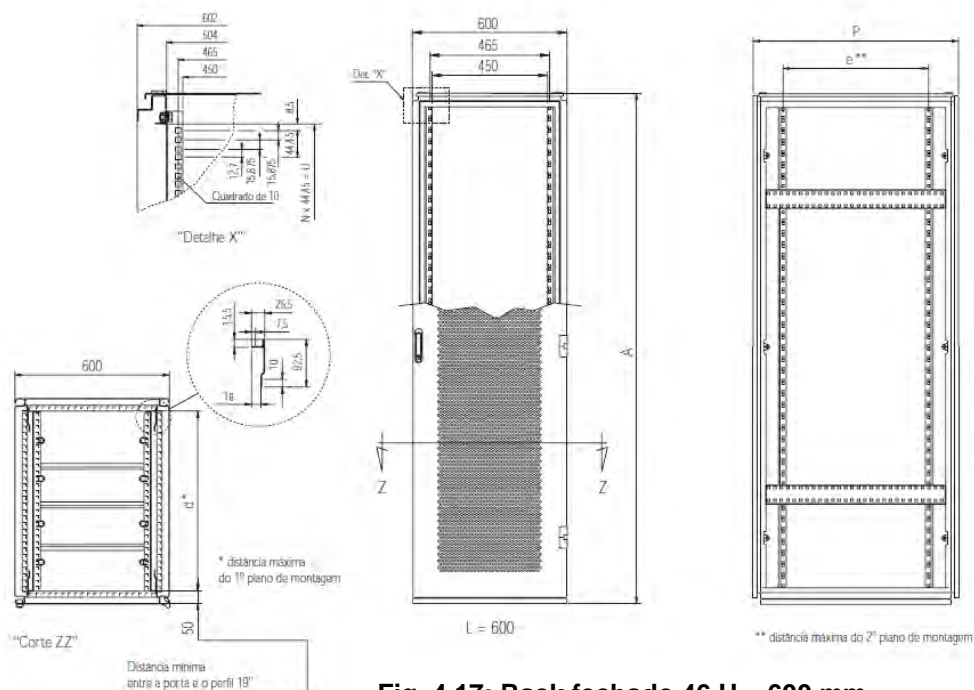


Fig. 4.17: Rack fechado 46 U – 600 mm



Fig. 4.18: Calha de tomadas

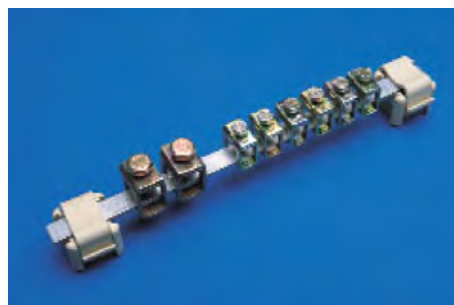


Fig. 4.19: Barra de aterramento

Os acessórios e respectivos códigos dos fabricantes são:

Acessórios	Código	Fabricante
Calha com 8 tomadas	AZ-2008	Taunus
Barra de aterramento	AZ-3611	Taunus
Organizador 2 U	06001017	Rhox
Tampa cega 1 U	06001020	Rhox
Tampa cega 2 U	06001021	Rhox
Tampa cega 4 U	06001022	Rhox

Tabela 4.3: Acessórios

SISTEMA DE ENCAMINHAMENTO DE CABOS

O suporte principal para encaminhamento dos cabos são dois leitos de eletrocalhas: um maior para os cabos de dados, áudio e vídeo e outro menor para os cabos de saída do sistema de sonorização ambiental, que alimentam os sonofletores.

A sala ER, que é o ponto de concentração principal dos cabos, é o ambiente mais crítico da rede, por abrigar os servidores e os switches de rede, onde foi aplicado o maior investimento do proprietário.

Os sistemas de encaminhamento e cabeamento foram desenhados para oferecer um alto MTBF, tanto pelo projeto em si quanto pela escolha dos componentes.

A figura 4.20 é uma visão da sala ER, feita com uma câmera munida de lente grande angular para capturar todos os detalhes.

Após essa figura, acrescentei a face de todos os racks especificados e desenhados para esse projeto.



