
Projeto de Cabeamento Estruturado Comercial

Marcos Felipe da Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Cornélio Procópio

Este projeto fictício tem como objetivo apresentar soluções para a substituição de uma estrutura de cabeamento de um estabelecimento comercial real. A estrutura abrange uma área de aproximadamente 200 m². O plano de certificação da rede está basicamente no âmbito da norma EIA/TIA 568. A planta da fundação será apresentada no escopo deste projeto, para melhor representação da área de abrangência da estrutura cabeada. Por fim, será apresentado o orçamento final do projeto, bem como, o plano de manutenção e riscos.

15 de novembro de 2019

Lista de figuras

1	Planta Atual	7
2	Planta Lógica Atual	8
3	Topologia	9
4	Diagrama do Rack	10
5	Cronograma de Implantação	14

Lista de tabelas

1	Tabela de Identificação dos Cabos	13
2	Tabela de Orçamento de Materiais	18

Sumário

1	Introdução	4
1.1	Benefícios	4
1.2	Organizações Envolvidas	4
2	Estado atual	4
3	Requisitos	5
4	Usuários e Aplicativos	6
4.1	Usuários	6
4.2	Aplicativos	6
5	Estrutura predial existente	7
6	Planta Lógica - Elementos estruturados	7
6.1	Estado atual	7
6.2	Topologia	8
6.3	Encaminhamento	11
6.4	Memorial descritivo	12
6.5	Identificação dos cabos	13
7	Implantação	14
8	Plano de certificação	15
9	Plano de manutenção	16
9.1	Plano de expansão	17
10	Risco	17
11	Orçamento	18
12	Recomendações	19
13	Referências bibliográficas	19

1 Introdução

Este é um projeto fictício, que tem como objetivo apresentar uma solução de cabeamento estruturado para uma empresa real. A empresa em estudo é um comércio de crachás e equipamentos de ponto eletrônico. Nesta empresa existem 10 colaboradores, eles são: técnicos de hardware, secretários, técnicos de suporte de software, desenvolvedores de software e atendentes. Nas etapas subsequentes serão apresentadas as informações a respeito dos equipamentos presentes na organização e as características da empresa.

1.1 Benefícios

A nova estrutura proporcionará uma maior facilidade de gerenciamento do sistema de cabeamento estruturado. A organização da estrutura facilita a manutenção e operação dos técnicos, diminuindo a carga de trabalho humana e contribuindo para melhor entendimento de um sistema descomplicado. Também reduzirá os custos, uma estrutura mais organizada não dependerá de tantos profissionais especializados para operar e realizar manutenções no sistema. A manutenção da estrutura se torna menos frequente.

A nova estrutura torna a capacidade de expansão muito maior, para movimentação, adição ou alteração de recursos na estrutura. Com tempo isso se transforma em maior retorno financeiro, ou menor perda se comparada a estrutura antiga, para empresa. Com essa capacidade de expansão, a estrutura promove o aumento de largura de banda, ou seja, suportará com folga as aplicações que demanda fluxo maior de dados como: multimídia e videoconferências.

Outro ponto de vantagem é a estética promovida com a nova estrutura. Quando se tem uma organização de cabos e aparatos por eletrocalhas, a empresa se beneficia com uma estrutura mais adequada, operacional e visualmente mais agradável se comparada as estruturas atuais e seu emaranhado de fios. Isso tem impactado inclusive na imagem externa da empresa como marca.

1.2 Organizações Envolvidas

No projeto haverá apenas uma empresa envolvida, a empresa Crachá Digital. Portanto, o projeto se trata de uma estrutura independente, que não delega recurso para outra empresa, e nem sequer é um subsistema de outra rede.

2 Estado atual

As características da rede atual, seus passivos e uma breve avaliação por parte dos usuários da rede.

- Os passivos da rede: a estrutura conta com uma mini Rack de parede acoplada na sala de servidores (Figura 1). Há cabos de rede no forro das instalações interligando os equipamentos e o switch. Também há pequenas calhas de plástico para acabamento dos cabos de UTP nas paredes;
- As principais reclamações dos usuários: falta de suporte a tecnologias que demandam maior fluxo de dados, como videoconferências e acesso a desktop remoto. Isso se deve pelo fato da rede atual ser apenas Mbit.

