

ADEQUAÇÃO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA E ESTRUTURA DE REDE PARA ADAPTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DE LABORATÓRIOS DE INFORMÁTICA EM UMA EDIFICAÇÃO DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Romário João dos Passos Júnior¹

Max Gabriel Steiner²

Resumo: Com o atual avanço da tecnologia nas indústrias e o mercado de trabalho cada vez mais exigindo que o colaborador ingresse no meio com o conhecimento dos softwares e a fim de capacitar mais os alunos para o mercado de trabalho, teve-se a ideia de adequar as salas de aulas tradicionais do prédio 24 da Satc, adaptando as salas de aulas para receber a estrutura de rede, visto que não será considerado a carga já existente do local e será acrescentado uma carga de 39 KW no prédio. Portanto, foi analisado a estrutura de rede para verificar-se se atenderia a demanda necessária do projeto e viu-se que seria necessária a troca da atual fibra óptica para uma nova, dessa forma uma fibra de 6 FO seria a fibra óptica que atenderia a demanda do projeto, logo aumentando a velocidade de dados e deixando uma margem para uma possível ampliação da rede. Posteriormente foi analisado a estrutura do prédio que seria o local de estudo com propósito de fazer as melhorias necessárias para atender as adequações elétricas. Foi observado que o prédio tem formatos de salas diferentes, visto que as salas maiores receberiam 35 notebooks e salas menores receberiam 30 notebooks, então foi feito uma adequação elétrica usando o software *Qi builder*, a fim de adequar as salas de aulas e obter a lista de materiais elétricos, deste modo com a lista de materiais elétricos obtidos pelo software foi feito um orçamento dos materiais elétricos e com os números de notebooks obtido no estudo da estrutura de rede foi feito um levantamento de materiais necessários para atender as adequações na rede, assim obtendo orçamento dos materiais.

Palavras-chave: Projeto elétrico. Rede. Software *Qi builder*.

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico do século XXI e o mercado de trabalho cada vez mais exigindo que os seus colaboradores tenham o domínio dos softwares usados no

¹ Graduando em curso, 2023. E-mail: romarioengenhariaeletrica@gmail.com

² Prof. do Centro Universitário UniSATC. E-mail: max.steiner@satc.edu.br

meio. Viu-se a necessidade de aproximar mais os alunos das instituições de ensino superior dos softwares, assim capacitando eles para o mercado de trabalho. Neste contexto, a utilização de equipamentos de informática em salas de aula é uma alternativa viável e eficaz para inovar a forma como o conhecimento é transmitido e absorvido pelos estudantes.

Dessa forma seria feito um estudo para adequar o prédio 24 da Satc para receber os notebooks, assim adaptando as salas de aulas tradicionais em salas de aulas/informáticas. Foi analisado toda a estrutura de rede e elétrica, a fim de fazer as adequações necessárias para atender as mudanças no local de estudo.

2 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM BAIXA TENSÃO

A norma técnica de instalações elétricas em baixa tensão estabelece a segurança de pessoas, animais, funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. Para que a instalação elétrica seja executada de maneira segura e eficaz é necessário que seu projeto seja elaborado observando as prescrições das diversas normas técnicas aplicáveis (ABNT NBR 5410, 2004).

Como as prescrições desta norma relativas à seleção e instalação das linhas elétricas estão voltadas especialmente para as linhas de energia, os condutores envolvidos são, portanto, condutores ou cabos de potência. Assim, para uma orientação específica sobre cabos de controle, de instrumentação ou para outras linhas elétricas de sinal, recomenda-se a consulta da norma NBR 5410. A mesma observação é válida para os cabos de potência de uso específico, como os de ligação de equipamentos, incluindo os de alta temperatura.

2.1 TOMADAS DE USO GERAL

Conforme o item 9.5.2.2 da NBR 5410 (2004), o número de pontos de tomadas deve ser estabelecido em função do local e dos equipamentos que forem utilizados naquele ponto, observando-se no mínimo alguns critérios.

Na localidade da cozinha, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha, área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser estipulado no

mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos. Na varanda deve conter pelo menos um ponto de tomada.

Nas salas e dormitórios devem conter pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, sendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

Nos demais cômodos e localidades da habitação devem ser implantado pelo menos um ponto de tomada, se a área do cômodo ou localidade for igual ou inferior a 2,25 m², permite-se que esse ponto seja colocado na parte externa da localidade, a até 0,80 m no máximo da sua porta de acesso.