Fig. 4.20: racks da sala ER após a instalação

VISTA FRONTAL

FIBRA + TERRA

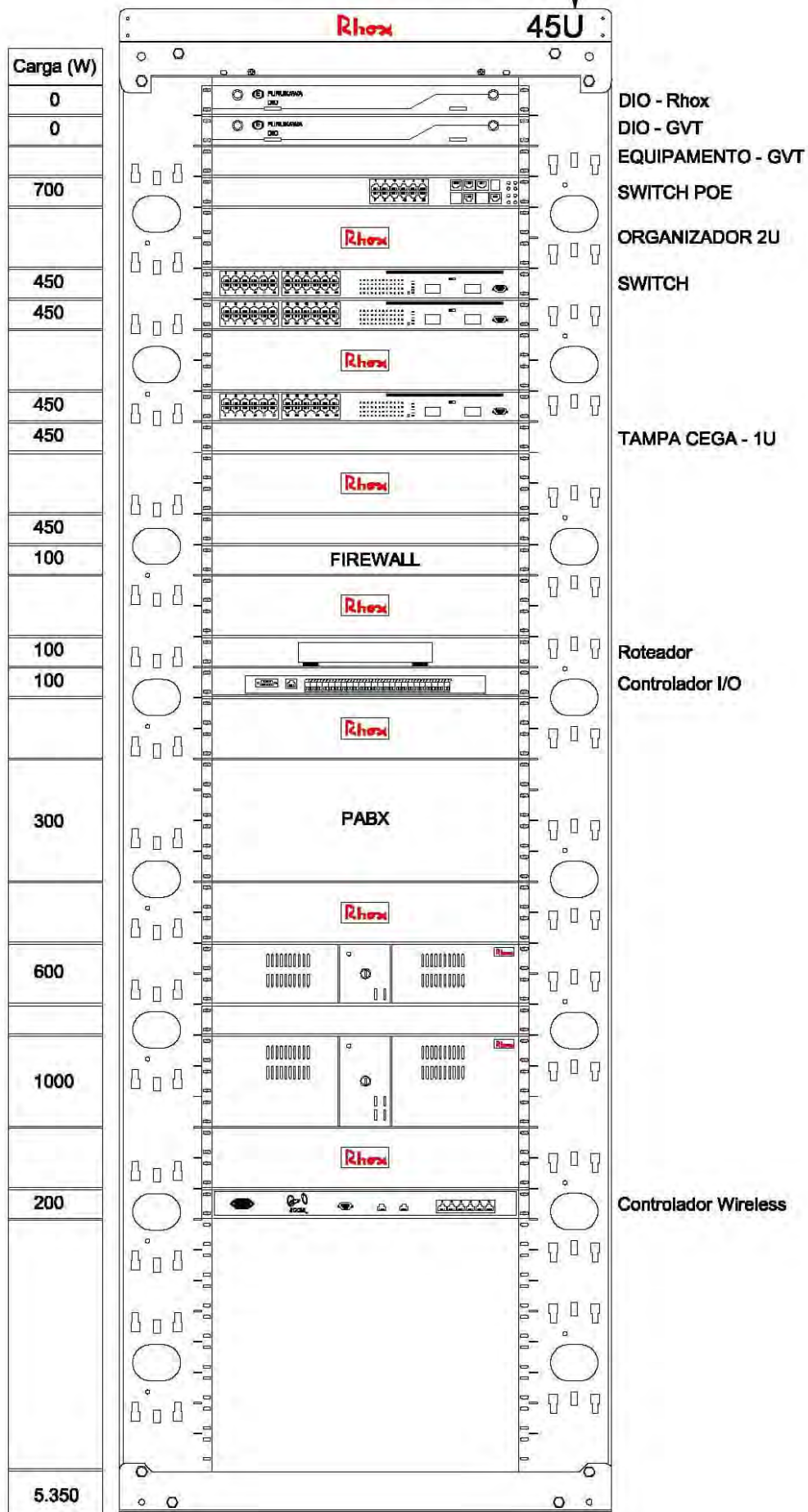


Fig. 4.21: ER – rack A

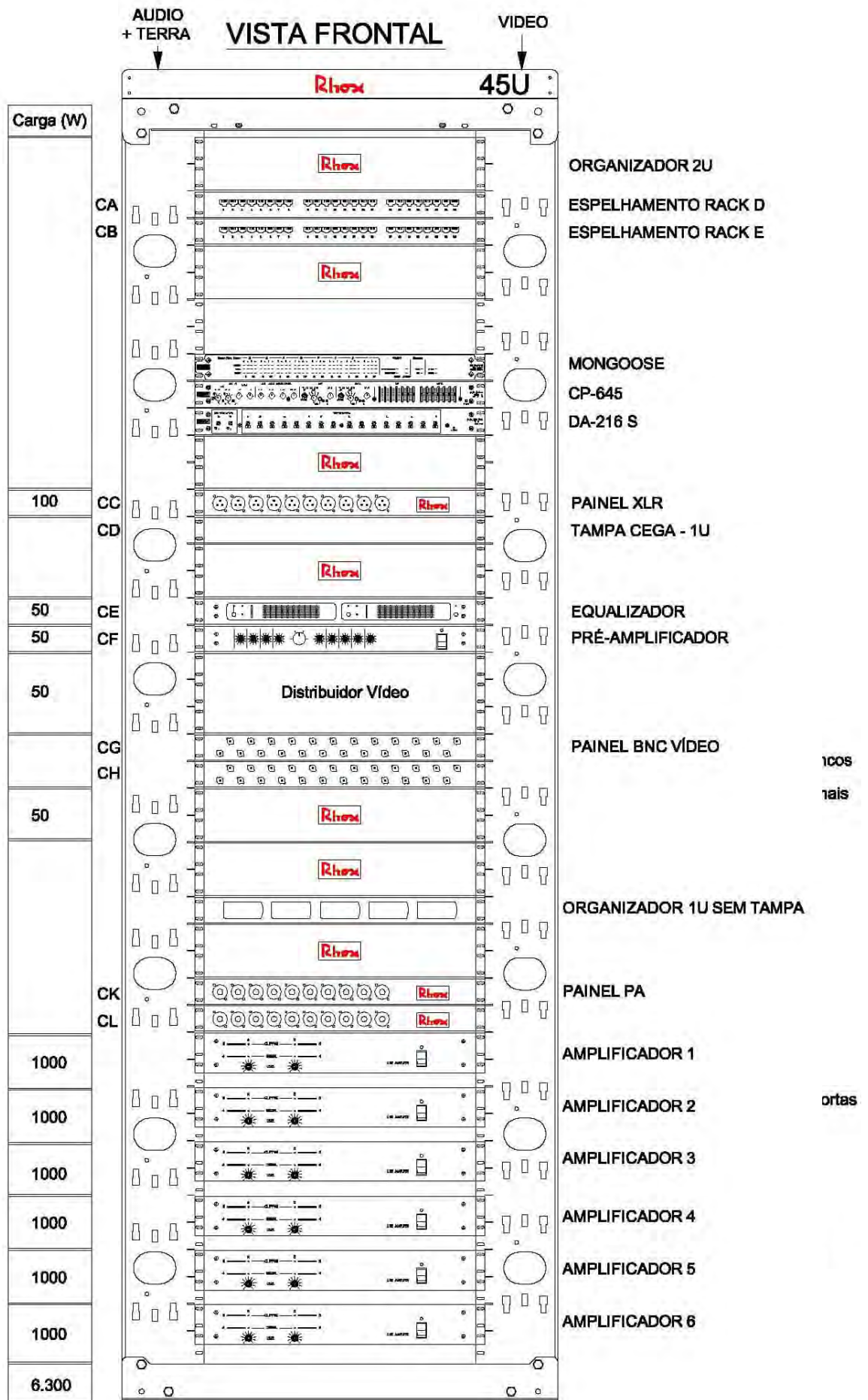


Fig. 4.22: ER – rack B

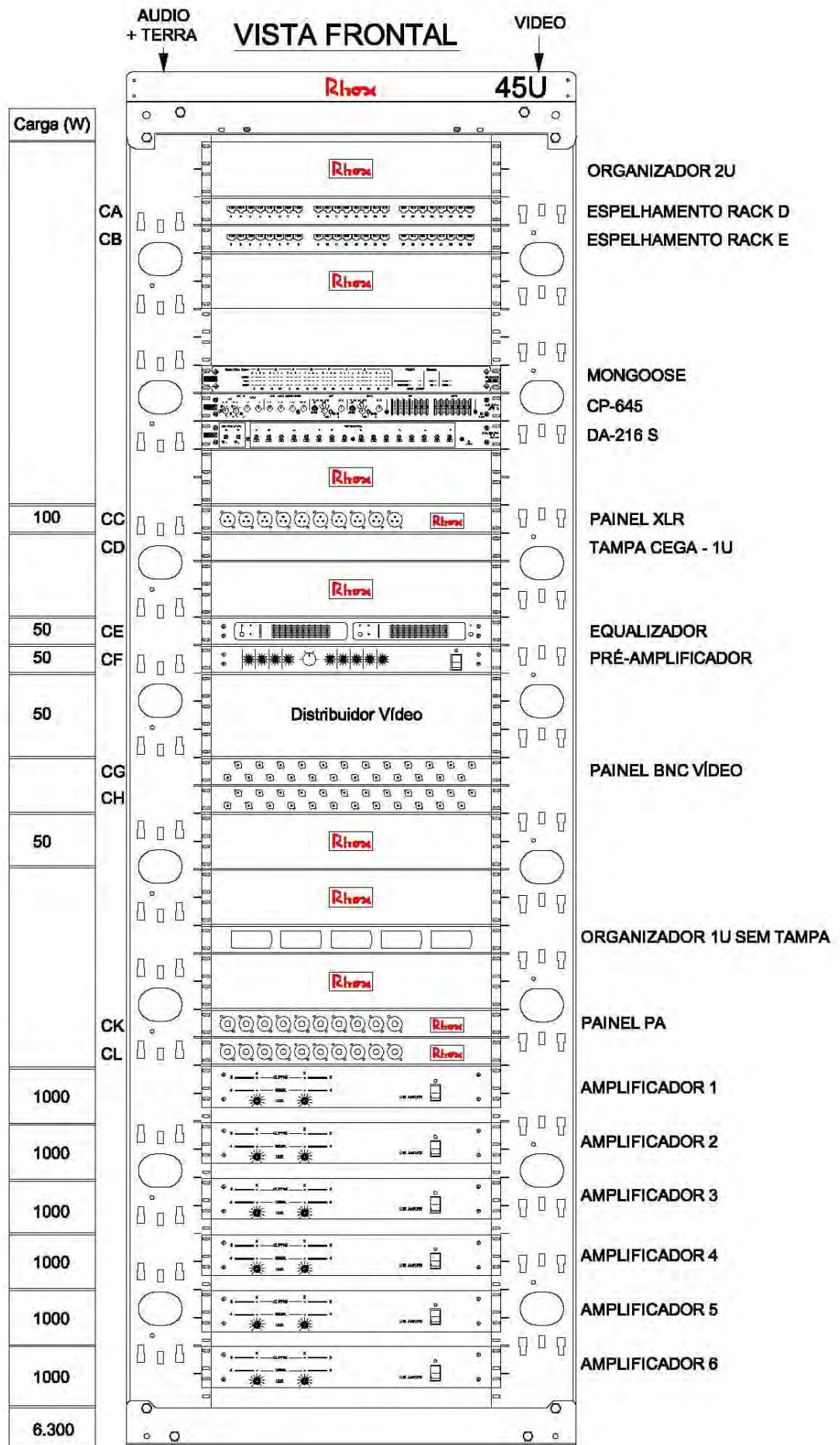


Fig. 4.23: ER – rack C

VISTA FRONTAL

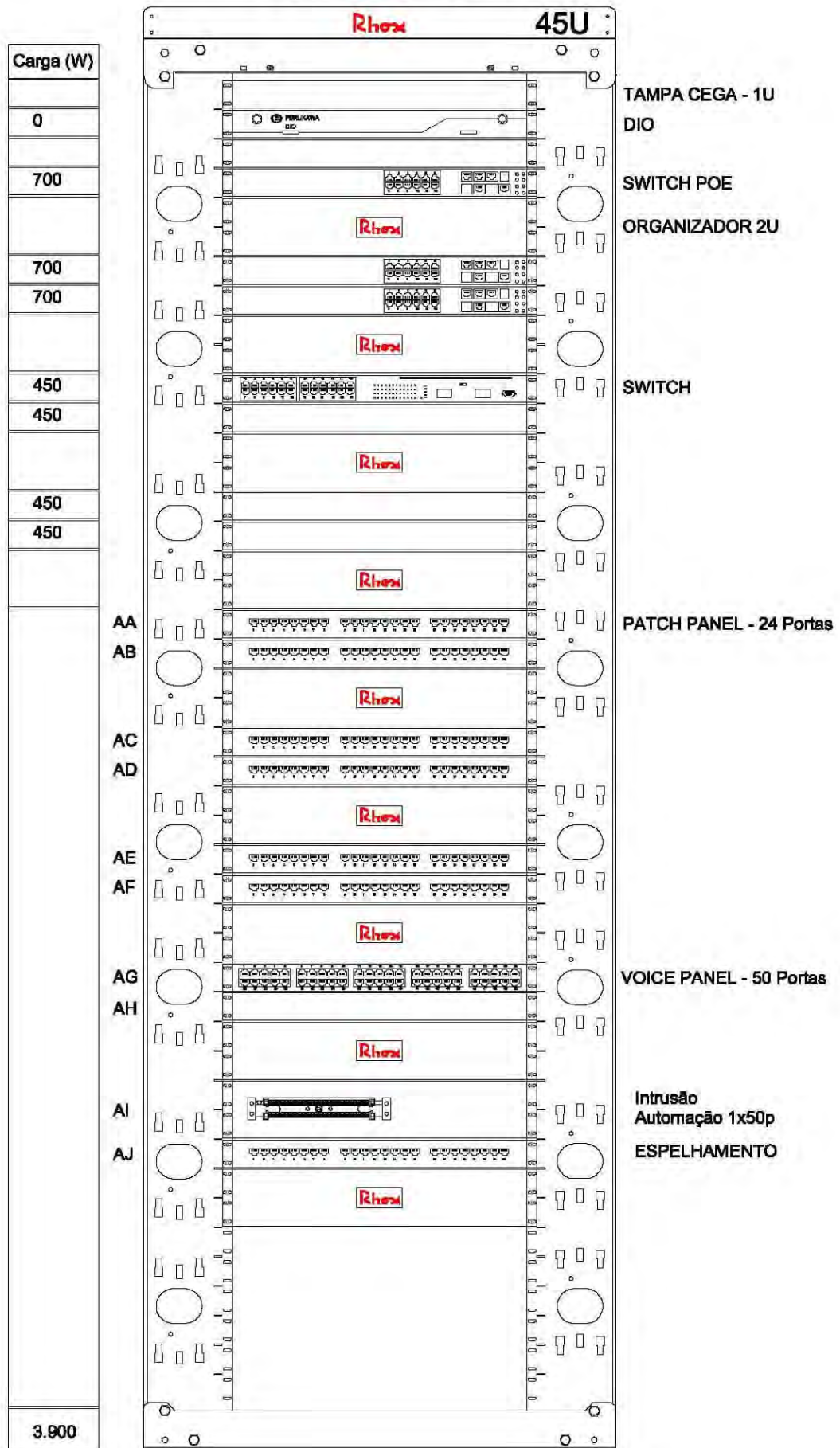


Fig. 4.24: TR2 – rack A

VISTA FRONTAL

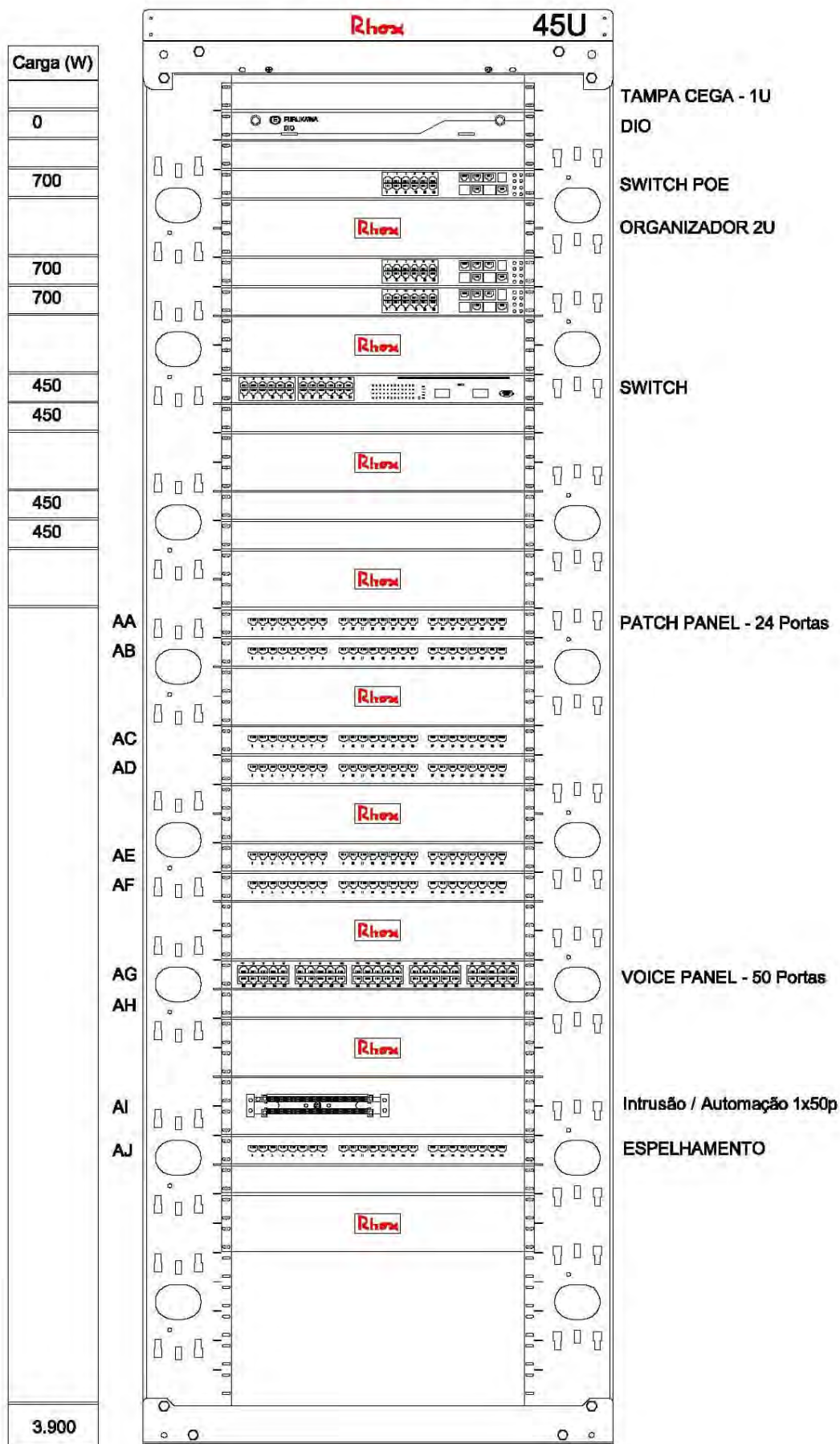


Fig. 4.25: TR3 – rack A

VISTA FRONTAL

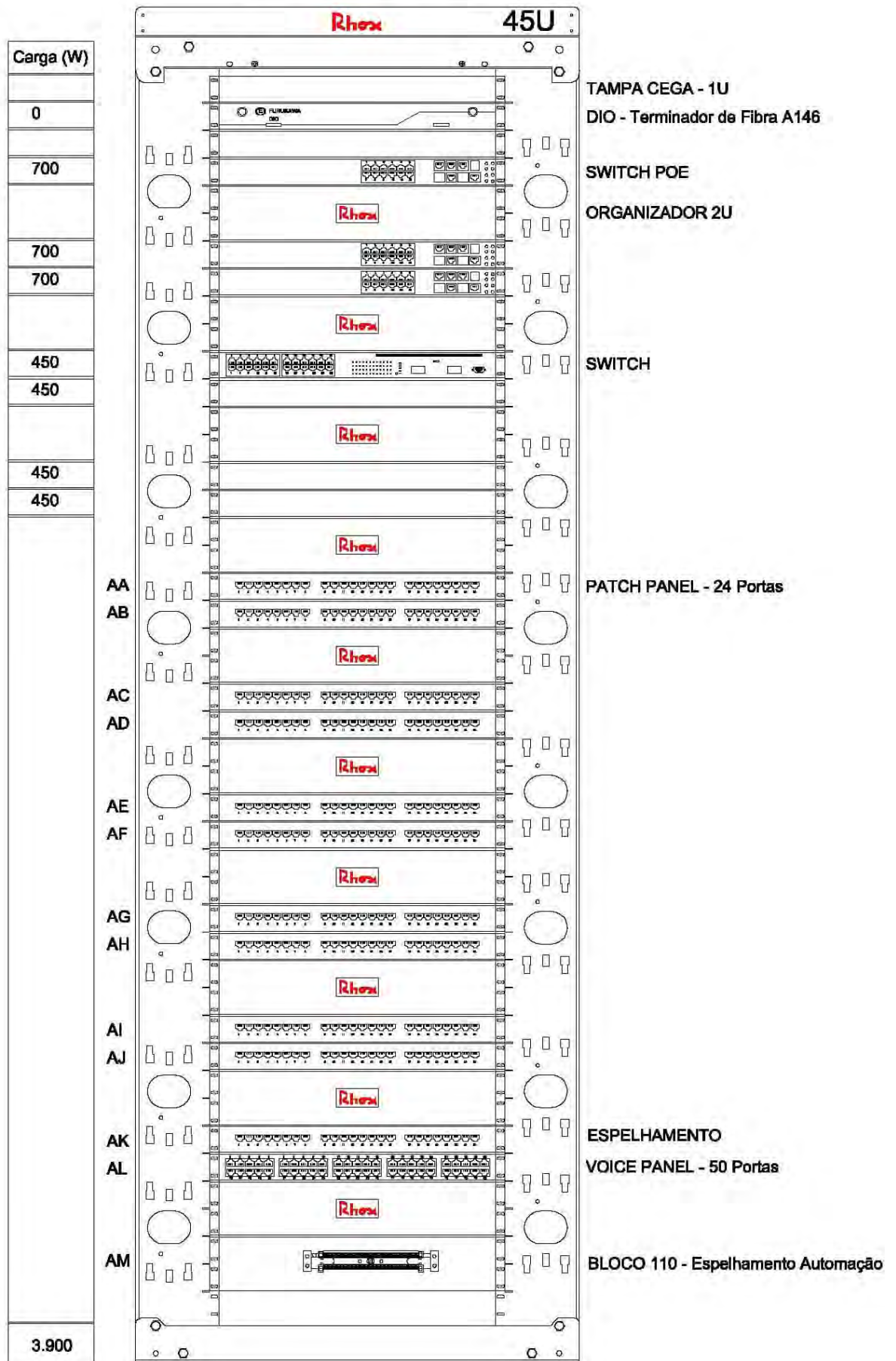


Fig. 4.26: TR4 – rack A

VISTA FRONTAL

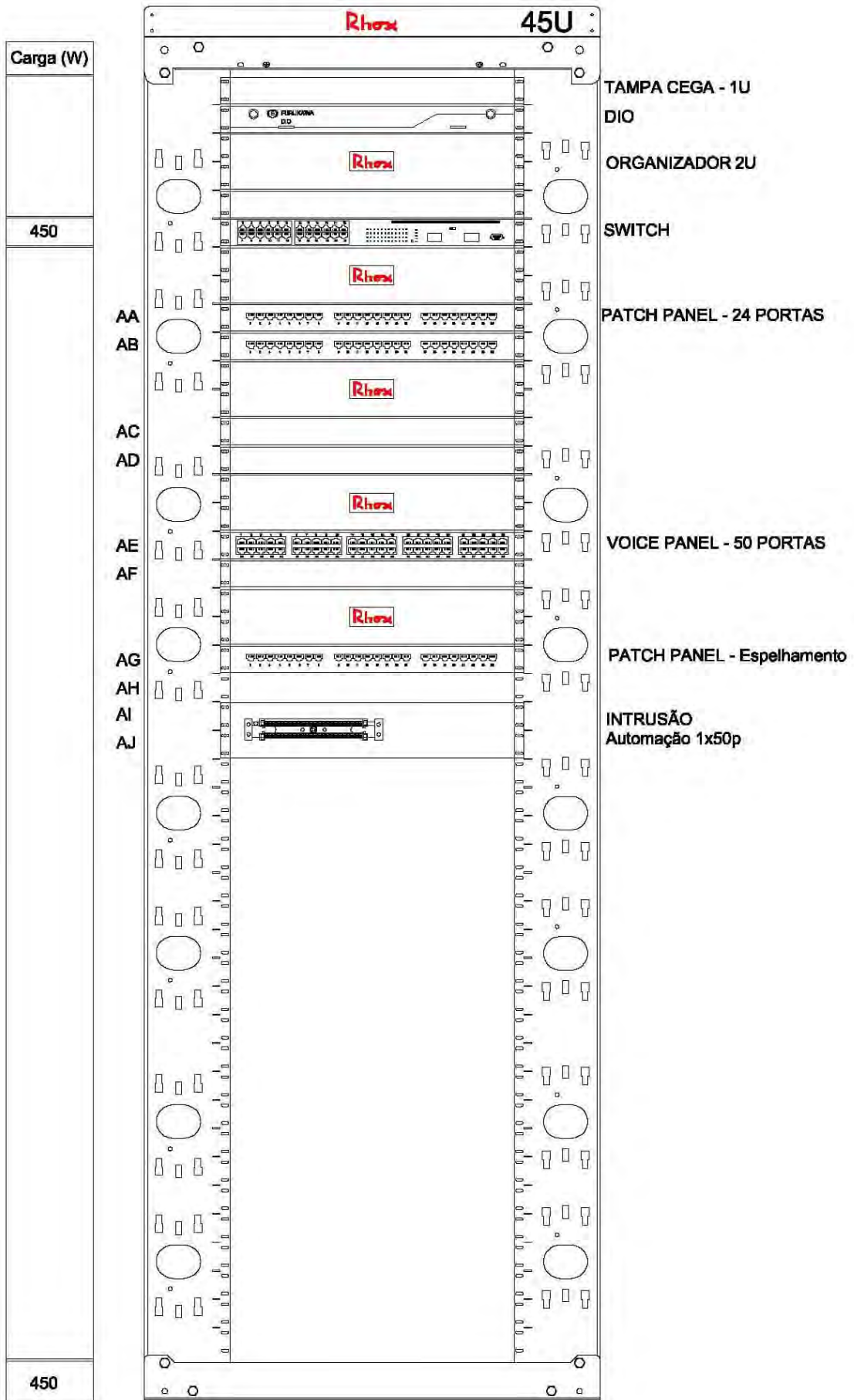


Fig. 4.28: EFT – rack A

O projeto contempla as seguintes salas de telecomunicações (TR – Telecom Room): TR2, TR3, TR4, TR5 E TRA, sendo que a TRA atende a mais de um pavimento, devido à arquitetura da edificação.