- Observações: Há seções na rede que requerem cobertura completa de cabos, pois a construção conta com salas externas que não tem cobertura entre a seção principal e algumas seções periféricas. A não cobertura dos cabos faz com que o cabo sofra erosão por chuva e deterioração por insolação;

3 Requisitos

1. Suporte a compartilhamento de impressoras para impressão de documentos na rede;
2. Acessos simultâneos a Internet (navegação, transferência de arquivos, videoconferência etc);
3. Confiabilidade para realização de conexões remotas e locais (uso de aplicativos como Anydesk);
4. Suporte a Proxy para controles de acesso na rede;
5. Suporte a compartilhamento de arquivos na rede local;
6. Suporte a servidor de arquivos com grande capacidade de armazenamento e com espelhamento para redundância de dados;
7. Pontos de rede padrão Ethernet Cat5e nas paredes das salas;
8. Equipamentos e aparatos da infraestrutura homologados pela ANATEL;
9. A administração do cabeamento deve respeitar a norma ANSI/TIA/EIA-606;

A área de trabalho ou WA (Work Area) é o ambiente onde os serviços de telecomunicação serão oferecidos aos usuários, ou seja, é nele que serão instalados e conectados os equipamentos que atendem aos usuários [SENAI, 2012].

A ANSI/EIA/TIA 569 B.2 e a NBR 14.565:2007 recomendam que cada área de trabalho possua 10m² de área e um mínimo de 2 tomadas de telecomunicações, sendo que uma delas deverá ser atendida por cabo UTP ou F/UTP Cat 5e ou superior, e a outra, por cabos UTP, F/UTP. As normas também recomendam utilizar fibra ótica monomodo ou multimodo de 50-125 μ m ou 65-125 μ m, terminando em conectores RJ45 ou conectores para cabos ópticos ST, SC ou LC Duplex [SENAI, 2012].

4 Usuários e Aplicativos

A seguir será apresentada uma relação de possíveis usuários, seu número estimado e aplicativos executados em alguns equipamentos na infraestrutura.

4.1 Usuários

Tipos de equipamento:

- Terminais de trabalho (computadores). Entre 10 e 50 terminais;
- Telefones PABX. Entre 5 e 15 terminais;
- Câmeras de segurança (interna e externa). Entre 2 e 10 câmeras;
- Terminais de registros de ponto eletrônico. Entre 1 e 4 terminais;
- Dispositivos de impressão (impressoras). Entre 1 e 5 dispositivos;
- Smartv. Entre 1 e 3 equipamentos;

4.2 Aplicativos

Relação de aplicativos críticos utilizados nos equipamentos:

- Serviço de VoIP;
- Aplicações de video chamadas (exemplo: Skype);
- Aplicações de acesso remoto (exemplo: Anydesk);
- Aplicações com alta demanda de conexões por socket (exemplo: Helpdesk);
- Alto fluxo de requisições para impressão em equipamentos de impressão;

5 Estrutura predial existente

A planta (Figura 1) representa a construção atual. A construção conta com apenas um andar, ou também denominado "térreo". A extensão máxima de área construída útil é de aproximadamente 44 metros. Com uma largura medindo cerca de 12 metros. A sala do servidor (Sala de Telecomunicações), onde é centralizada a rede, fica no centro da construção, isso facilita a distribuição de cabos no entorno do edifício.

A sala de telecomunicação é um espaço estratégico dentro das edificações, que serve para a interconexão dos cabeamentos horizontal e vertical (Backbone). Neste local, é realizado todo o gerenciamento de conexões cruzadas da instalação [SENAI, 2012].

Há também uma área externa, desprendida da construção principal, a sala de manutenção. Esta área requer cuidado especial, pois a passagem de cabeamento deve ser protegida do ambiente externo.