Nos locais que for superior a 2,25 m² e igual ou inferior a 6 m², deve conter pelos menos um ponto de tomada.

Nos locais que for superior a 6 m², deve conter um ponto de tomada a cada 5 m, ou fração, de perímetro do local.

A potência destinada a cada ponto de tomada de uso geral tem que ser adequada aos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos: nas localidades dos banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente.

Quando o número total de tomadas no local for superior a seis pontos, permite-se que o critério estipulado de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente. No mínimo 100 VA por ponto de tomada para os demais locais.

2.1.1 DISTRIBUIÇÃO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

As instalações elétricas podem ser divididas em quantos circuitos forem necessários, sendo que cada circuito quando for seccionado ou realimentado deve oferecer segurança ao mesmo. (ABNT NBR 5410, 2004).

2.1.2 CRITÉRIOS PARA DIVISÃO DA INSTALAÇÃO EM CIRCUITOS

A divisão da instalação em circuitos facilita a manutenção e operação da instalação, evita que a falha de outro circuito interfira no mesmo e reduz a interferência entre cargas e com isso divide a corrente nos circuitos e facilita o dimensionamento dos protetores de menor valor (ABNT NBR 5410, 2004).

Deve-se evitar projetar circuitos terminais muito carregados, pois, terá que utilizar condutores de seção grande e isso dificulta a execução da instalação dos condutores nos eletrodutos e a ligação deles aos terminais dos equipamentos.

Os circuitos terminais devem ser separados para cada equipamentos de utilização que o alimenta. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada.

Em locais com instalações de duas ou três fases, as cargas devem ser distribuídas uniformemente entre as fases de modo a obter-se o maior equilíbrio possível.

Para equipamentos que consomem corrente igual ou superior a 10 A (como aquecedores de água, máquinas de lavar, aparelhos de ar-condicionado, entre outros aparelhos) devem possuir circuitos específicos.

2.2 COMPONENTES PASSIVOS DE REDE

São responsáveis por facilitar o transporte dos dados entre os ativos de rede sem influenciar nos dados, ou seja, viabiliza a comunicação sem realizar nenhum tipo de processamento tais como o cabo par trançado, cabo coaxial, *patch panel*, distribuidor interno óptico, *rack* e tomada de telecomunicação (SILVA COSTA, 2019).

2.2.1 CABO PAR TRANÇADO

Os cabos pares trançado (*Twisted pair*) são cabos que possuem pares de fios entrelaçados um ao redor do outro para impedir interferências eletromagnéticas.

De acordo (ISO/IEC 11801, 2017), a ANATEL propõe as blindagens possíveis usando as siglas. Conforme presente no Qd.1:

Quadro 1: Blindagens de cabos par trançado.

Blindagens
U (<i>Unshielded</i>): Sem blindagem; F (<i>Foil</i>): Fita plástica aluminizada; S (<i>Screened</i>): Malha de fios metálicos (cobre, alumínio etc.), outro tipo de blindagem.

Fonte: Autor (2023)

Par Trançado sem Blindagem: também chamados de UTP (*Unshield Twisted Pair*) são geralmente os mais usados, atualmente tanto em redes residenciais quanto em grandes redes industriais, devido à facilidade de se manusear, instalação, permitindo taxas de transmissão de até 100 Mbps com a utilização do cabo CAT 5e. Sendo o mais barato para distâncias de até 100 metros, para distâncias maiores emprega-se cabos de fibra óptica.

Par Trançado Blindado (cabo com blindagem): é semelhante ao UTP. A diferença é que possui uma blindagem feita com fita aluminizada ou malha metálica, em todo o cabo ou em cada par. É utilizado para ambientes com interferências eletromagnéticas elevadas, sua blindagem especial. Evita perdas ou até interrupções de sinais. Distâncias acima de 100 metros ou exposto diretamente ao tempo, é aconselhável o uso de cabos de fibra óptica, assim ocasionando um custo mais elevado.

A Blindagem pode ser global (envolvendo todos os pares) ou individual (Par a Par), sendo nomeada X/Y, onde X é a blindagem Global e Y a blindagem Individual, conforme Qd. 2:

Quadro 2: Blindagens de cabos par trançado global.

Blindagens
U/UTP: Sem blindagem nenhuma, o mais comum pois não há blindagem; F/UTP: Blindagem global e sem blindagem individual o mais comum entre os blindados; S/FTP: Global com malha e blindagem com fita nos pares.