DIMENSÕES E LAYOUT DAS SALAS TR

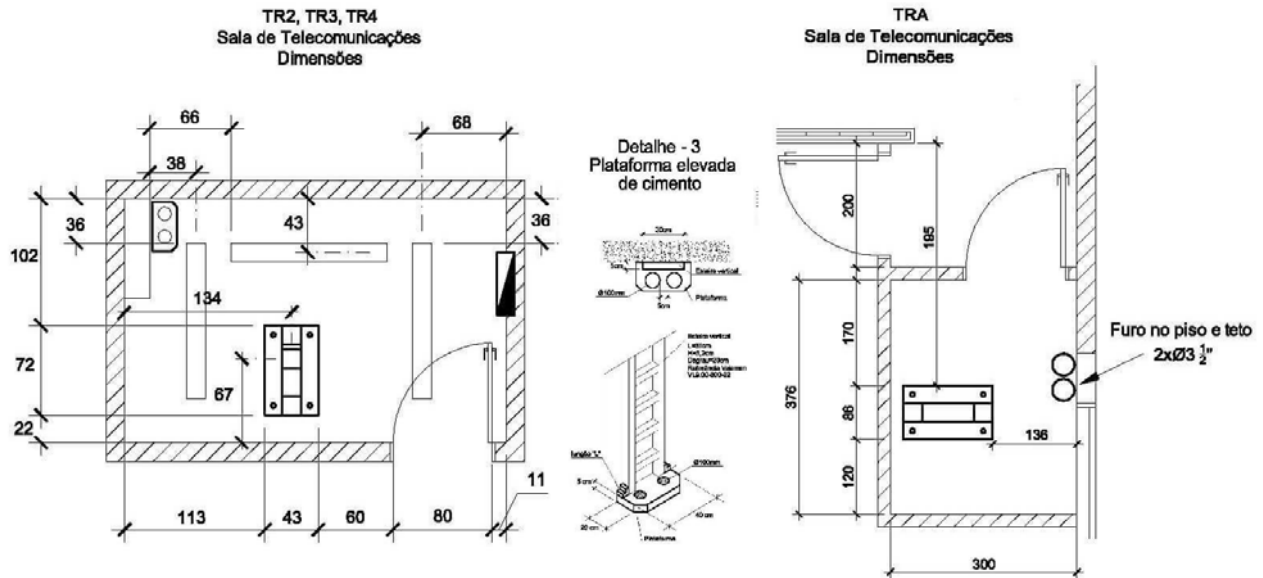


Fig. 4.29: TR2, TR3, TR4 – dimensões e layout

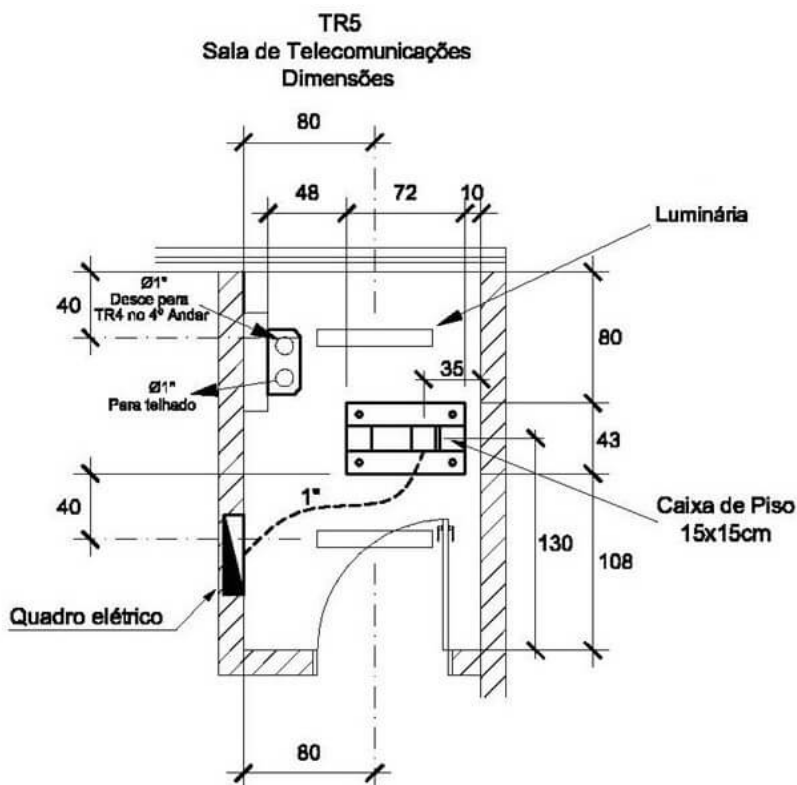


Fig. 4.30: TR5 – dimensões e layout

Áreas servidas pela TRA

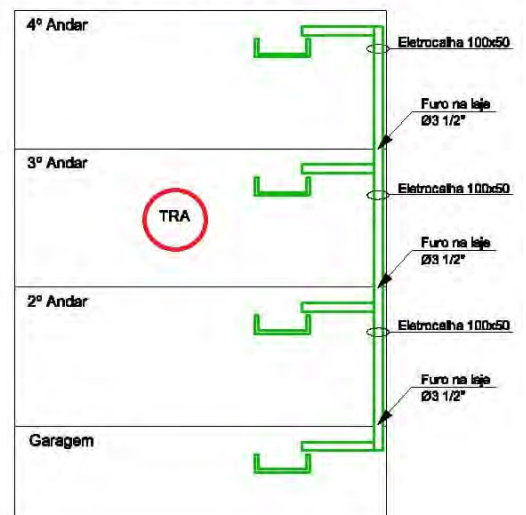


Fig. 4.31: TRA – áreas servidas

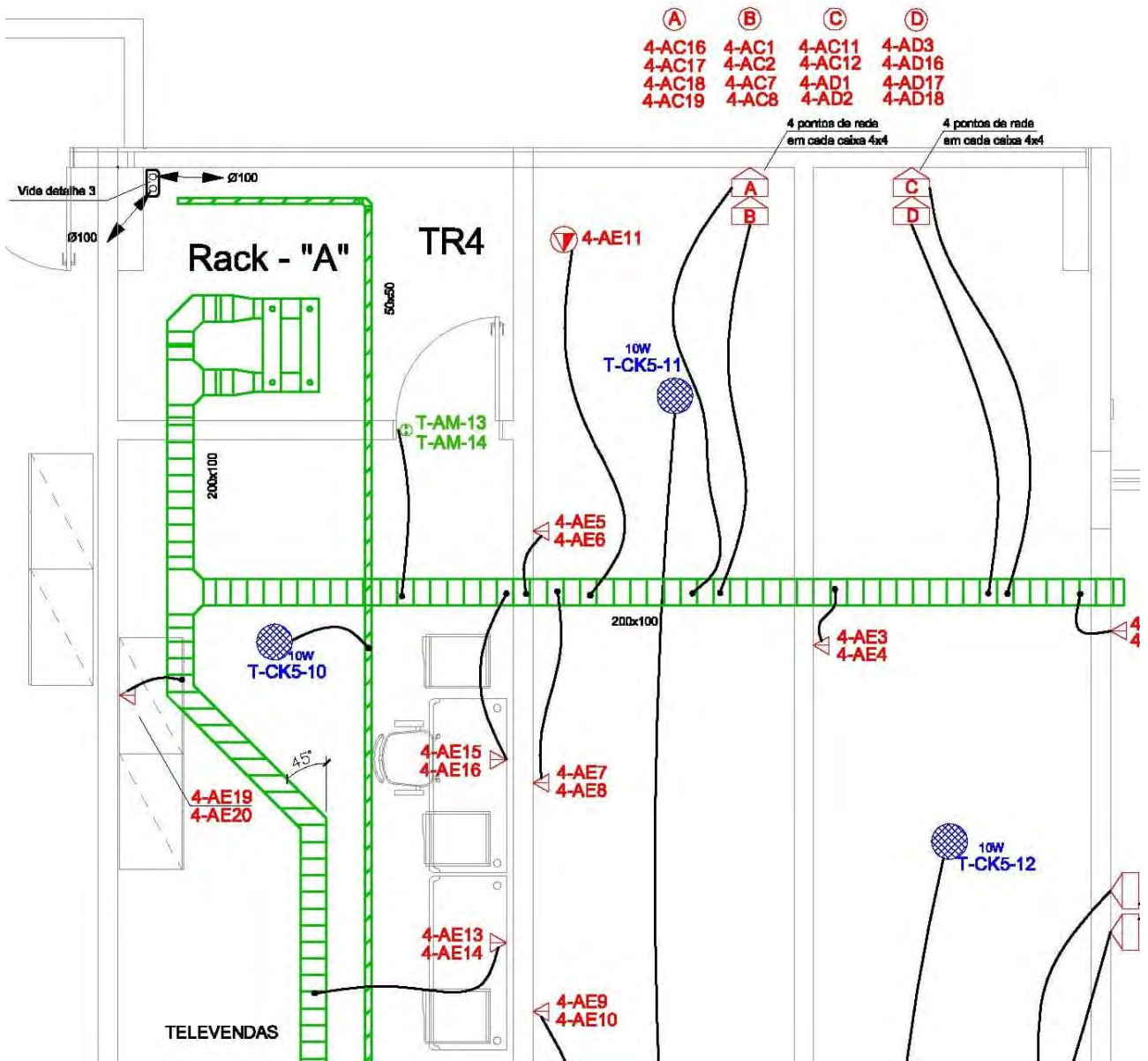


Fig. 4.32: TR4 – infraestrutura de encaminhamento

SALA EF – QUADROS DE ENTRADA DE TELECOMUNICAÇÕES

O encaminhamento de Telecom vindo das caixas de entrada terminam em dois quadros de distribuição interna na sala EF, como ilustra a figura 4.33.