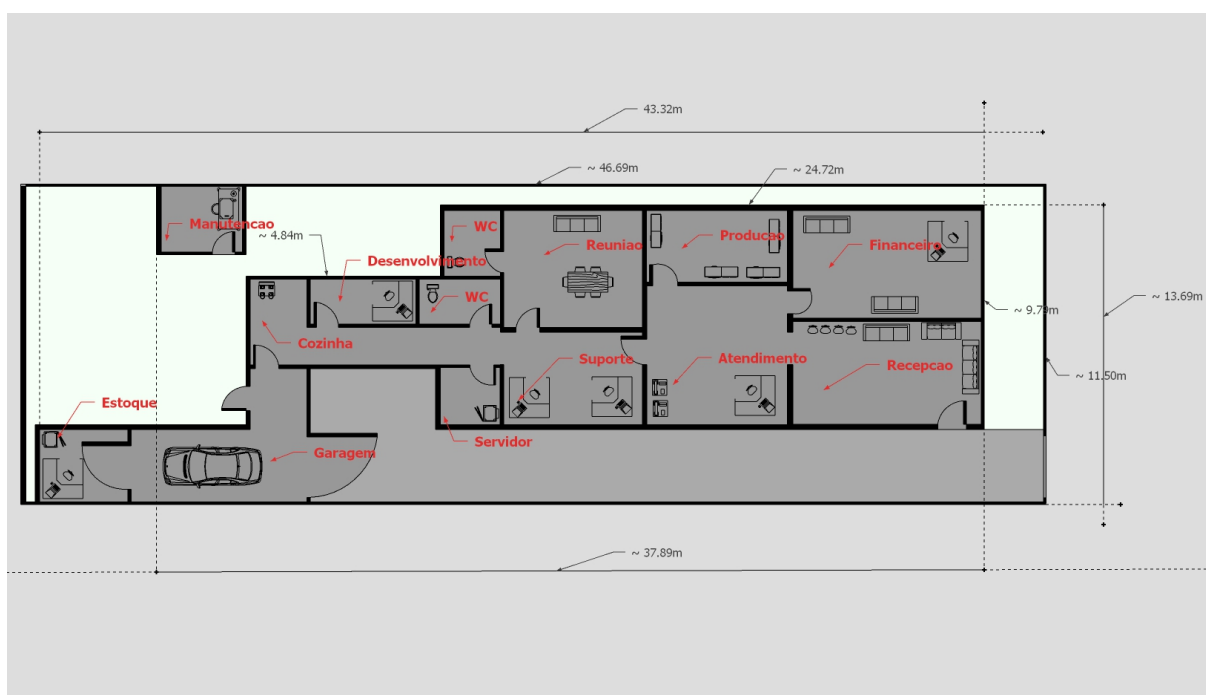


Figura 1: *Planta Atual*

6 Planta Lógica - Elementos estruturados

6.1 Estado atual

Pegando como base a planta física (Figura 1), esboçamos sobre ela a estrutura lógica (Figura 2), dos componentes da rede e o caminho percorrido pelos cabos.

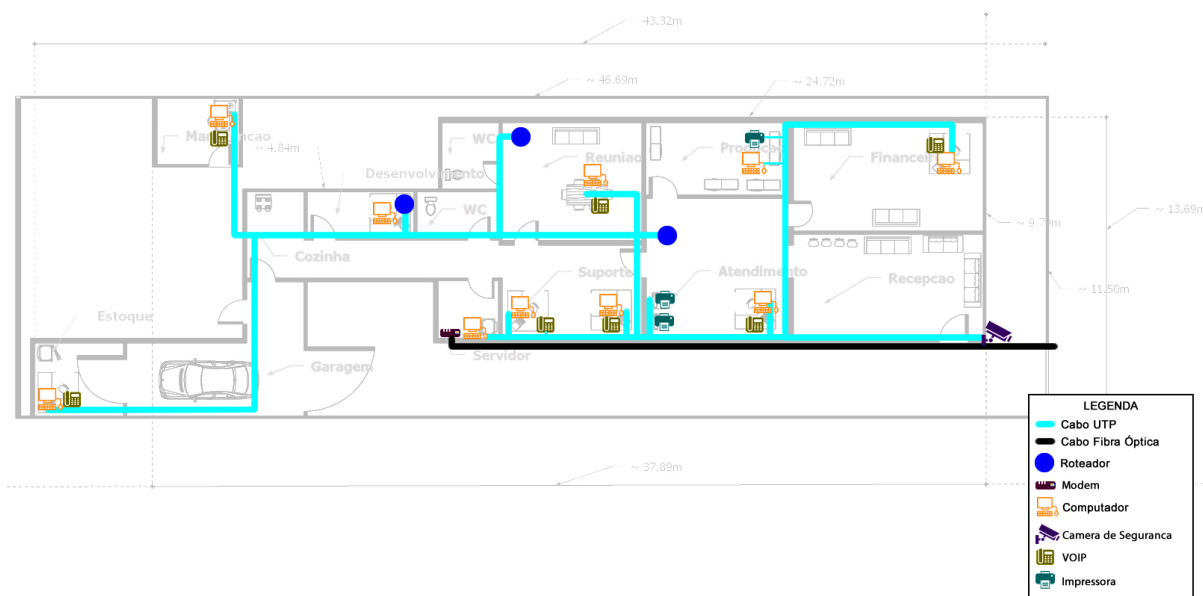


Figura 2: *Planta Lógica Atual*

6.2 Topologia

Segundo [SENAI, 2012] "O cabeamento estruturado adotou como padrão a topologia estrela, em que cada tomada de telecomunicação localizada junto ao usuário, deverá estar ligada a um ponto central que fará a comunicação com a rede de computadores interna da empresa e à Internet".

Na topologia da Figura 3 cada retângulo representa uma sala (Work Area) da planta original. Tratando-se de uma topologia estrela, todas as terminações da rede estão advindo da "sala de controle", centralizada na imagem (Figura 3). Que conta com dois Switches (Switch e Switch(1)). Nas salas de "Financeiro", "Reunião" e "Desenvolvimento" há sub-redes de topologia estrela através de um roteador (exemplo: WR_Atendimento).