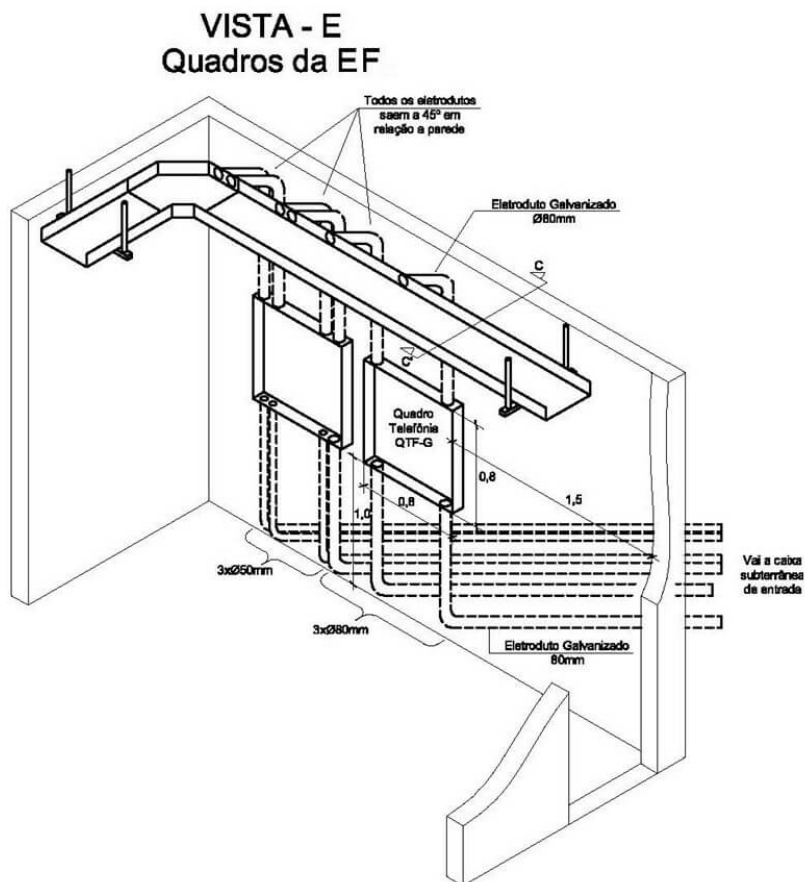


Fig. 4.33: EF – quadros de entrada de Telecom

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E ILUMINAÇÃO da sala ER

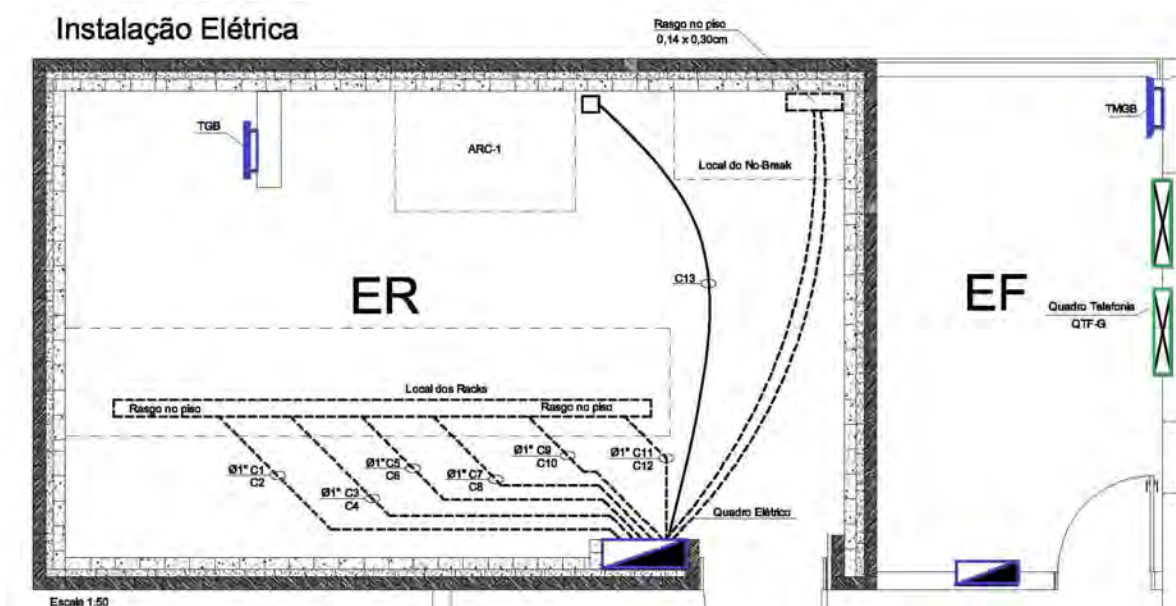


Fig. 4.34: ER – distribuição da energia elétrica

Iluminação

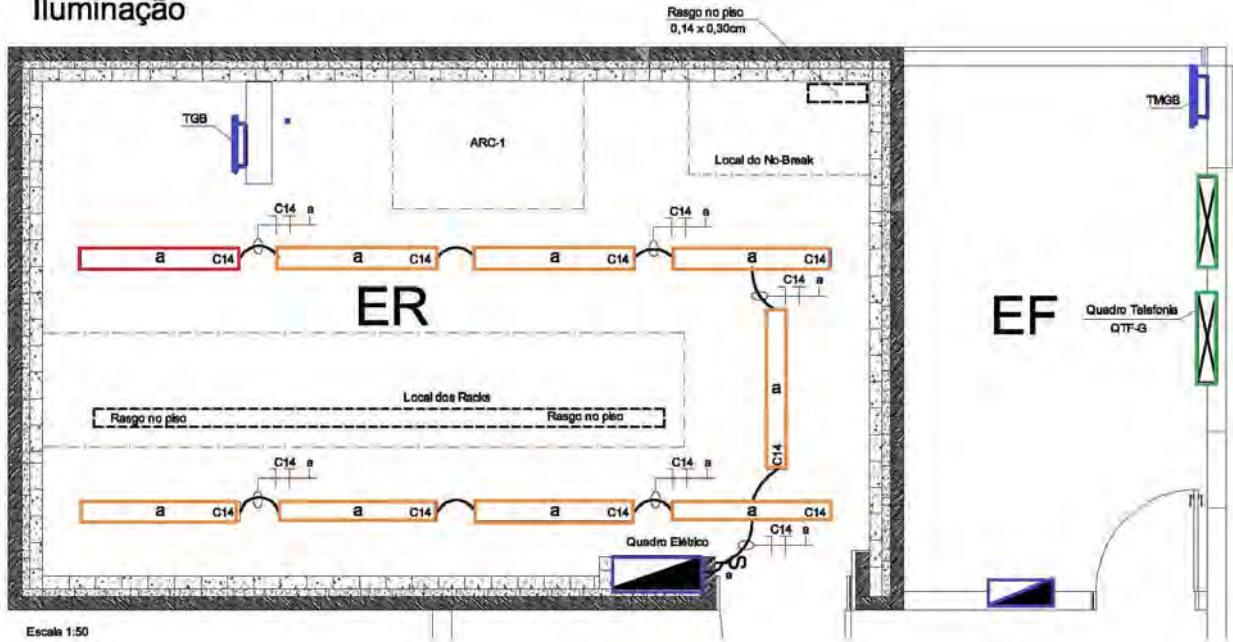


Fig. 4.35: ER – iluminação

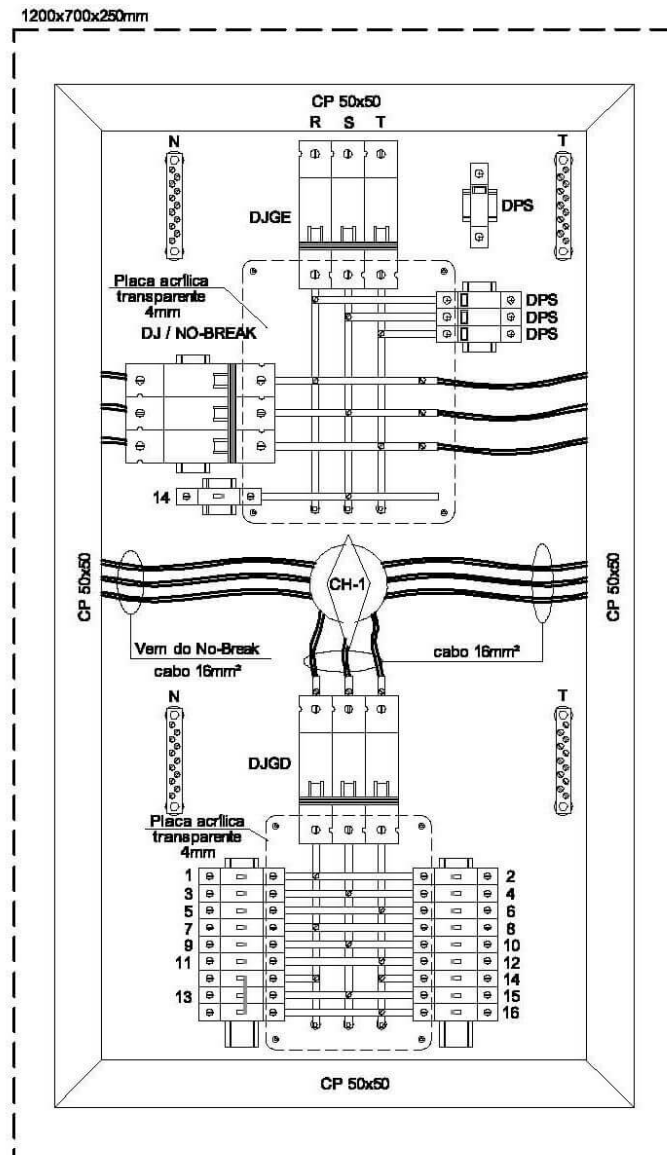


Fig. 4.36: ER – quadro de distribuição baixa tensão

Diagrama do quadro elétrico da sala ER

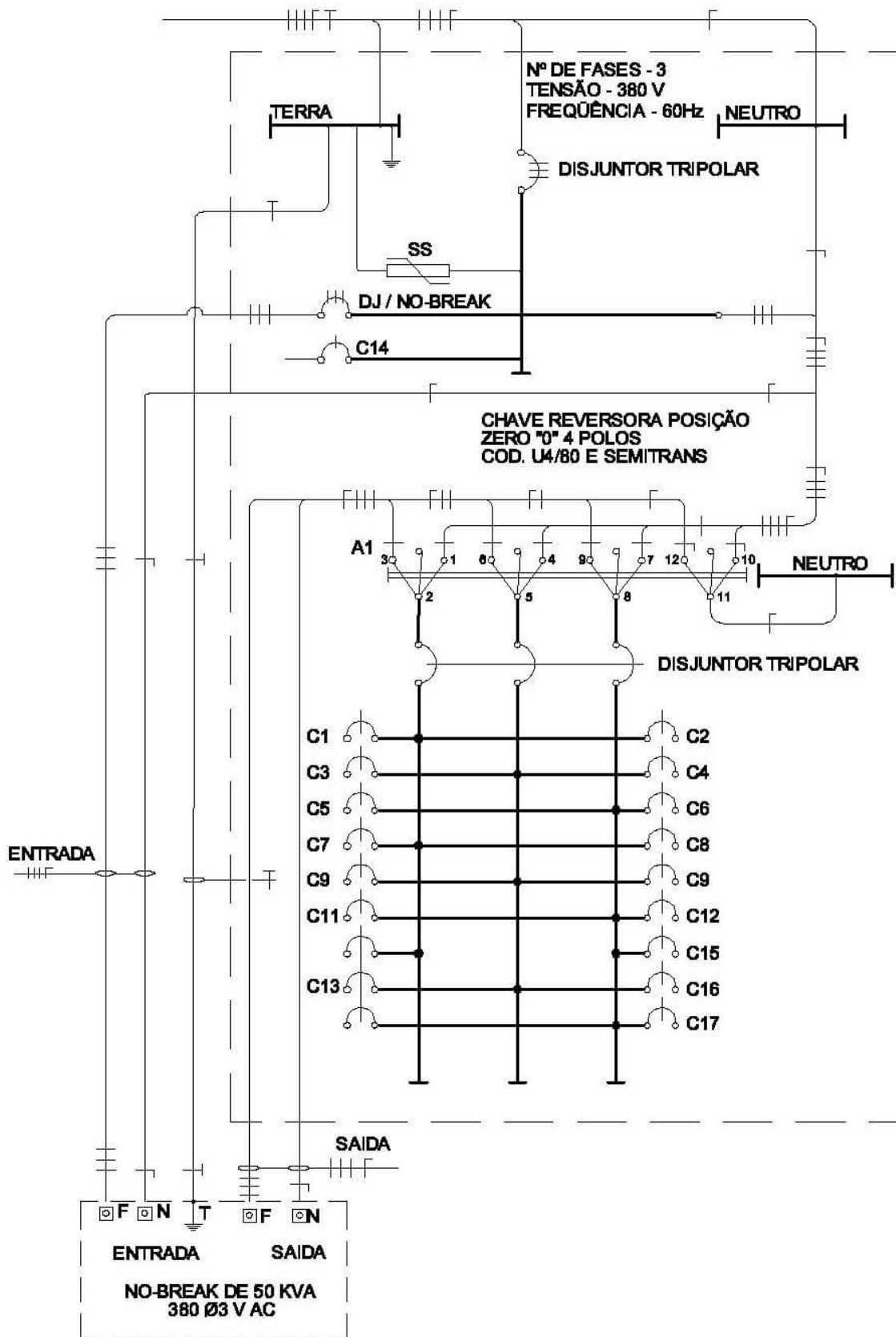
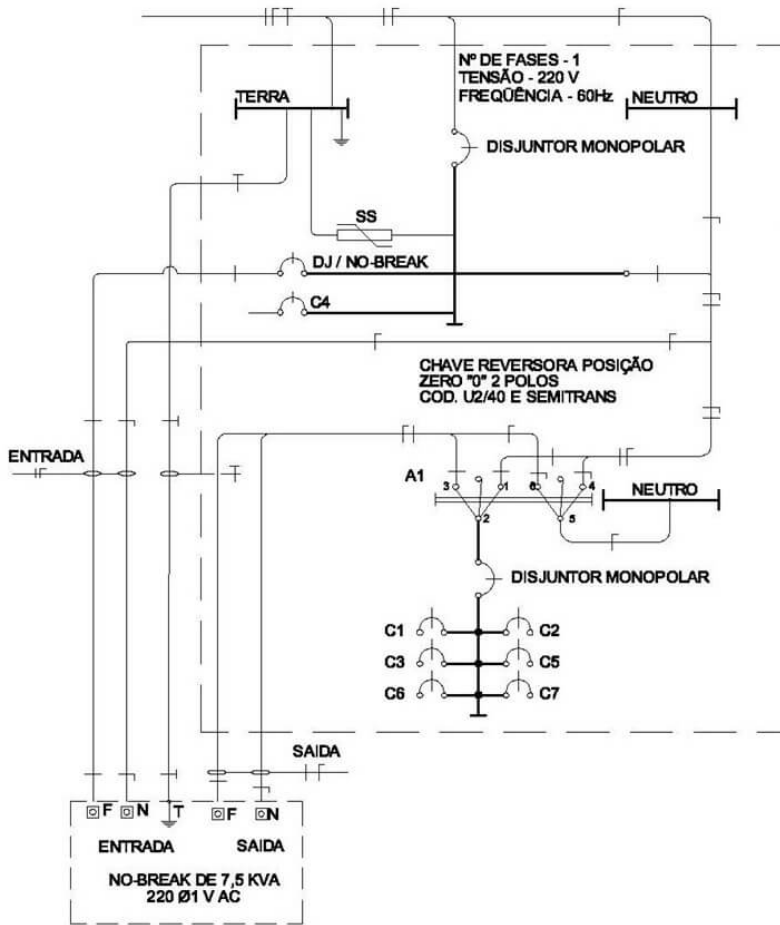


Fig. 4.37: ER – diagrama unifilar do quadro de distribuição baixa tensão

Diagrama do quadro elétrico da sala TR



VISTA FRONTAL INTERNA

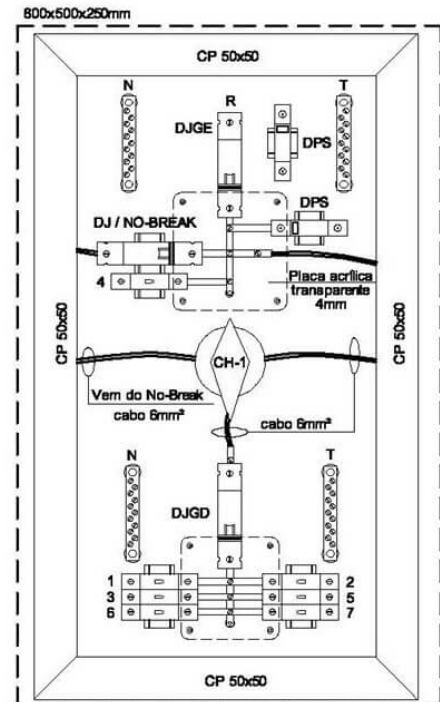
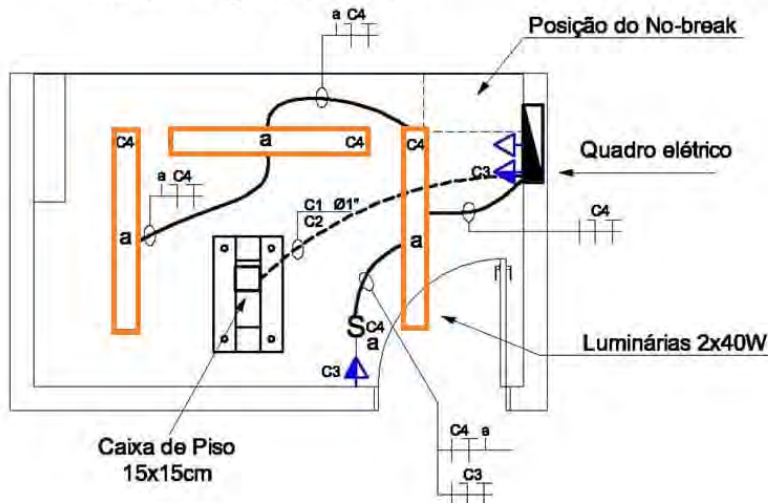


Fig. 4.38: salas TR – diagrama unifilar e quadro de distribuição baixa tensão

TR2, TR3, TR4 Sala de Telecomunicações Instalação elétrica



Vista A

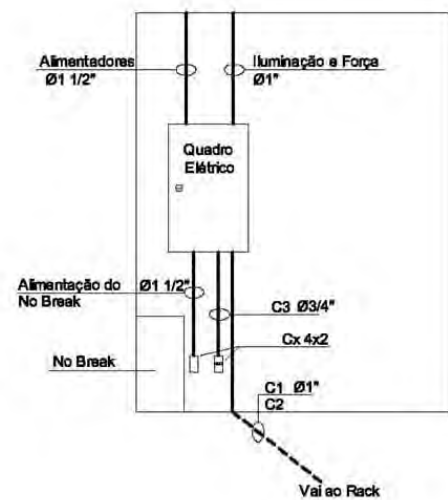


Fig. 4.39: salas TR2, 3 e 4 – instalação elétrica

SALA DE SOM

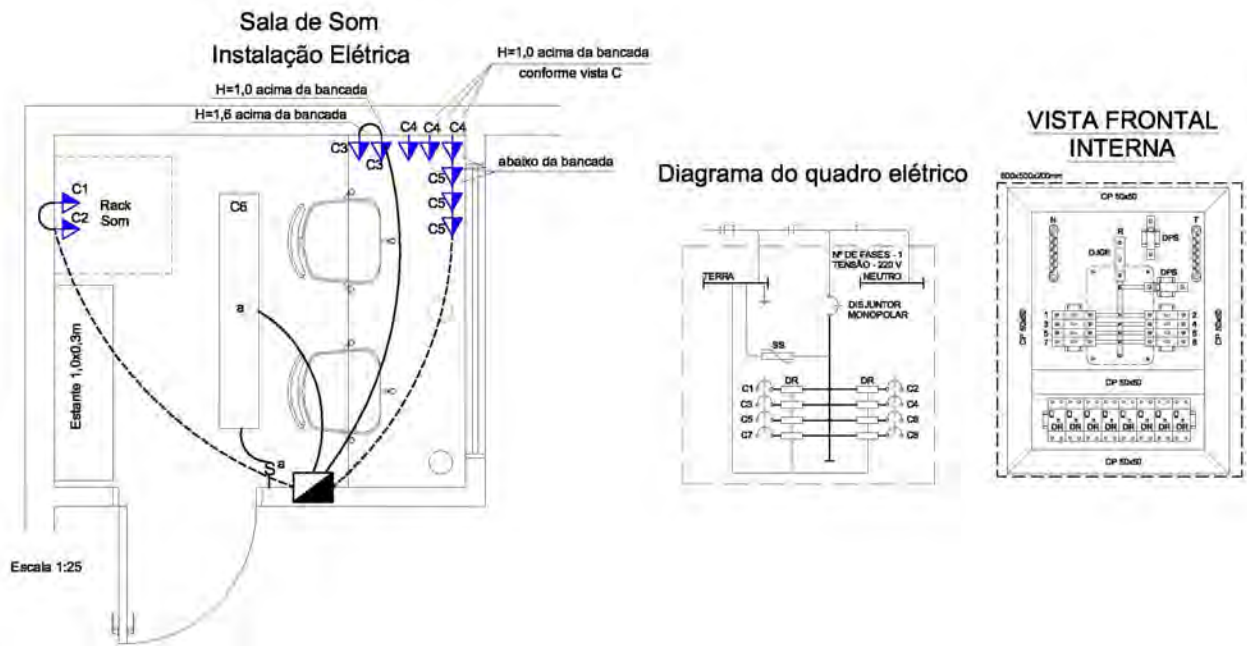


Fig. 4.40: sala de controle da sonorização – instalação elétrica

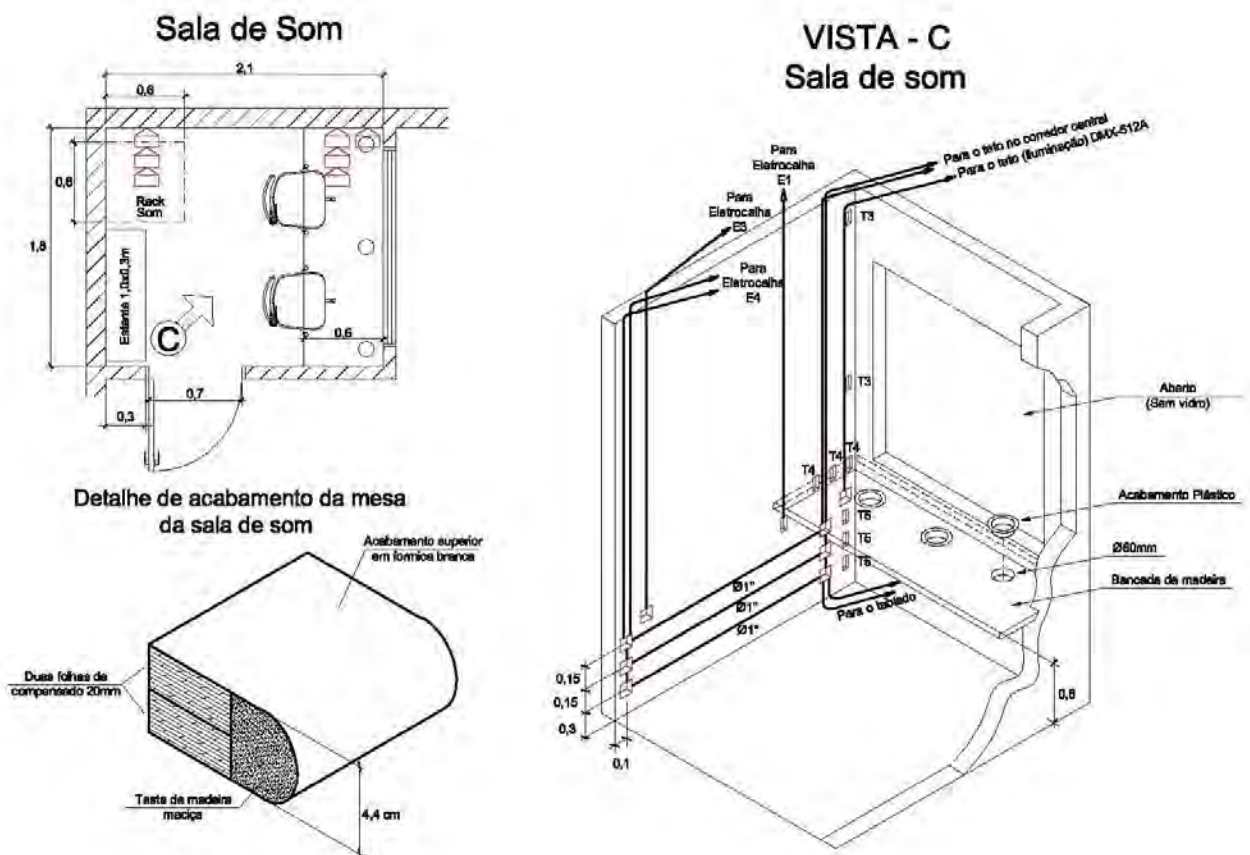


Fig. 4.41: sala de controle da sonorização – detalhes

ENCAMINHAMENTO NA ÁREA DE TRABALHO

O encaminhamento de cabos para a área de trabalho, quando possível, foi feita com eletrodutos rígidos embutidos em alvenaria, principalmente nas salas de diretoria que ficam no final de cada pavimento.

Foram especificadas e executadas curvaturas de grande raio nos eletrodutos, de forma que os cabos não sofram durante a instalação e utilização, como pode ser visto nas figuras 4.29 e 4.30.



Fig. 4.29: Encaminhamento TV



Fig. 4.30: Encaminhamento dados

Foram instaladas caixas de terminação de rede de primeira qualidade, tanto nas paredes de alvenaria (salas de diretoria e paredes laterais) quanto nas paredes de gesso acartonado.

Nas paredes de alvenaria utilizou-se o padrão Rhox de caixas, com dupla profundidade e largura aumentada (caixas tipo 1LDP) nas posições mais críticas para a curvatura dos cabos, a fim de garantir o desempenho máximo da rede.



Fig. 4.31: caixa de terminação

5 CABEAMENTO

O cabeamento é do tipo estruturado, com cabos de cobre categoria 6 nos enlaces horizontais, a fim de ampliar a vida útil do sistema e reduzir a probabilidade de falha nas transmissões.

Os demais componentes são da categoria 5e, por requisito do cliente, motivado pela redução de custo, resultando em um sistema categoria 5e de alto desempenho.

O cabeamento estruturado possui tomadas de terminação tipo RJ-45 fêmea onde podem ser conectados computadores, aparelhos telefônicos, impressoras, equipamentos wireless, câmeras de vídeo, controladoras de acesso etc.

Os cabos horizontais de CATV seguem a topologia estrela, terminando todos na sala ER, a fim de conferir mais flexibilidade, maior qualidade de transmissão e facilidade de manutenção. Nas salas previstas para gerências e diretorias foram especificados dois pontos de vídeo para permitir a seleção de duas programações distintas na própria sala, podendo uma delas ser gerada localmente.

O sistema de CATV foi projetado para aceitar as transmissões digitais em alta definição, além das transmissões analógicas normais em VHF, com previsão para eventuais mudanças nos locais de transmissão. Foram deixados dois cabos reserva do telhado até a sala de equipamentos, caso o proprietário opte por instalar os serviços de alguma provedora de canais de vídeo.

O cabeamento do sistema de controle de acesso foi especificado para atender os pontos de controle solicitados pelo proprietário e foram previstos quadros de distribuição e acomodação de controladores dos sensores biométricos e acionadores de porta, conforme consta nas plantas.

Cada pavimento possui uma sala TR onde todo o cabeamento categoria 6 se concentra. Cada TR de andar recebe um cabo CI de telefonia e possui um painel de manobra de voz. Todos os cabos CI dos andares se concentram na sala ER onde está prevista a instalação do PABX.

Cada TR de andar também recebe um cabo óptico de 6 vias que conecta os equipamentos ativos de borda ao switch central da ER.

Os equipamentos wireless e câmeras de vídeo serão alimentados pelo cabo de rede.

Os componentes de cabeamento foram especificados com base nas melhores práticas e recomendações dos fabricantes. Os enlaces dos cabos UTP foram certificados em categoria 5e.

O cabeamento principal (backbone) é formado por cabos ópticos multimodo (6 fibras multimodo), cabos UTP categoria 6 CMR para espelhamento e cabos CI de 30 e 50 pares para telefonia.

A rede de cabeamento utiliza como suporte de transmissão os seguintes elementos passivos:

Dados, CFTV e Controle de Acesso: Cabo óptico no backbone e cabeamento horizontal com cabos categoria 6 e tomadas categoria 5e.

Roteamento de áudio Cabo categoria 5e ou 6

Automação e Intrusão Cabo UTP 2 pares

Telefonia: os ramais do PABX serão conectados aos painéis de manobra de voz instalados nos racks dos andares com cabos telefônicos multipares. Dos painéis de manobra até as áreas de usuários a telefonia também utiliza os cabos categoria 6.

Som: Cabos paralelos polarizados para linha de 70v e cabos blindados para microfones.

TV: Cabos coaxiais.

A tabela 5.1 mostra os quantitativos da rede, por rack.

LOCAL	Rack Aberto	Pontos de rede				Pontos de Consolidação		Intrusão Automação		Componentes instalados nos racks				
		UTP	FO	Áudio digital	Vídeo (F) ¹	Cat 5e	Cat 6	Pares Rack	Pares WA	Patch Panel 24p	Voice Panel 30p	Voice Panel 50p	Painel Vídeo 24p	Panel Áudio 10p
Térreo ER	A	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	274 ²	-	-	-	-	-	300 ³	-	11	1	5	-	-
	C	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	3
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Térreo Auditório	-	-	-	-	-	-	96	-	26	-	-	-	-	-
Sub-solo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2º Pav	A	71	2	-	7	-	-	50	16	3	-	1	-	-
3º Pav	A	40	2	-	7	-	-	50	16	7	-	1	-	-
	B	113	2	-	-	-	-	50	-	5	1	-	-	-
4º Pav	A	189	2	-	10	-	96	50	18	10	-	1	-	-
5º Pav	A	47	2	-	5	-	-	50	4	3	-	1	-	-
Cobertura	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
Totais:		734	10	-	38	-	192	550	84	43	2	9	2	3

¹ Todos os pontos de vídeo estão ligados ao rack "C" na ER

² Inclui 48 pontos de espelhamento para os racks D e E e 24 pontos de espelhamento para os andares (TR2, 3, 4 e 5)

³ Inclui 50 pares do térreo e espelhamento dos demais racks

Tabela 5.1: Distribuição dos pontos e quantitativos da rede

5.1 TOPOLOGIA FÍSICA DA REDE

A topologia geral da rede de dados é do tipo estrela: as tomadas de terminação de Telecom se concentram nas salas de telecomunicações (TR) dos pavimentos que, por sua vez, estão interligadas por fibra óptica à sala de equipamentos (ER) situada no Térreo.

O cabeamento está estruturado em dois níveis: principal e secundário.

O principal é formado pelo backbone em fibra óptica, que interliga o DIO (distribuidor óptico) instalado no rack "A" a cada rack de andar.

Os equipamentos ativos (switches), que estarão instalados nos racks dos andares, se comunicarão através desse backbone óptico com o switch central na sala ER, fato que confere alta confiabilidade e excelente imunidade a ruídos e interferências eletromagnéticas, conforme ilustra figura 5.3.

O cabeamento secundário para atender aos pontos de Telecom dos usuários finais é do tipo híbrido: cabo UTP categoria 6 e tomadas categoria 5e. Os painéis de manobra se ligam às tomadas de usuário por meio do cabeamento horizontal.

Foram definidos dois tipos de enlaces: direto do rack até o ponto de terminação e passando por ponto de consolidação com bloco tipo 110, ilustrado na figura 5.2.

Foram especificadas caixas de consolidação com capacidade para 12 pontos cada uma, para atender as áreas com grande possibilidade de alteração futura, tendo em vista que as paredes são de gesso acartonado e o cliente sinalizou a possibilidade de mudanças durante a vida do prédio.

Esses pontos de consolidação foram definidos em blocos do tipo 110, como pode ser visto na figura 5.2

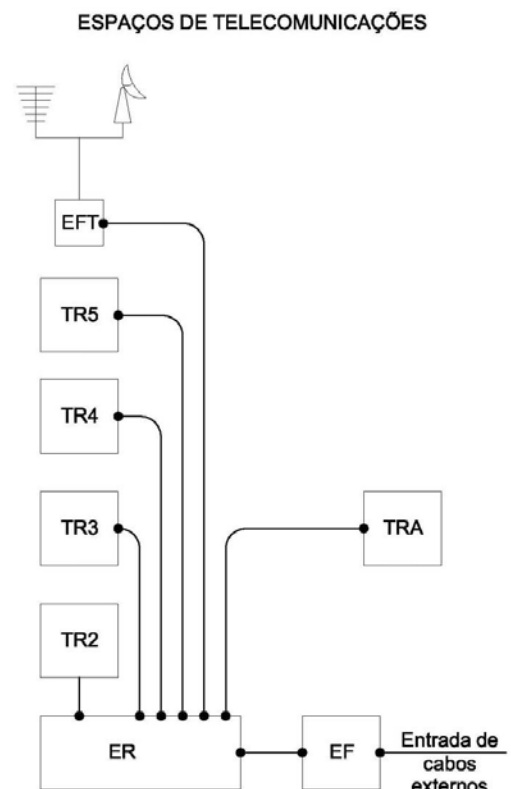


Fig. 5.1: diagrama unifilar do cablagem

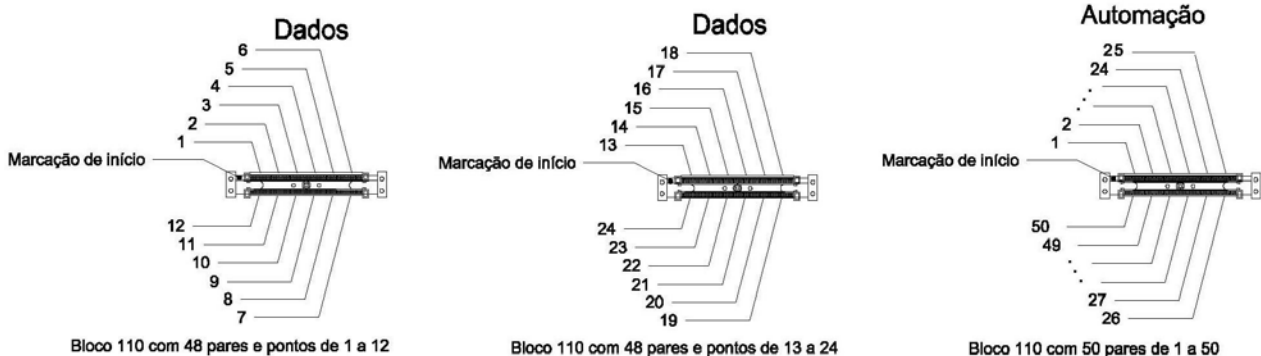


Fig 5.2: pontos de consolidação em blocos 110

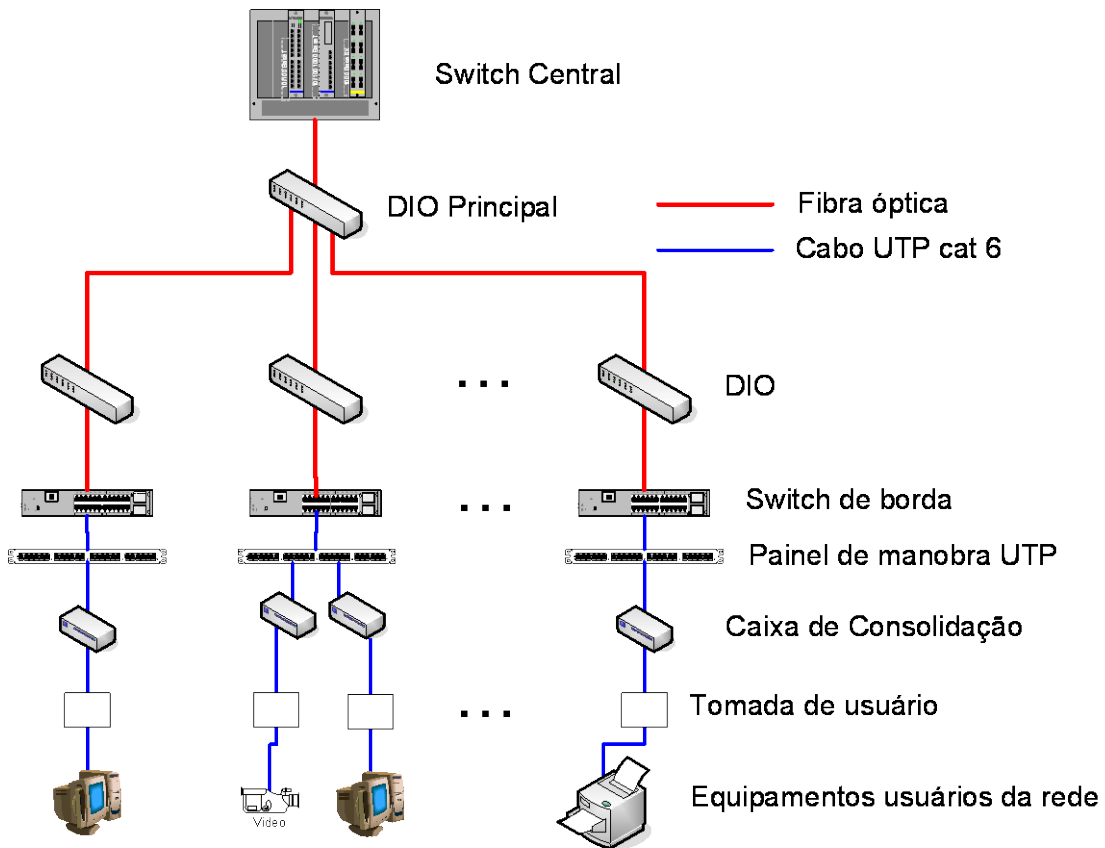


Fig 5.3: posicionamento dos equipamentos ativos na topologia do cabeamento

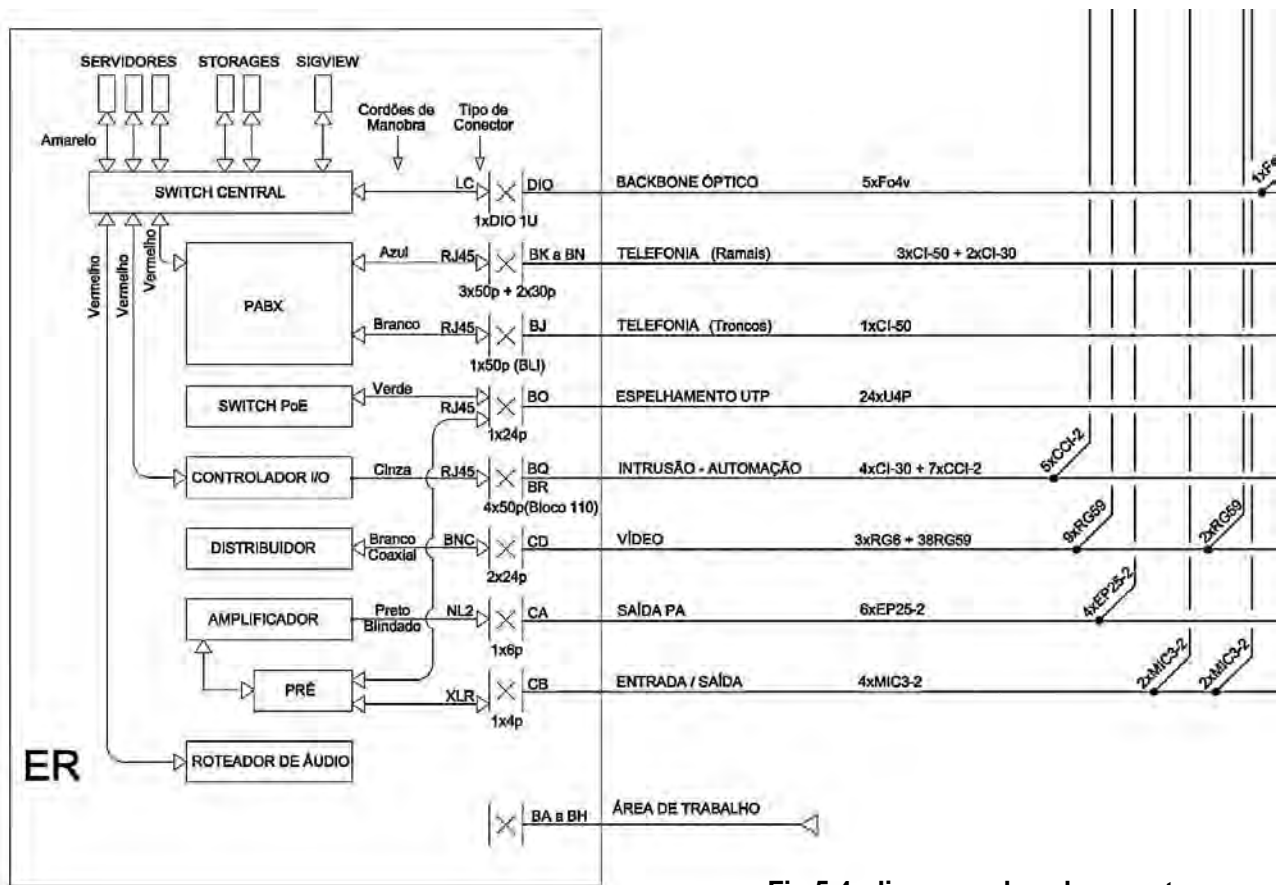


Fig 5.4: diagrama do cabeamento

A figura 5.4 mostra como os diversos subsistemas devem ser cabeados na sala ER, nos respectivos painéis de manobra dos racks, especificando, ainda, as cores dos cordões de manobra (patch cords) para obter uma melhor organização e gestão.

Todos os pontos de consolidação devem ser cabeados até o rack, de forma que para adicionar um novo ponto de terminação de rede no futuro, será necessário apenas lançar o cabo de um ponto de consolidação disponível, até a tomada de usuário, sem necessidade de modificar o cabeamento no rack.



Fig. 5.5: bloco 110 marca Siemon

Foi especificada a tomada de terminação de rede para usuário marca Furukawa, modelo categoria 5e Premium, conforme ilustra a figura 5.6.