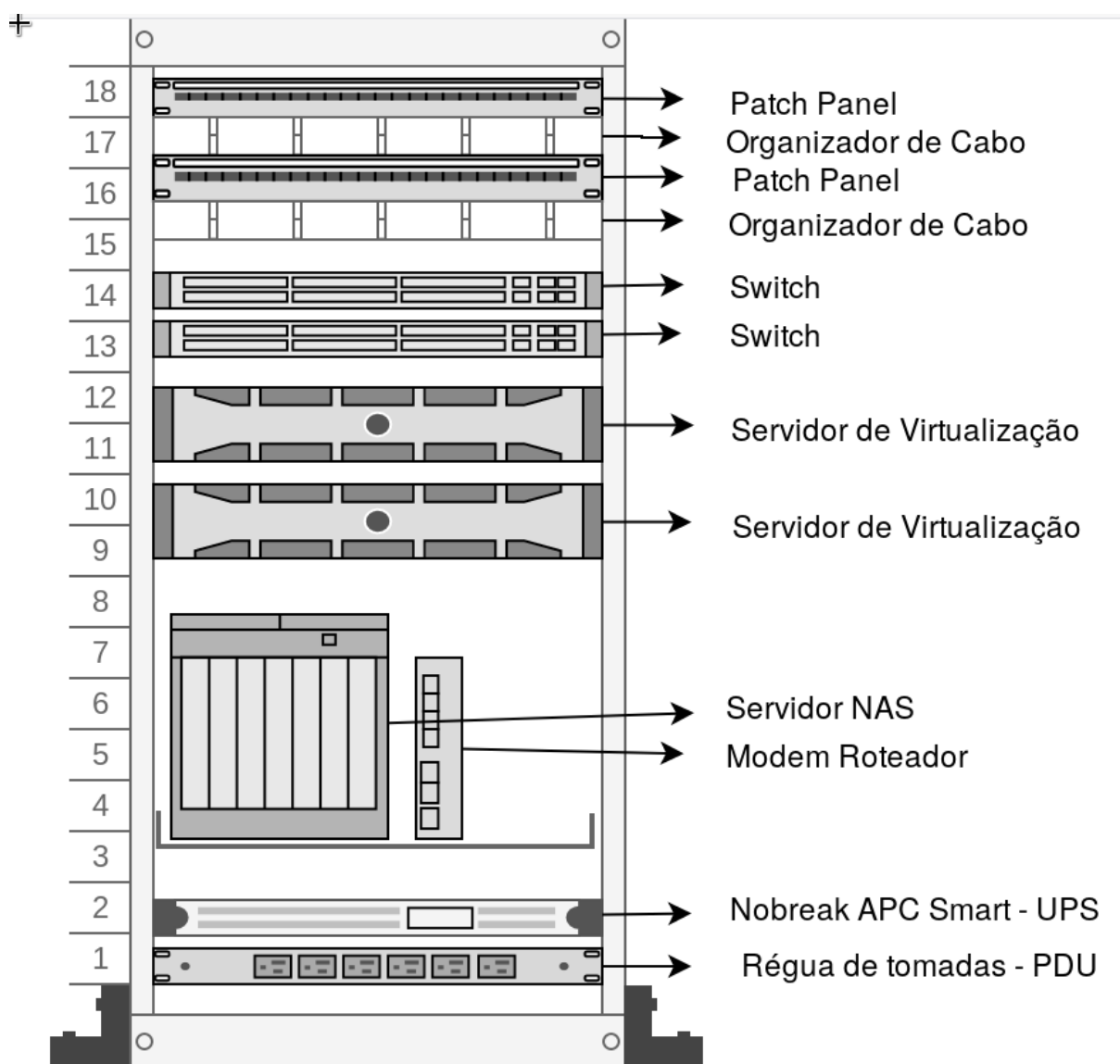


Figura 4: Diagrama do Rack

No projeto foram incluídos dois Patch Panels de 24 portas. Abaixo de cada Patch Panel existe um duto horizontal para organizar os cabos do Patch Panel para o Switch. O segundo patch panel poderá ser usado exclusivamente para conectar telefones IP, considerando-se como sendo uma boa prática. E então conectá-los ao segundo switch para telefonia de serviço PABX. Foram incluídos também, dois servidores para virtualização, esses servidores podem acomodar, dependendo da demanda, serviços como: VOIP, Proxy, DHCP, E-mail, Web etc.

Mais abaixo, está localizado um servidor NAS, utilizado para armazenamento de arquivos de imagens, necessário pois a empresa trabalha com a confecção de crachás e necessita de espaço para armazenamento de imagens processadas e editadas. Na mesma prateleira, ao lado, está o Modem responsável pela conexão WAN vinda da operadora de Internet, que tem a função de roteador, e será conectado ao Switch 1.