Fig. 5.6: tomada de terminação de rede

Finalmente, do lado do usuário, um cordão UTP conecta o equipamento usuário à tomada de rede e, do lado do rack, outro cordão UTP conecta a porta do painel de manobra.

Em uma tomada de usuário pode ser conectado qualquer dispositivo que opere no padrão Ethernet, como as estações de trabalho, impressoras de rede, câmeras de vídeo, transmissores wireless (APs), equipamentos de acesso externo (roteadores), servidores internos etc.

Da tomada na parte frontal do painel de manobra, um cordão de manobra liga o usuário a uma porta de switch.

5.2

5.2 TERMINAÇÕES EM ESPERA

A rede ficou com 40 pontos disponíveis em blocos de consolidação, nas Caixas de Consolidação, que podem ser utilizados futuramente:

T-BE9	T-BG22	T-BH11	T-BH20	T-BI9	T-BI22	T-BJ11	T-BJ24
T-BG17	T-BG23	T-BH12	T-BH21	T-BI10	T-BI23	T-BJ12	4-AE21
T-BG18	T-BG24	T-BH17	T-BH22	T-BI11	T-BI24	T-BJ21	4-AE22
T-BG20	T-BH9	T-BH18	T-BH23	T-BI12	T-BJ9	T-BJ22	4-AE23
T-BG21	T-BH10	T-BH19	T-BH24	T-BI21	T-BJ10	T-BJ23	4-AE24

Pontos sem terminação:

T-BC13	3-AB5	4-AA7	5-AA6
T-BG19	3-BA18	4-AI3	5-AC1
2-AC6	3-BB16	4-AI4	

Pontos disponíveis em patch panel

3-AB18	3-AB21	3-AB24	3-BE22
3-AB19	3-AB22	3-BE20	3-BE23
3-AB20	3-AB23	3-BE21	3-BE24

5.3 PADRÃO DE PINAGEM DO CABEAMENTO DE REDE

O cabeamento de rede é feito com cabos UTP, que possuem 4 pares de fios trançados. Os pares de fios possuem impedância de 100Ω, terminam nas tomadas de usuários e nos painéis de manobra, conforme o padrão "T-568A" da norma EIA/TIA-568-C.0. A figura 5.6 mostra o padrão de pinagem utilizado. Esses conectores e tomadas, conhecidos como padrão RJ-45, são mencionados na norma como "modular plug" e "modular jack".

O primeiro par ocupa os dois pinos centrais (pinos 4 e 5), nas cores azul (BL) e branco com azul (W-BL), e podem ser utilizados por telefonia convencional analógica.

Os pares 2 e 3 são utilizados pelos padrões Ethernet 10BaseT e 100BaseTX. O padrão 1000BaseT utiliza os quatro pares do cabeamento.

O cabeamento instalado suporta, além dos padrões Ethernet citados acima, outros menos populares, como o Token Ring em par trançado, TP-PMD, ATM, Ethernet 100baseT4, áudio digital, vídeo analógico e digital etc.

A figura 5.8 mostra uma tomada de terminação de rede sendo utilizada por um equipamento de usuário (no caso um relógio de ponto).

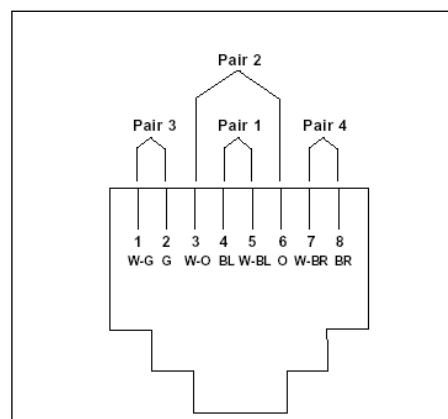


Fig. 5.7: padrão de pinagem



Fig. 5.8: Terminação de usuário utilizada por um relógio de ponto

5.4 TELEFONIA

Como a rede é baseada em cabeamento estruturado, toda área de trabalho com previsão para uma mesa, possui duas tomadas de rede, que podem ser utilizadas, indistintamente, para dados ou voz.

O cabeamento de telefonia consiste em painéis de manobra de voz (voice panels) instalados nos racks das TRs. Esses painéis recebem, em sua parte traseira, os cabos

telefônicos vindos da central telefônica, com os ramais disponíveis. A figura 5.9 mostra o painel de voz especificado, com seu cabo de aterramento (verde).

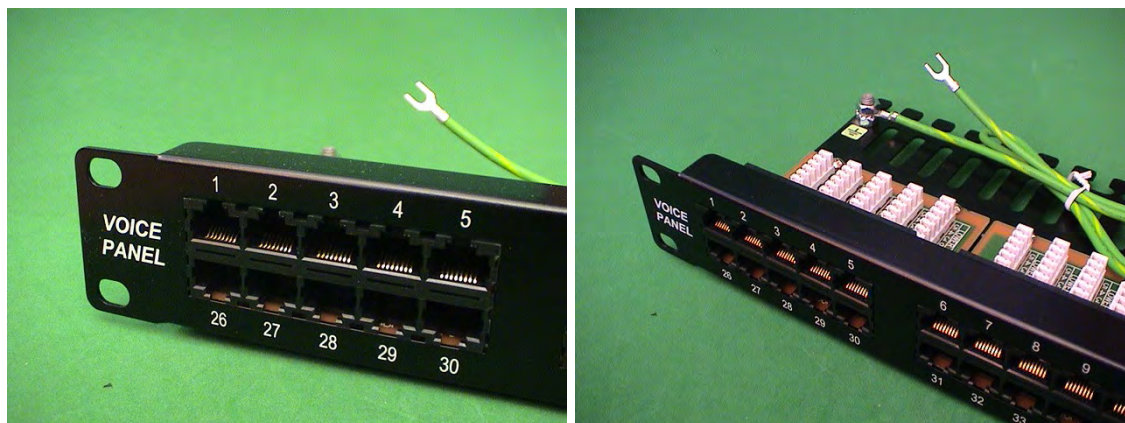


Fig 5.9: painel de voz

5.5 CATV

O sistema projetado suporta VHF e UHF com sinais de TV analógicos ou digitais em alta definição.

A filosofia utilizada para o cabeamento de vídeo foi de que cada área de usuário deveria ser atendida por dois circuitos de vídeo independentes, vindos diretamente da sala ER, o que permitirá receber duas fontes de vídeo independentes, que podem ser, por exemplo, um sinal da TV aberta (antenas no telhado) e outro de uma provedora de TV a cabo.



Fig 5.10: bandeja CATV no rack após instalação

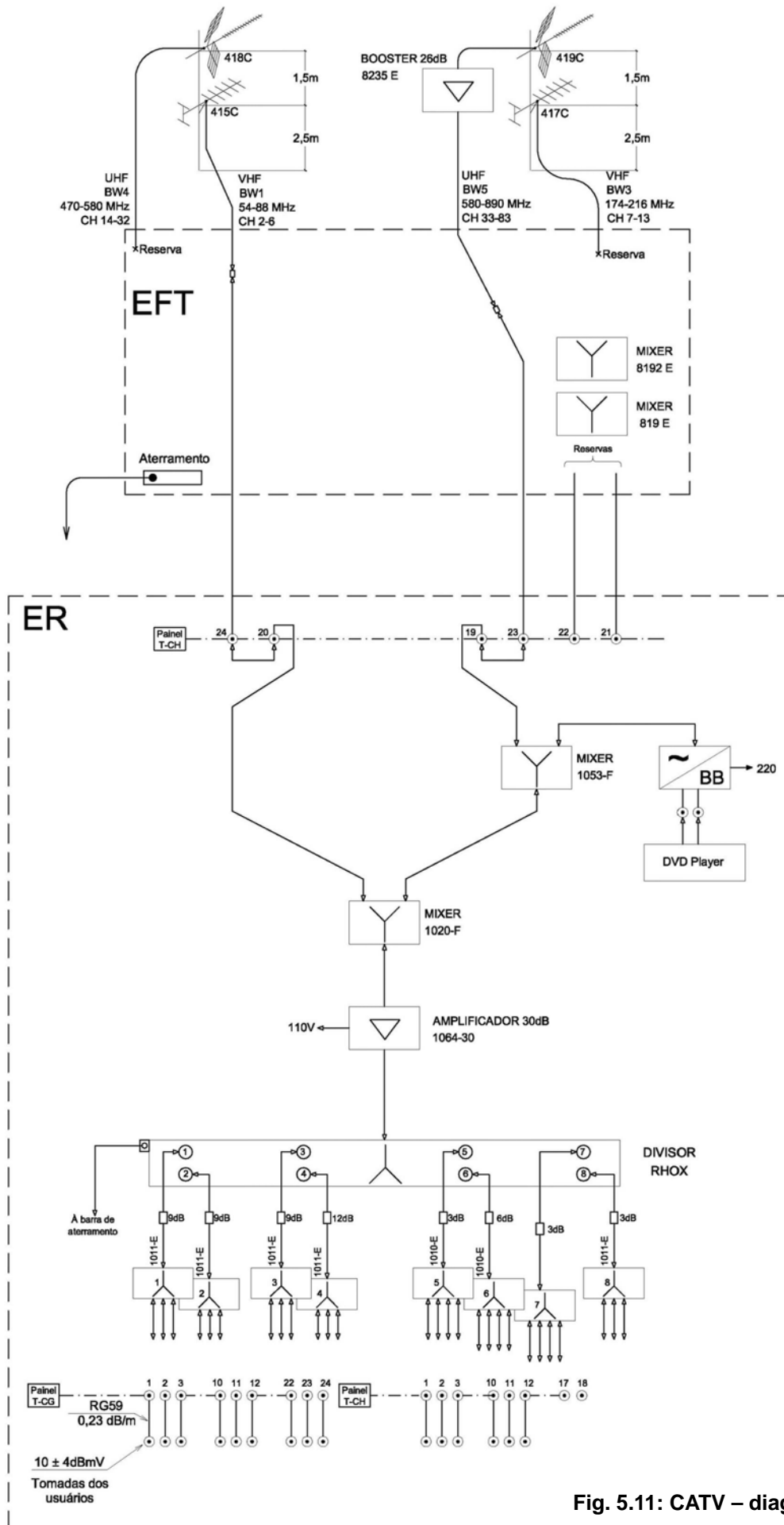


Fig. 5.11: CATV – diagrama unifilar

5.6 CFTV

O sistema de CFTV contemplado no projeto é do tipo digital, portanto o cabeamento é o mesmo de dados, ou seja, cabo UTP para os pontos de câmeras. Como o projeto prevê câmeras com alimentação pelo cabo (PoE), também não foram exigidas tomadas de energia junto aos pontos de câmeras.

5.7 SONORIZAÇÃO e AUDITÓRIO

Os dois cabeamentos, som ambiental e auditório, representam dois sistemas independentes: um visa divulgar mensagens nos ambientes da edificação e o outro é específico para reforço sonoro do auditório.

As figuras 5.14 a 5.16 mostram as três formas de instalação de sonofletores na edificação, conforme o ambiente: no forro, para os corredores e outras salas; nas sancas, em ambientes selecionados e na parede, também em ambientes específicos, como salas de espera.



Fig 5.14: sonofletores no forro

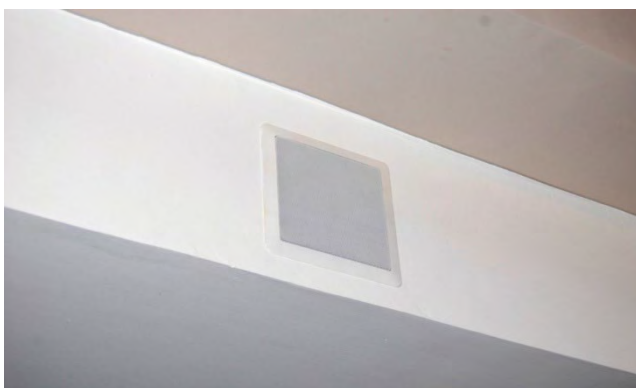


Fig 5.15: sonofletores em sanca

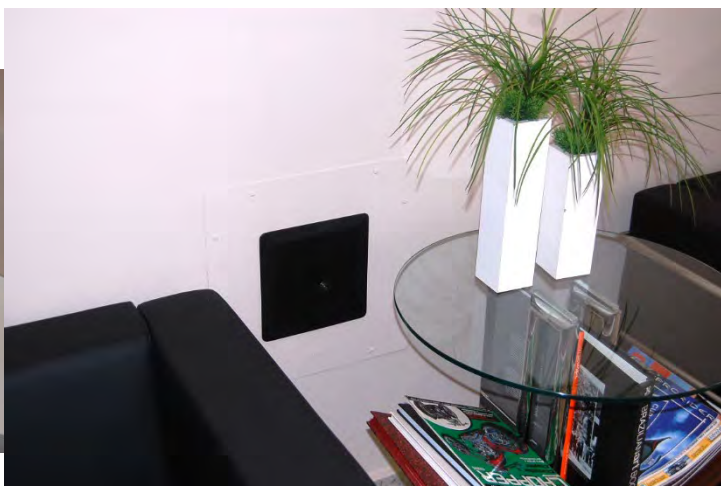


Fig 5.16: sonofletores na parede

Foram especificados quatro sonofletores no ambiente da recepção em posições anotadas pelo arquiteto, sendo dois na testeira frontal da sanca de gesso (brancos) e dois nas paredes laterais (pretos), ilustrados nas figuras 5.15 e 5.16.

Todos os cabos de distribuição de som devem ser lançados até o rack para terminação nos painéis de saída de som (ilustrados na figura 5.17).

As conexões com os amplificadores de áudio serão feitas por cordões do tipo AES-45 com conector de um lado e terminação compatível com o amplificador do outro.



Fig 5.17: painéis de manobra das linhas de sonorização

A figura 5.18 mostra a distribuição dos sonofletores no laboratório, onde se pode ver também câmeras do CFTV e outro pontos de rede.