Nas duas últimas unidades de espaço da rack estão os ativos de gerenciamento de energia. O Nobreak (UPS) de até 1000 Watts oferece autonomia aos ativos durante quedas de energia de curta e média duração, protege os equipamentos contra sobrecarga, curto-circuito, sobretensões etc. Por último, uma régua de tomadas (PDU) para alimentação

de vários equipamentos. A PDU é uma maneira mais simples e prática para solução de alimentação dos ativos na rack, e pode ser conectada diretamente na UPS.

6.3 Encaminhamento

Serão utilizadas canaletas de PVC, fixadas nas paredes, descendo do teto, para cobrir os cabos dentro das áreas de trabalho até as tomadas de rede (terminais). Nas áreas de trabalho só serão utilizadas canaletas de PVC, dispensando o uso de aterramento, como é caso das canaletas de metal.

Já para conectar a área de trabalho "Manutenção" que está desmembrada da construção principal (Figura 2), será necessário eletroduto de 4 metros de comprimento, com espessura de 3 polegadas. Isso se deve pelo fato desses cabos estarem expostos à condições de estresse pelo clima.

Para o cabeamento horizontal será utilizado o sistema de distribuição de teto. É um sistema constituído por malha de eletrocalhas suspensas no teto, que por meio de postes ou eletrodutos realizam baixadas do teto até os pontos de telecomunicações nas áreas de trabalho [SENAI, 2012].

6.4 Memorial descritivo

- Cabos: Para o cabeamento horizontal serão utilizados cabos UTP de categoria 5e, da marca Furukawa. Com extensão máxima de 500 metros e mínima de 300 metros, contando inclusive patch cords;
- Conectores: Conectores Fêmea Furukawa RJ45 Cat 5e para tomadas de rede nas áreas de trabalho. Com quantidade mínima de 17 conectores, considerando que cada área de trabalho contará com 2 à 3 tomadas;
- Patch Panels: 2 patch panels Furukawa com 24 conectores RJ45 de categoria 5e;
- Rack: Um rack fechado Padrão 19" NetShelter SX 42U, com profundidade de 1070mm;
- Eletrodutos: 3 metros de eletrodutos de PVC para conexão da área de trabalho externa, a área de manutenção;
- Eletrocalhas: Aproximadamente 100 metros de eletrocalha perfurada, tipo "U" de 100x50mm galvanizada. As eletrocalhas formarão a malha de eletrocalhas suspensas no teto do estabelecimento, com maior ocorrência nos corredores;
- Canaletas: 80 metros de canaletas 30x30 mm. As canaletas serão responsáveis pelo acabamento do cabeamento nas partes internas das áreas de trabalho;
- Tomadas: Ainda nas áreas de trabalho, as tomadas são os pontos finais do cabeamento desde do patch panel. Para as áreas de trabalho tomadas da marca Tramontina de 3 módulos, incluindo ao menos 2 por área de trabalho, com total de no mínimo 35;

6.5 Identificação dos cabos

A identificação dos cabos se dará pelo seguinte padrão:

Identificação para Armário/Sala:
XXA-XX-XX/XX-AAAXXX-XX-XX.

Onde X é carácter numérico e A é carácter alfanumérico.

Exemplo:
03A-02-21/03-A100-03-01

Origem: andar (03), armário (A), patch panel (02), tomada (21).
Destino: andar (03), sala (A100), espelho (03), posição (01).

Na tabela (Tabela 1) a coluna 'Identificação' mostra o padrão de leitura armário/sala, onde o destino 'ATR' diz respeito a área de trabalho em questão. Por exemplo: ATR001 significa área de trabalho de Suporte.

Tabela 1: *Tabela de Identificação dos Cabos*

Identificação	Patch Panel	Sala
00A-01-01/00-ATR001-01-01	1	Suporte
00A-01-02/00-ATR001-01-02	1	Suporte
00A-01-03/00-ATR002-01-01	1	Atendimento
00A-01-04/00-ATR002-01-02	1	Atendimento
00A-01-05/00-ATR002-02-01	1	Atendimento
00A-01-06/00-ATR002-02-02	1	Atendimento
00A-01-07/00-ATR003-01-01	1	Recepção
00A-01-08/00-ATR004-01-01	1	Financeiro
00A-01-09/00-ATR004-01-02	1	Financeiro
00A-01-10/00-ATR005-01-01	1	Produção
00A-01-11/00-ATR005-01-02	1	Produção
00A-01-12/00-ATR006-01-01	1	Reunião
00A-01-13/00-ATR006-01-02	1	Reunião
00A-01-14/00-ATR007-01-01	1	Desenvolvimento
00A-01-15/00-ATR007-01-02	1	Desenvolvimento
00A-01-16/00-ATR008-01-01	1	Manutenção
00A-01-17/00-ATR008-01-02	1	Manutenção
00A-01-18/00-ATR009-01-01	1	Estoque
00A-01-19/00-ATR009-01-02	1	Estoque

7 Implantação

O cronograma de implantação (Figura 5) inicia-se no mês de Dezembro, com término previsto para o último dia do mesmo mês. É importante salientar que existem duas etapas de grupos de tarefas no cronograma. A primeira (Cabeamento Estruturado) servirá para instalação do projeto propriamente dito. Por se tratar de uma rede em uso, é importante que a estrutura antiga se mantenha funcionando durante a instalação. Para que na segunda etapa (Remoção Estrutura Antiga), finalmente, se remova a estrutura antiga para descarte e reaproveitamento de ativos da rede.

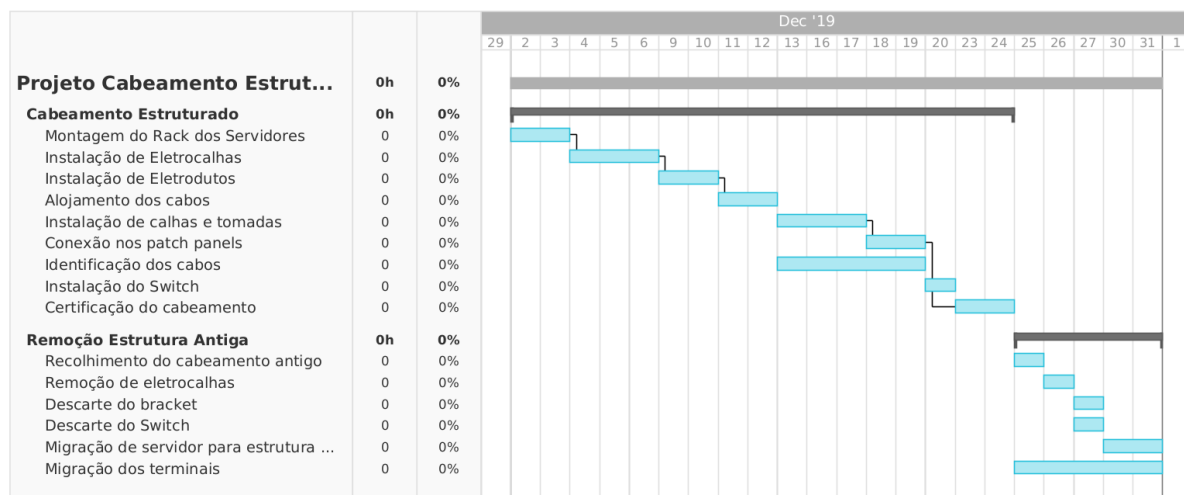


Figura 5: Cronograma de Implantação

As linhas conectando as atividades mostram que a atividade posterior é dependente da anterior, por exemplo, a segunda tarefa de "Instalação de Eletrocalhas" é dependente da primeira atividade de "Montagem do Rack dos Servidores", ou seja, a primeira atividade deve estar concluída para a iniciação da segunda.

8 Plano de certificação

Após a implantação do projeto deve ser feita a certificação do sistema de cabeamento estruturado, a verificação dos passivos, como cabos e conectores, da rede se condizem com as normas de cabeamento estruturado.

Este processo garante que o trabalho realizado de instalação está seguindo critérios e padrões que asseguram desempenho e qualidade do cabeamento. Para efetuar a certificação é necessário um equipamento especial que executará diversas medidas precisas acerca da funcionalidade e desempenho dos cabos.

Conforme Senai, a certificação de cabeamento estruturado tem como objetivo aferir os seguintes parâmetros:

- Paradiafonia (NEXT, Near End Crosstalk);
- Perda de retorno e inserção (atenuação);
- Atraso de propagação;
- Desvio de atraso de propagação (Delay Skew);
- PS-NEXT (Power Sum NEXT);
- PS-ELFEXT (Power Sum ELFEXT);
- Relação atenuação/paradiafonia (ACR – Attenuation to Crosstalk Ratio);
- Entre outros [SENAI, 2012];

A certificação de rede deve ser feita fora do horário de expediente, entre 18h e 6h da manhã. Desta forma terá a disposição todas as tomadas das áreas de trabalho e patch cords para desconexão, conexão e reparo quando necessário.

A certificação da estrutura deve ser iniciada na sala de telecomunicações. Com o equipamento de certificação devidamente calibrado, deve-se espetar o patch cord no certificador, a seguir, em todas as áreas de trabalho o equipamento remoto deve ser plugado usando um cabo Ethernet de no máximo 5 metros na tomada de rede.