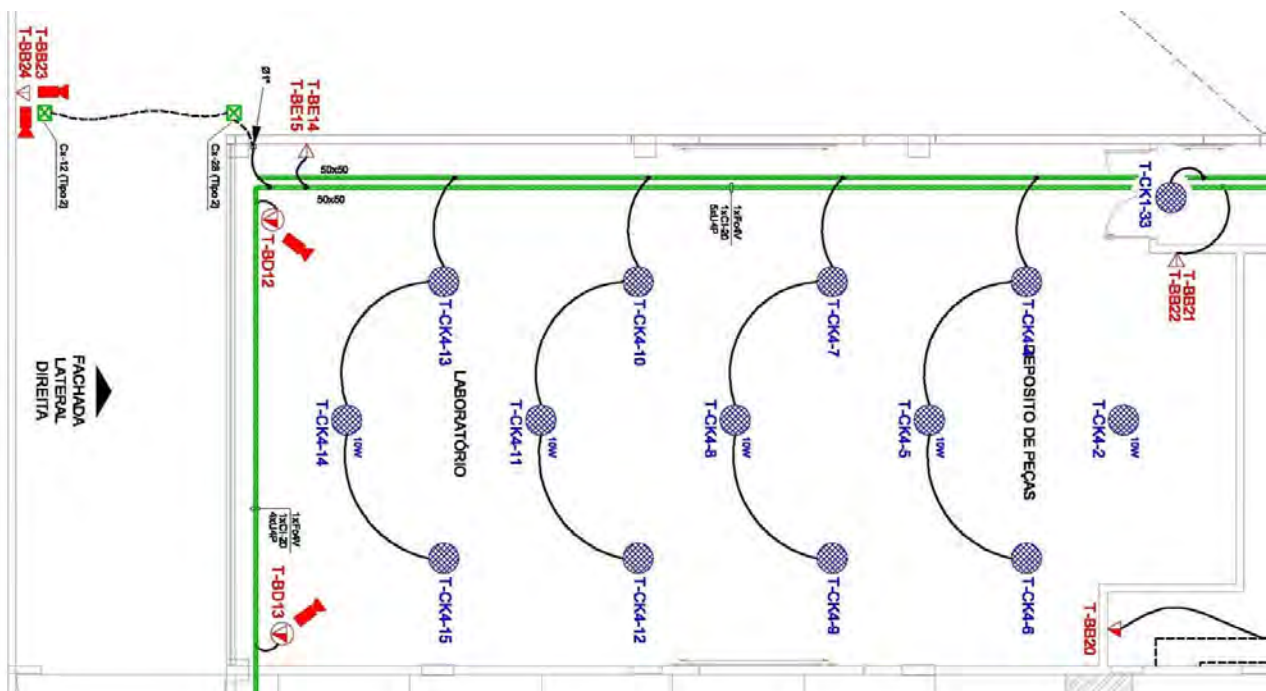


Fig 5.18: sonorização do laboratório

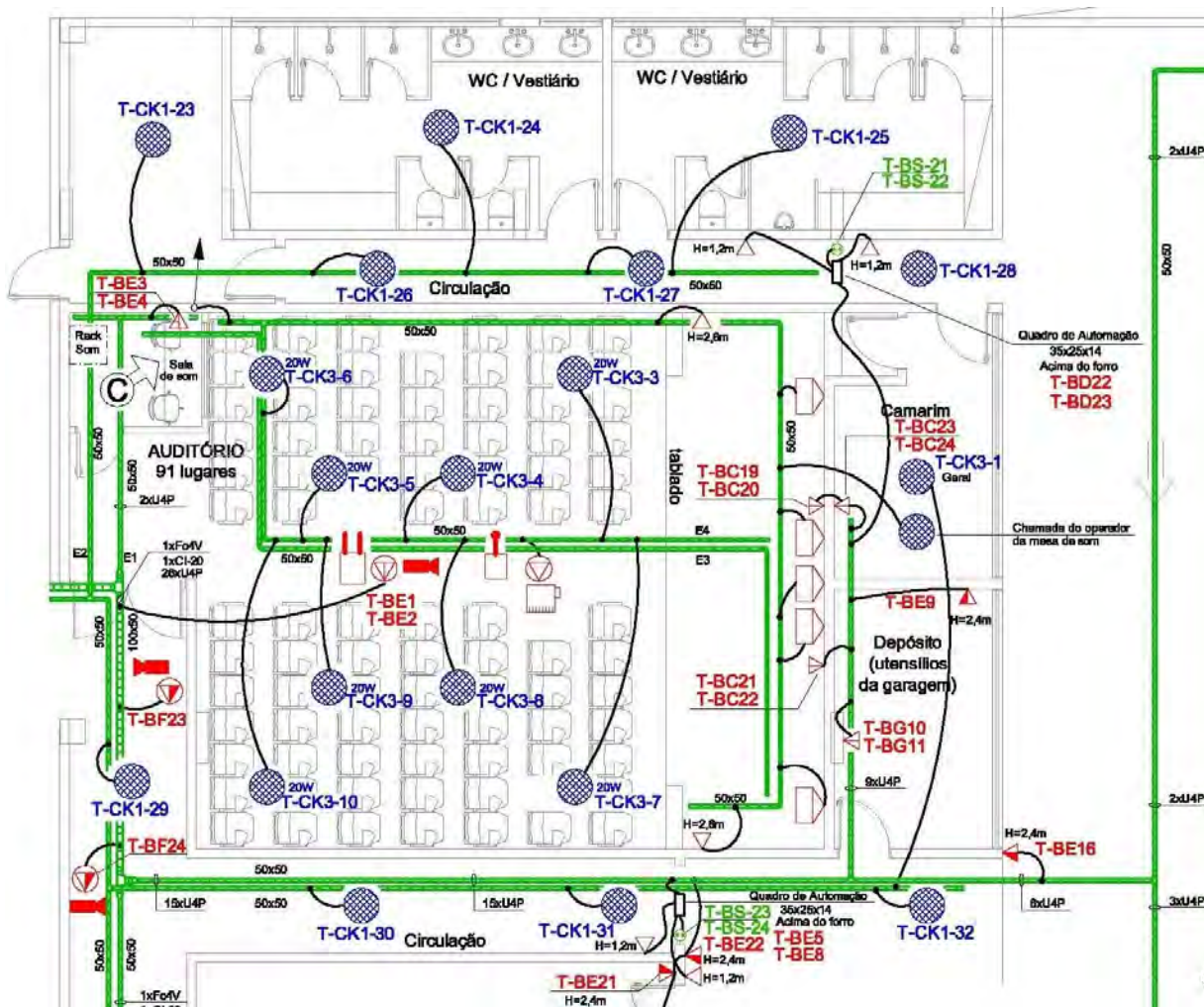


Fig 5.19: sonorização do auditório

5.8 INTRUSÃO E CONTROLE DE ACESSO

Afigura 5.208 mostra uma caixa embutida para passagem do cabo do sensor de intrusão de porta. Todos os cabos foram lançados das caixas (nas posições das portas, como ilustra a figura 5.18) até o painel de automação na sala ER.



Fig. 5.20: sensor de abertura de porta

5.9 AUTOMAÇÃO DE PORTAS E CATRACAS

O sistema de cabeamento de automação de portas e catracas foi projetado de forma que possa receber sistemas alimentados localmente (próximo às portas) ou remotamente,

dando grande flexibilidade ao proprietário para escolher e trocar futuramente seu sistema de automação.

O projeto prevê a instalação de uma central de controle em cada porta a ser controlada, tendo sido previstos quadros especiais para essa finalidade, conectados às respectivas portas a serem controladas (ver detalhes nas plantas).

A figura 5.21 mostra um quadro de automação local, após a instalação.

A figura 5.22 mostra o padrão de utilização dos cabos de intrusão e automação.

O projeto definiu um cabeamento para ser utilizado em automação e intrusão, com cabos de dois pares, nos andares, espelhados em blocos 110 na sala ER, como ilustra a figura 5.22, onde se vê a parte traseira do rack "B".



Fig. 5.21: quadro de automação

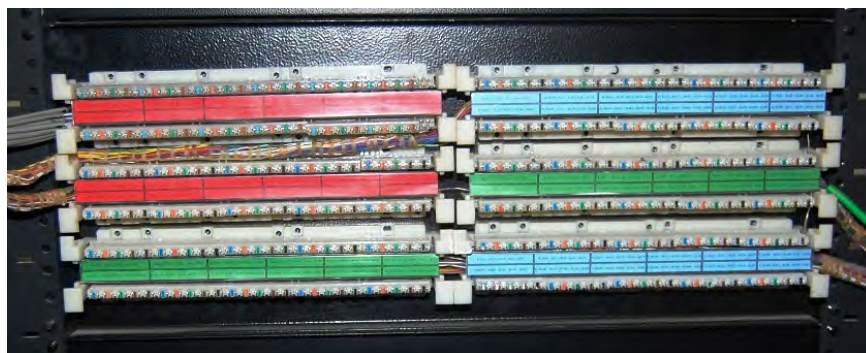


Fig. 5.22: espelhamento dos cabos de intrusão e automação

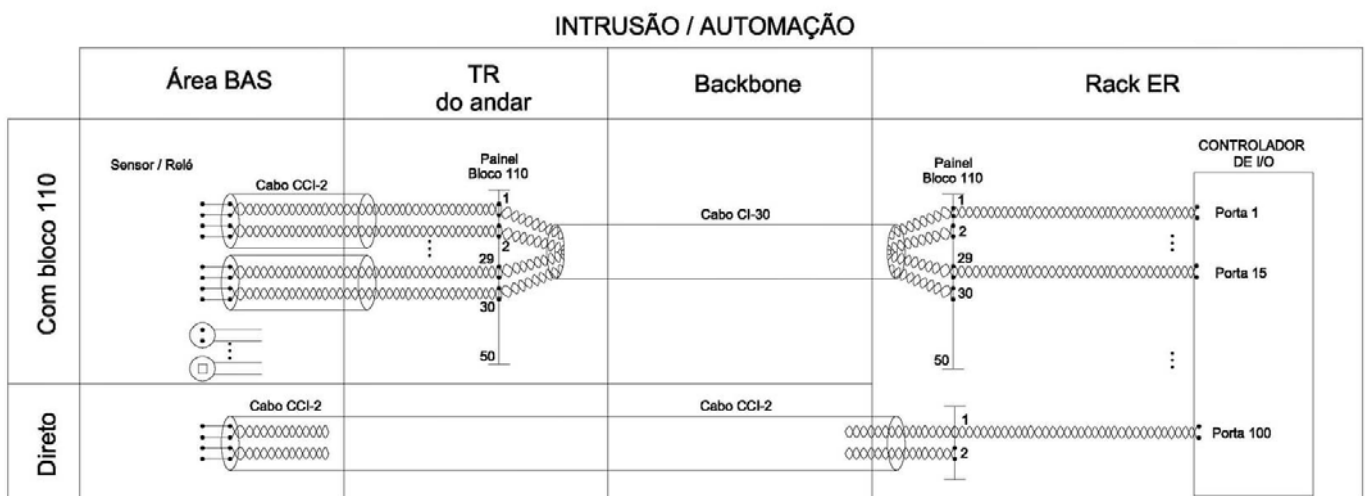


Fig. 5.23: padrão de utilização dos cabos de intrusão e automação

5.9 CABEAMENTO ÓPTICO

As ligações entre os racks, que ficam nas respectivas TRs dos diferentes pavimentos, e a sala ER, foram feitas com cabos ópticos de 6 vias.

Os cabos de fibra óptica foram emendados por fusão óptica a cordões denominados pig-tails e devidamente acomodados no interior dos DIOs.

Os equipamentos ativos instalados que possuem conectores ópticos foram conectados aos DIOs por cordões ópticos duplex.

A figura 5.24 mostra a máquina de fusão utilizada na execução desses serviços.



Fig. 5.24: máquina de fusão óptica

5.10 ATERRAMENTO

Todos os racks foram aterrados no barramento TBB, que vai até a Sala de Entrada (EF) e se conecta no TMGB. O TMGB está conectado ao aterramento do prédio e a uma caixa de inspeção (CX-27). As conexões foram feitas com solda exotérmica.

A figura 5.25 mostra o diagrama unifilar do sistema de aterramento.

Após a implantação do sistema de aterramento, a resistência de terra foi medida na caixa de inspeção, tendo sido obtido o resultado de 4,1 Ω , considerada adequada.

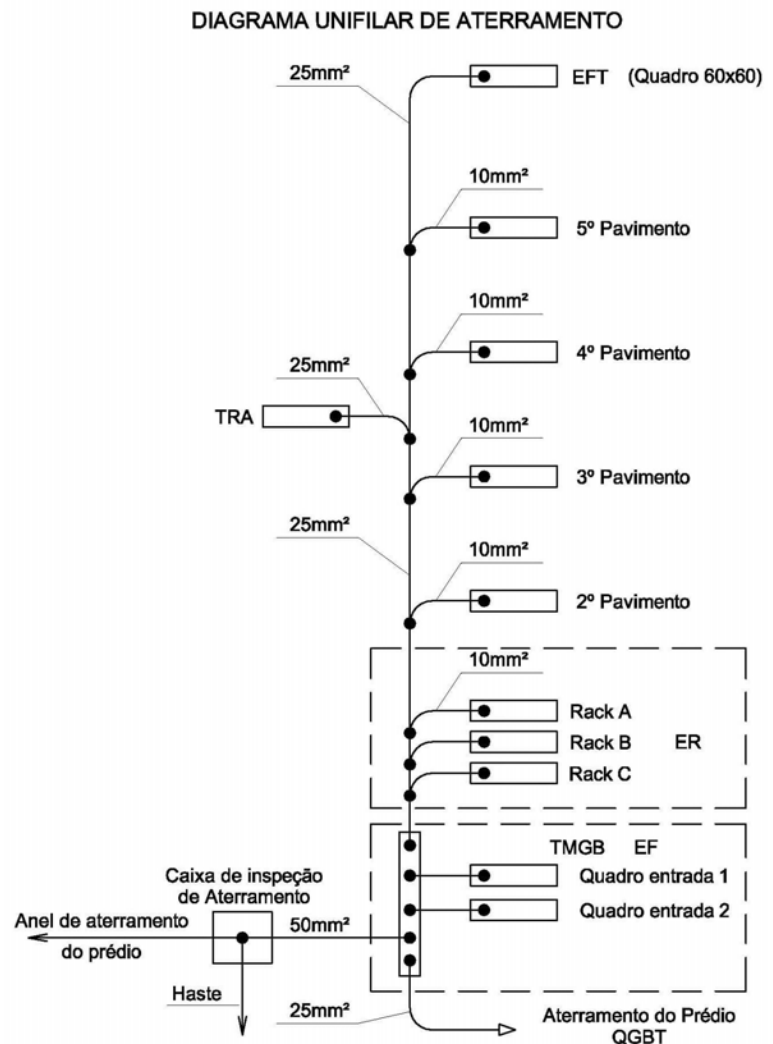


Fig. 5.25: sistema de equipotencialização



Fig. 5.26: caixa de inspeção - vista geral



Fig. 5.27: detalhe da caixa de inspeção

5.11 SOBRE A CATEGORIA DO CABEAMENTO DE COBRE

Uma das premissas de um bom projeto de cabeamento é que ele suporte uma evolução nos equipamentos de rede na edificação com relação à velocidade de transmissão, no mínimo por uma geração. Por exemplo, se a corporação vai utilizar Ethernet a 100 Mbps, o cabeamento deve suportar, no mínimo, 1 Gbps, que é a velocidade da geração seguinte.

A tabela 5.2 mostra as características de cinco gerações de padrão de transmissão sobre par trançado de cobre e os respectivos anos de publicação da norma. A última linha indica que a IEEE já estuda o próximo padrão, cuja expectativa é que estabeleça transmissões a 40 e 100 Gbps sobre cabeamento categoria 7A.

Ano	Velocidade (Mbps)	Padrão	Norma IEEE	Codificação de linha	Taxa de modulação (Mbaud)	Bits por símbolo	Frequência fundamental máxima [MHz]	Modo da transmissão	Categoria de canal recomendada
1990	10	10 base T	802.3i	Manchester	10	1	20,00	Simplex @ 1 par	5e
1995	100	100 base TX	802.3u	4B/5B MLT-3	25	4	31,25	Simplex @ 1 par	5e
1999	1.000	1000 base T	802.3ab	4D-PAM5 TCM	125	2	62,50	Duplex @ 4 pares	6
2006	10.000	10G base T	802.3an	2D-PAM16 TCM	800	3,125	400,00	Duplex @ 4 pares	6A
?	100.000	100G base CR	802.3ba	?	?	?	?	?	7A

Tabela 5.2: Padrões de transmissão Ethernet sobre par trançado de cobre

A velocidade de transmissão de dados em cabo UTP dentro de um prédio está dobrando a cada dois anos. Essa é a razão principal que justifica instalar um cabo de categoria melhor a fim de suportar os aumentos de velocidade dos equipamentos de transmissão que serão instalados no prédio.

A figura 5.28, divulgada há 4 anos, mostra como os servidores estão pedindo cada vez mais velocidade. Até 2006 todos os servidores operavam a 1 Giga (bps), mas em 2018 a previsão é que todos já estejam operando a 40 Giga (bps) ou mais. Então, um cabeamento que atende hoje pode não mais servir daqui a sete anos.

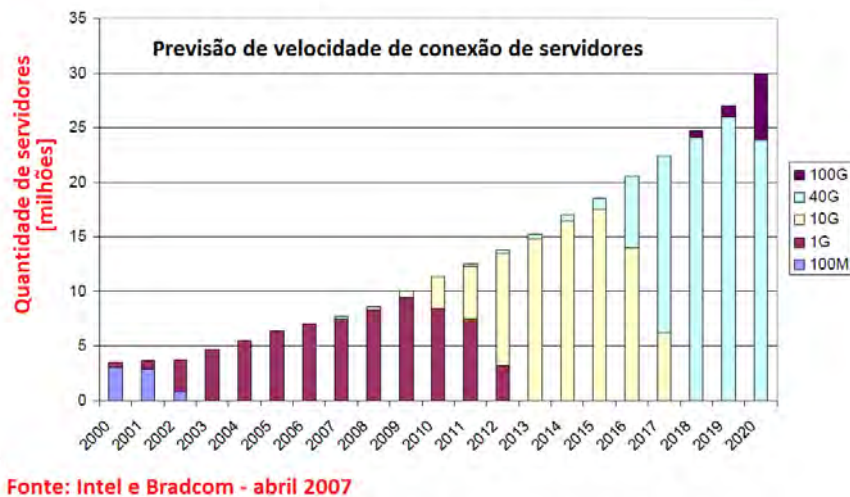


Fig. 5.28: Evolução da velocidade dos servidores

5.12 TERMINAÇÕES NAS ÁREAS DE USUÁRIOS

As terminações para conexão de dispositivos de usuários utilizam espelhos 4x2 e 4x4 com posições para tomadas de rede, áudio e vídeo.

Para as posições especiais, como as salas de reunião foi previsto espelho especial com tomadas para cabo de vídeo VGA e conexão de áudio de computadores, podendo ser instaladas também tomadas HDMI, RCA, de vídeo analógico e outras, conforme a necessidade.