Os parâmetros de testes de par trançado são importantes para verificar fatores que possam obstruir a rede, como o comprimento do cabo, conexão correta, entre outros. Os seguintes testes de cabeamento de par trançado devem ser executados:

- Mapa de fios (Wire Map): Verifica a correta conexão de cada um dos quatro pares, analisando cada um dos oito condutores, se contemplam a configuração 568A ou 568B. O mapa de fios verifica os seguintes itens: continuidade pino a pino, curto-circuito, pares transpostos, pares divididos, condutores abertos e pares invertidos;
- Comprimento do cabo: Através da técnica TDR (reflectometria no domínio de tempo) o aparelho envia um pulso elétrico e cronometra o tempo de retorno do pulso entre uma extremidade e outra, a fim de averiguar se a extensão do cabo está condizente com o padrão EIA/TIA 568;
- Perda de Inserção (Insertion Loss): diz respeito a atenuação que um sinal sofre durante sua propagação, ela é medida em dB por unidade de comprimento. Essa atenuação se deve pelo fato dos cabos metálicos sofrerem perdas de resistência dos condutores ao longo do filamento;

- **Diafonia (Crosstalk):** refere-se ao nível de interferência eletromagnética entre os pares de condutores de um mesmo cabo, medida em dB. A diafonia não é possível eliminar completamente, mas é possível se chegar a níveis aceitáveis, para isso alguns procedimentos podem ser feitos para se chegar a resultados respeitáveis como: perfeita conectorização dos cabos, perfeita conectorização dos patch panels e utilização de cabos e conectores de qualidade. A diafonia se subdivide em paradiafonia (NEXT) e telediafonia (FEXT). O NEXT (Near end Crosstalk) mostra a diafonia ocorrida próxima a conexão do cabo em que a medição está sendo efetuada. Já o PSNEXT (Power sum NEXT) considera a influência de todos os pares de cabo sobre o par que está sendo medido. O FEXT (Far end Crosstalk) é a interferência medida próximo ao receptor, ou seja, distante (far) do transmissor. Dentro do FEXT há outra subdivisão em: ELNEXT (atenuação), PSELFEXT (Soma do ELFEXT sobre outros pares de cabo) e PSFEXT (somatória de interferência longe do ponto de medição);
- **Perda de Retorno:** registra a perda de retorno de energia devido às variações de impedância no sistema de cabeamento. Essa perda de retorno é um indicador sobre a qualidade das terminações dos pares de um cabo nas tomadas de telecomunicação;
- **Atraso de Propagação:** está relacionado com o tempo gasto para o sinal percorrer o cabo de uma ponta à outra. Esse atraso tem relação com as características primárias do cabo como: resistência, indutância, capacitância e condutância. Dentro dessa categoria de teste existe também o atraso de propagação relativo (Skew Delay) que é a diferença no tempo que leva o sinal para se propagar pelos condutores no mesmo cabo, isso devido a diferença de comprimento entre os pares de fios torcidos;
- **Allien Crosstalk:** é a interferência de diafonia entre pares de cabos diferentes, isso é possível quando há um agrupamento de muitos cabos, em eletrodutos, eletrocalhas, entre outros. Para minimizar a interferência é recomendado para cada feixe de cabos no máximo 6 cabos;

Após os testes executados no certificador, o técnico deve conectar o equipamento num computador e exportar os resultados em PDF e entregar ao cliente. Nos relatórios analíticos são previstos gráficos e tabelas de todos os testes mencionados anteriormente. Nas análises são constados os níveis atuais de cada teste e um paralelo com níveis toleráveis pelas normas de cabeamento estruturado. Bem como, o resultado do teste para cada parâmetro, se foi aprovado ou não.

9 Plano de manutenção

Manutenções corretivas, que são aquelas que acontecem depois que o problema ocorreu, se mostram bastante incomodas e caras, pensando nisso, evidencia-se a necessidade de um plano de manutenções preventivas. Apesar da manutenção preventiva aparentar desnecessária e cara num primeiro momento, a longo prazo ela se revela extremamente compensatória e com interessante custo-benefício. Ela evita o comprometimento da infraestrutura e faz o diagnóstico de potenciais erros antes que afetem o fluxo de trabalho organizacional.

O plano de prevenção consiste em manter os equipamentos ativos, passivos e sistemas operacionais funcionando corretamente, executando diagnósticos e análises necessários. Isso inclui: diagnóstico de funcionamento de cabos ponta à ponta, atualização de sistemas

operacionais e softwares dos servidores, Backup dos sistemas operacionais, verificação de avarias das tomadas de rede e canaletas de PVC, checagem do estado das baterias do nobreak etc. Ao final de cada período de manutenção deve-se gerar um relatório informativo que conste um histórico de atividades realizadas, assim como os problemas e soluções encontrados. Esses relatórios contribuem para futuros diagnósticos de problemas e para transparência nos processos de auditoria.

Pelo fato da atividade de manutenção de prevenção envolver dedicação e mão de obra especializada, a empresa optará por contratar uma consultoria terceirizada em TI para a operação. Este é o caso de muitas empresas que preferem não alocar os próprios funcionários da empresa para as tarefas de manutenção, afim de não prejudicar a produtividade da empresa. A consultoria, além de providenciar a manutenção periódica da rede, deve contribuir para análises práticas do fluxo de trabalho interno da corporação, sugerindo aperfeiçoamentos que contribuam para as atividades empresariais.

9.1 Plano de expansão

No projeto deve estar prevista a expansão do número de câmeras externas de segurança, ao término deste projeto será disponibilizada apenas uma câmera externa localizada na parte frontal da construção, direcionada para a rua (Ver Figura 2). Por se tratarem de câmeras IP, cada equipamento terá a ocupação de uma porta no Patch Panel e Switch. A instalação de novas câmeras estão previstas para as áreas de recepção interna, garagem interna, garagem externa, manutenção externa e atendimento.

Outros equipamentos que deverá sofrer atualização são os telefones IP. Com a instalação de um segundo Patch Panel e um segundo Switch, estes equipamentos deverão possuir um cabeamento horizontal dedicado, e posteriormente serão conectados no segundo servidor PABX dedicado. Como mostra a topologia (Figura 3) esses equipamentos foram conectados em conjunto com um terminal (PC) através de um mesmo cabo UTP.

Para estas novas expansões não serão necessárias trocas de eletrocalhas, pois no projeto está prevista, propositalmente, a instalação de eletrocalhas largas o suficiente para acomodar estas futuras expansões de lançamentos de novos cabos UTP. Já para a descida de cabos nas paredes, será precisa a instalação de novas canaletas de PVC.

10 Risco

1. Eletrocalhas: há corredores com abertura para porta, como mostra na planta original (Figura 1) entre as áreas de: suporte, atendimento e recepção. É possível que alguma obra estrutural na construção seja necessária para acomodar as eletrocalhas;
2. Área externa: A área de manutenção da organização se encontra desmembrada da construção principal, portanto há necessidade de passagem de eletroduto de PVC para proteção do cabeamento transportado à essa área de trabalho;
3. Sala de Telecomunicações: vale salientar que na área de acomodação da Rack (ver Figura 1) não há porta para acesso, há apenas uma abertura para adentrar o espaço. Devido ao ruído dos equipamentos, bem como para protegê-los, seja necessária a instalação de uma porta de vidro temperado. Conforme recomenda as normas EIA/TIA 569 B, uma das especificações para a sala de telecomunicações é: porta com largura mínima de 90cm e 200cm de altura com abertura voltada para fora, com chaveamento somente pelo lado de fora [SENAI, 2012];

11 Orçamento

Tabela 2: *Tabela de Orçamento de Materiais*

Material	Marca	Modelo	Local	Quantia	Valor R\$
Rack	Dell	Netshelter SX 42U Rack	Sala Telecomunicações	1 un	5.500,00
Cabo UTP	Furukawa	UTP categoria 5e	Térreo	400 m	500,00
Patch Cord	Furukawa	UTP categoria 5e de 50 cm	Sala Telecomunicações	50 un	300,00
Patch Cord	Furukawa	UTP categoria 5e de 2,5 m	Áreas de Trabalho e Sala Telecomunicações	20 un	400,00
Patch Panels	Furukawa	24 portas T568A/B	Sala Telecomunicações	2 un	300,00
Organizador de Cabo Rack	WJ	Horizontal 1U 30 cabos suportados	Sala Telecomunicações	3 un	100,00
Conector RJ45 fêmea	Furukawa	Categoria 5e	Áreas de Trabalho	40 un	400,00
Eletroduto PVC	Tigre	3 metros	Área Externa	1 un	40,00
Eletrocalha	Elecon	Perfurada Zincada 100x50x3000 mm	Térreo	35 un	1.200,00
Curva Horizontal Eletrocalha	Elecon	Perfurara Zincada 100x50	Térreo	20 un	400,00
Canaleta PVC	Ilumi	30x30x2000 mm	Áreas de Trabalho	40 un	700,00
Tomada	Tramontina	Sobrepor de 3 módulos	Áreas de Trabalho	35 un	650,00
Total					10.490,00

12 Recomendações

Observações e recomendações para o cliente.

13 Referências bibliográficas

[Kurose et al., 2010] Kurose, J. F., Ross, K. W., Marques, A. S., and Zucchi, W. L. (2010). *Redes de Computadores ea Internet: uma abordagem top-down*. Pearson.

[Marin, 2014] Marin, P. S. (2014). *Cabeamento Estruturado*. Saraiva Educação SA.

[SENAI, 2012] SENAI (2012). *Cabeamento Estruturado*. Núcleo de Educação a Distância do SENAI de Santa Catarina.

[Tanenbaum and Wetherall, 2013] Tanenbaum, A. and Wetherall, D. (2013). *Computer networks: Pearson new international edition*.