Fig. 5.29: espelho multimídia

5.13 COMPONENTES PASSIVOS

O cabo de rede UTP instalado é categoria 6, conforme mostra a figura 5.30. O sistema se completa de um lado, com as tomadas de usuário, e do outro com os painéis de manobra UTP que ficam nos racks. Todos esses componentes são do fabricante Furukawa e foram instalados em conformidade com as melhores práticas e as recomendações do fabricante. Os enlaces foram aprovados no teste de certificação como categoria 5e. Principais características:

- Categoria: 6
- Tipo: U/UTP (não blindado)
- Capa: polietileno termoplástico, vermelha
- Condutores: quatro pares de fios sólido de cobre eletrolítico nu recozido, bitola 23AWG, trançados.
- Diâmetro nominal: 6 mm
- Peso: 42 kg/km

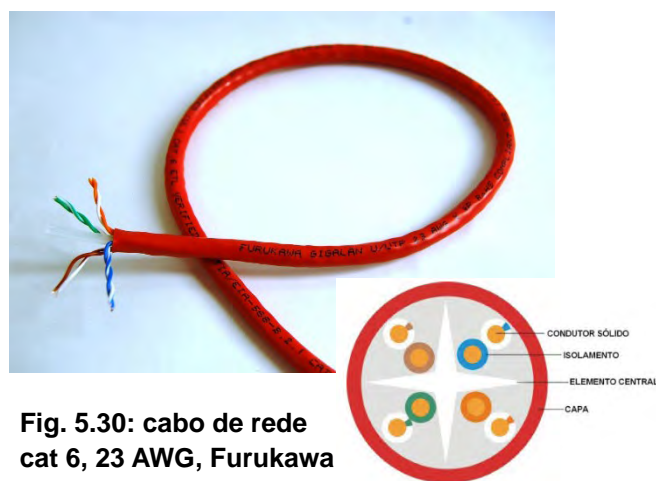


Fig. 5.30: cabo de rede cat 6, 23 AWG, Furukawa

- Código do fabricante: 23400044
- Especificação do fabricante: ET1568 - V 8 (06/12/2010)

Foi especificado um cabo especial, categoria 6 CMR, no backbone, para o espelhamento entre os andares e a sala ER. Esse cabo também é marca Furukawa, porém possui capa na cor azul. Esse espelhamento ocorreu da sala ER para os pavimentos 2, 3, 4 e 5.

As tomadas especificadas são da marca Furukawa, fêmea, categoria 5e, modelo Multi-Lan, conforme mostra a figura 5.31.



Fig. 5.31: tomadas de rede

Os painéis de manobra (patch panel) especificados possuem 24 portas RJ-45 em 1U de altura, conforme figura 5.32.



Fig. 5.32: patch panel

Os cordões de manobra (patch cord ou patch cable) são utilizados nos racks concentradores a fim de conectar cada tomada de usuário a uma porta de switch, ativando assim, o ponto de rede. Os cordões são confeccionados com cabos ultra flexíveis, montados e testados em fábrica.

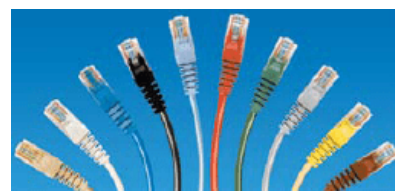


Fig. 5.33: patch cord

Os cordões utilizados são de categoria 5e, marca Furukawa, modelo Multi-Lan, conforme mostra a figura 5.33.

Esses cordões também são utilizados nas áreas de usuários, para conectar as estações às tomadas de parede – nesse caso, costumam ser chamados de “Line Cord” ou cordão do usuário.



Fig. 5.34: cabo CI-50

Foram especificados cabos telefônicos multipares, tipo CI de 20, 30 e 50 pares com núcleo seco, Fast-Cit, da marca Furukawa, para interligar os painéis de voz dos andares à Sala de Equipamentos ER (espelhamento), permitindo conectar os diversos aparelhos telefônicos à central de comutação que fica no rack “A”. A figura 5.34 mostra o cabo de 50 pares.

O projeto prevê que os cabos multipares sejam conectorizados em painéis de manobra telefônica com 30 ou 50 portas, categoria 3, da marca Furukawa, modelo Fisflex, mostrado na Figura 5.35.

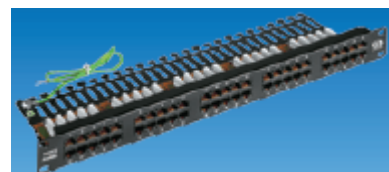


Fig. 5.35: voice panel

Para interligar os racks foi especificado cabo óptico multimodo OM2, com 6 fibras ópticas, tipo tight, com núcleo 50x125µm.

Os distribuidores ópticos são utilizados nos racks concentradores a fim acomodar as terminações dos cabos ópticos que chegam dos diversos concentradores remotos e permitir

a correta fusão e proteção das fibras ópticas, bem como servir como caixas de manobra dos circuitos ópticos.

O distribuidor utilizado na sala ER é marca Furukawa, modelo A270 para até 24 fibras ópticas, conforme mostra a figura 5.36.



Fig. 5.36: DIO

Instaladas internamente aos DIOs, as bandejas de emenda ópticas acomodam, protegem, identificam e fixam as fusões ópticas. A bandeja utilizada é da marca Furukawa, modelo TeraLan, compatível com o DIO A270, conforme mostra a figura 5.37.



Fig. 5.37: bandeja de emenda

Para ativação dos enlaces de fibras ópticas foram especificados cordões ópticos da marca Furukawa, modelo TeraLan, montados em fábrica com cabos ópticos do tipo “tight”, e os conectores ópticos adequados ao projeto.



Fig. 5.38: cordões ópticos

6 TESTES

O projeto pediu a execução de teste de certificação dos pontos UTP da rede, o que foi realizado utilizando-se o equipamento DTX-1800, fabricado pela Fluke Networks.

Cada enlace de cabo UTP, do painel de manobra à tomada do usuário, constitui um link permanente UTP. Todos os links permanentes UTP desta rede foram testados com esse equipamento.

Para executar teste e certificação de cabeamento de par trançado, o DTX requer a unidade Smart Remote na extremidade oposta do link de cabeamento em teste. O Scanner DTX comunica-se com o Smart Remote Para teste e certificação de cabeamento de par trançado, o DTX requer a unidade Smart Remote na extremidade oposta do link de cabeamento em teste. O Scanner DTX comunica-se com o Smart Remote para obter status e realizar medições a partir de ambas as extremidades do link.



Fig. 6.1: scanner

O DTX-1800 é uma ferramenta para certificação e diagnóstico para verificação de links de cobre possui certificação independente da UL e atende precisão Nível IV ISO. É capaz de testar cabeamentos categorias 5, 5e, 6 e 6A, em completa consonância com as normas industriais para 500 MHz.

O scanner é compatível com os requerimentos de certificação TIA-568-C e ISO 11801:2002 de informação e análise de medições e realiza os testes de comprimento, atraso, ACR, NEXT, ELFEXT, perda de retorno, resistência, PSNEXT, PSACR, PSELFEXT, atenuação, comprimento, atraso e impedância.

6.1 DESEMPENHO DO CABEAMENTO UTP

As normas TIA e ISO/IEC definiram categorias de desempenho para enlaces e canais de cabos UTP para instalações de cabeamento estruturado. Ao longo do tempo as exigências foram aumentando e as normas foram publicando novas categorias, cada vez com maior banda passante. Inicialmente as normas são publicadas em uma versão preliminar chamada de “draft” e, após certo tempo de amadurecimento, são publicadas na versão definitiva.

Banda [MHz]	Categoria TIA	Classe ¹
16	3	C
100	5	-
100	5e	D
250	6	E
500	6A	E _A
600	7	F
1000	7A	F _A

A categoria “5” está obsoleta, não é mais considerada pela norma internacional TIA-568. A categoria “6A” foi a última a ser aprovada e consta na publicação TIA-568-C.0. A categoria “7” está definida na ISO/IEC 11801, onde é referenciada como categoria “F”.



Cable ID	Summary	Test Limit	Length	Headroom	Date / Time
2-1	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	18,8 (m)	10,0 dB	04-02-2011 09:33
2-2	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	20,2 (m)	9,9 dB	04-02-2011 09:34
2-3	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	20,0 (m)	10,2 dB	04-02-2011 09:34
2-4	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	20,2 (m)	11,4 dB	04-02-2011 09:34
2-5	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	20,0 (m)	12,4 dB	04-02-2011 09:35
2-6	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	20,0 (m)	9,9 dB	04-02-2011 09:35
2-AA1	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	37,5 (m)	8,5 dB	13-01-2011 13:30
2-AA2	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	37,5 (m)	8,5 dB	13-01-2011 13:30
2-AA3	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	56,7 (m)	10,4 dB	13-01-2011 13:34
2-AA4	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	56,7 (m)	10,3 dB	13-01-2011 13:34
2-AA5	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	57,3 (m)	11,2 dB	13-01-2011 13:38
2-AA6	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	71,8 (m)	10,1 dB	13-01-2011 13:50
2-AA7	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	71,8 (m)	10,3 dB	13-01-2011 13:50
2-AA8	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	71,8 (m)	9,9 dB	13-01-2011 13:49
2-AA9	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	73,2 (m)	11,0 dB	05-01-2011 14:05
2-AA10	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	73,0 (m)	9,1 dB	05-01-2011 14:06
2-AA11	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	76,7 (m)	9,5 dB	05-01-2011 14:08
2-AA12	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	76,7 (m)	9,5 dB	05-01-2011 14:08
2-AA13	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	74,6 (m)	9,9 dB	13-01-2011 13:52
2-AA14	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	88,1 (m)	8,9 dB	13-01-2011 13:56
2-AA15	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	88,1 (m)	8,9 dB	13-01-2011 13:56
2-AA16	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	77,9 (m)	9,7 dB	13-01-2011 14:04
2-AA17	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	82,0 (m)	10,9 dB	13-01-2011 14:04
2-AA18	PASS	TIA Cat 5e Perm. Link	81,3 (m)	9,0 dB	13-01-2011 14:04

Fig. 6.2: algumas linhas do resumo do teste do cabeamento UTP

Segundo a norma TIA, um canal para ser certificado em alguma categoria, deve ter um desempenho mínimo, especificada através de parâmetros. O principal parâmetro é o comprimento do canal, que deve ser de, no máximo, 100 m. As normas definem os valores máximos aceitáveis para outros parâmetros, como por exemplo, para as categorias 5e e 6,

¹ Norma ISO 11801

o canal deve apresentar um retardo máximo (dependendo da frequência) em torno de 500 ns e uma variação máxima de retardo (delay skew) de 50 ns.

Este projeto, especificamente, tem uma característica que não é muito comum, mas foi a escolha do proprietário a fim de reduzir custos, obtendo vida longa aos cabos horizontais, mais difíceis de serem trocados: todos os cabos em categoria 6 e as terminações em categoria 5e. Desta forma a certificação dos enlaces teve que ser feita para categoria 5e.

6.2 TESTE DOS ENLACES ÓPTICOS

O projeto pediu a execução de teste de atenuação dos canais (teste de varredura temporal de reflexões não fez parte do escopo).

6.3 MEDIÇÃO DA PERDA DE POTÊNCIA ÓPTICA

O teste de perda de potência óptica, ou atenuação, foi conduzido com um medidor de potência óptica e os resultados obtidos se mostraram dentro da norma.

Utilizamos o método “B” da norma ANSI-TIA-526-14A , que mede a atenuação do enlace considerando o cabo e os acopladores em suas extremidades.

Metodologia:

Para os backbones, em fibras multimodo ou monomodo, a atenuação máxima deve ser calculada pelo balanço de perdas, conforme a fórmula:

$$\text{Atenuação Total} = A(\text{conexões}) + A(\text{fusões}) + A(\text{cabo}) \quad [\text{dB}]$$

Levando em consideração a norma e os balanços de perdas para os comprimentos de onda de 850 e 1300 nm para as fibras multimodo e 1310 e 1550 nm para as monomodo, os teste demonstraram a perfeito atendimento aos requisitos normativos, tendo sido aprovados todos os enlaces testados.

O teste de varredura temporal, conduzido com o uso de um OTDR, não fez parte do escopo deste fornecimento.

6.4 TESTE DOS ENLACES CATV

A tabela 6.2 mostra o resultado dos testes de certificação do sistema.

Os níveis de sinal nos pontos de usuário ficaram entre 2,5 e 26,1 dBmV, para os canais observados, cujas transmissões se apresentavam estáveis no dia do teste.

Foram especificados atenuadores antes da alimentação do painel de distribuição. Essa metodologia permite obter o nível de sinal adequado em cada ponto de TV. Para ativar um novo ponto, o técnico deve selecionar a atenuação adequada e conferir o nível no ponto do usuário.

Banda		VHF				UHF					
Canal		2	4	8	10	17	21	23	24	27	
Nome da emissora		TV Brasil	Band	Rede Record	Rede Globo	MixTV	Rede Globo HD	Rede Record HD	SBT HD	TV Câmara	
Portadora [MHz]		55,25	67,25	181,25	193,25	489,25	515	527	533	549,25	
Pavimento	Ponto	Divisor	Nível do sinal [dBmV]								
Térreo	T-CG-1	P2.2	17,4	16,0	12,9	10,9	20,1	13,1	6,5	9,8	19,3
	T-CG-2		16,9	18,5	11,4	11,2	20,4	13,7	6,8	10,0	19,2
	T-CG-3	P2.3	26,1	25,6	19,1	11,1	19,2	13,4	6,5	10,2	18,7
	T-CG-4		16,6	18,8	11,6	11,6	21,0	14,1	6,5	10,7	18,9
	T-CG-5	P1.2	16,6	16,4	10,5	10,3	19,7	12,9	6,4	10,1	18,7
	T-CG-6		16,3	16,0	10,6	10,5	19,5	12,0	5,6	9,1	19,5
	T-CG-7	P4.2	15,1	15,2	8,3	8,1	16,8	10,2	5,2	8,8	17,2
	T-CG-8		14,6	13,8	8,8	7,1	18,8	12,3	5,6	9,0	19,7
	T-CG-9	P4.3	14,0	14,2	7,4	7,4	19,2	17,6	6,2	8,4	18,8
2º	T-CG-10	P7.1	15,4	16,0	6,4	7,9	16,9	9,2	3,7	5,9	16,0
	T-CG-11		14,9	10,0	7,3	7,8	15,5	8,0	2,6	6,5	15,7
	T-CG-12	P8.3	20,1	15,2	10,1	9,8	19,9	12,2	5,4	8,3	18,7
	T-CG-13		19,8	14,8	11,2	10,2	19,0	13,1	5,8	8,9	18,9
	T-CG-14	P2.1	15,7	14,9	10,8	6,9	15,1	7,3	2,5	5,0	14,2
	T-CG-15		15,3	14,6	6,7	6,7	16,3	8,9	3,4	5,1	15,2
3º	T-CG-16	P1.3	15,0	14,3	6,1	6,3	15,5	8,1	3,1	4,8	14,5
	T-CG-17	P3.1	16,6	15,2	8,8	8,9	15,4	8,2	3,2	7,8	15,0
	T-CG-18		15,5	15,0	6,8	5,6	12,1	5,8	3,0	4,2	12,6
	T-CG-19	P3.3	16,3	17,0	10,4	9,4	17,4	9,4	4,8	7,0	16,4
	T-CG-20		15,8	15,6	9,9	9,5	16,9	9,8	4,7	7,1	16,5
	T-CG-21	P1.1	15,2	14,2	5,6	6,4	11,3	4,5	2,9	3,1	10,8
4º	T-CG-22		15,8	15,0	7,6	7,8	16,8	8,2	2,7	6,6	14,8
	T-CG-23	P4.1	15,4	15,6	8,9	8,1	16,3	9,0	4,0	6,5	15,9
	T-CG-24	P7.4	15,4	15,1	6,7	6,8	12,7	5,7	1,6	4,0	17,8
	T-CH-1		14,8	14,5	7,4	6,7	13,3	6,6	2,0	4,7	12,9
	T-CH-2	P7.3	17,9	17,8	10,1	10,0	16,7	7,9	2,1	4,9	13,7
	T-CH-3		18,0	18,1	9,5	9,6	19,6	7,5	4,0	6,1	13,9
	T-CH-4	P3.2	18,3	18,6	10,0	9,5	16,2	7,8	3,5	5,8	13,9
5º	T-CH-5		18,0	16,7	9,9	9,4	16,4	7,2	2,8	5,3	13,6
	T-CH-6	P5.2	17,9	18,7	10,9	10,4	17,1	9,2	4,0	6,2	15,9
	T-CH-7		17,5	18,2	10,1	9,9	19,5	13,5	3,5	5,9	15,1
	T-CH-8		18,9	20,6	13,8	13,1	20,4	14,3	7,6	10,8	18,7
	T-CH-9		19,2	19,9	11,5	11,6	19,3	11,8	5,2	8,6	18,6
	T-CH-10	P7.3	18,6	18,0	11,1	11,2	15,8	8,6	3,1	6,5	15,4
	T-CH-11	P5.1	18,2	18,7	9,6	9,2	15,4	6,8	2,9	5,4	13,1
5º	T-CH-12	P5.3	19,9	19,8	15,0	14,8	17,2	9,6	5,8	8,0	18,3
	T-CH-13		17,9	17,8	11,4	11,1	15,4	8,4	3,3	6,6	15,8
	T-CH-14	P6.2	19,8	19,6	15,1	14,9	17,5	9,9	5,3	7,8	18,6

Tabela 6.2: testes do sistema CATV

- o - o - o -