Fonte: Autor (2023)

2.2.2 CABO COAXIAL

O cabo coaxial é formado por um fio de cobre condutor revestido por um material isolante, e ainda rodeado por uma blindagem. Em virtude de sua blindagem

adicional, o cabo coaxial possui vantagens em relação a outros condutores usados em linha de transmissão, como proteção contra fenômenos de indução, que são causados por interferências elétricas ou mesmo magnéticas externas (SILVA COSTA, 2019).

2.2.3 PATCH PANEL

Componente passivo que se localiza no rack e responsável por receber o cabeamento que vem das tomadas de telecomunicação das áreas de trabalho. Permite a conexão desse cabeamento com os ativos a partir de cordões de equipamentos (SILVA COSTA, 2019). A Fig. 1 abaixo mostra a representação de um *patch panel*.

Figura 1: Patch panel para organização dos cabos de rede.



Fonte: Silva costa (2019)

A utilização de *patch panels* facilita a realização de mudanças de cabeamento, melhora a organização dos cabos no *rack* e diminui a probabilidade de danificar equipamentos ativos (SILVA COSTA, 2019).

2.2.4 DISTRIBUIDOR INTERNO ÓPTICO (DIO)

Os cabos ópticos usados para lançar fibras não permitem muita flexibilidade e não são adequados para manobras em armários de telecomunicação (*rack*). O DIO está para a fibra óptica assim como o *patch panel* está para os cabos de par trançados. A Fig. 2 abaixo mostra a representação de um *DIO* (SILVA COSTA, 2019).

Figura 2: Distribuidor interno óptico para o armazenamento dos cabos de rede.



Fonte: Silva costa (2019)

O painel de conexão converte os cabos rígidos em cabos flexíveis (*patch cords*) destinados ao trabalho de manobras exigidas dentro de um armário de telecomunicação, o DIO faz a mesma coisa só que com fibra óptica (SILVA COSTA, 2019).

2.2.5 RACK

Os *racks*, também denominados como armários, são estruturas metálicas utilizadas para abrigar os componentes ativos e passivos da rede. A Fig. 3 mostra a representação de um *rack* (SILVA COSTA, 2019)

Figura 3: Rack para o armazenamento dos dispositivos de rede.



Fonte: Silva costa (2019)

O propósito de um rack é o de acomodação e facilidade de organização de cabos e acessórios (SILVA COSTA, 2019).

2.2.6 TOMADAS DE TELECOMUNICAÇÃO

Tomadas de telecomunicações fornecem interface de conexão para área de trabalho permitindo a conexão de equipamentos finais dos usuários. As tomadas de telecomunicações mais utilizadas são as RJ-45 para conexão de cabos UTPs, mas, também já existem tomadas para a conexão de fibras ópticas (SILVA COSTA, 2019).

As tomadas de telecomunicações devem ser instaladas em toda área utilizável do piso, sendo recomendável que seja disponibilizado uma alta densidade de tomadas de telecomunicações, pois melhora a capacidade do cabeamento de suportar mudanças. Além disso, cada tomada deve fornecer identificação fixa que seja visível aos usuários (NBR14565, 2013).

A norma NBR14565 recomenda que as tomadas de telecomunicações sejam instaladas em um local protegido de umidade e poeira, que seja acessível ao usuário e de fácil manuseio (SILVA COSTA, 2019). A Fig. 4 mostra a representação de uma tomada de telecomunicação que é vastamente utilizada em prédios comerciais e residenciais.

Figura 4: Tomada de telecomunicação RJ-45.



Fonte: Silva costa (2019)

Outro componente que pode ser utilizado é a tomada de telecomunicação multiusuário (MUTO). A MUTO é basicamente um conjunto de tomadas que pode ser usada para atender a mais de uma área de trabalho. Para a utilização desse

componente a norma NBR 14565 estabelece algumas regras a serem respeitadas: instalação em área aberta de fácil acesso, atender a no máximo 12 áreas de trabalho, instalação a uma distância de no mínimo 15 m do distribuidor de piso. Vale ressaltar que o limite máximo do comprimento do cordão na área de trabalho é de 20 m para cabos UTP quando se usa MUTO (SILVA COSTA, 2019).

3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Dado a necessidade dos alunos em ter acesso a computadores com acesso à internet durante as aulas ou fazer uso dele fora de horário de aula, a instituição sente a necessidade de melhorias na estrutura dos laboratórios de informática, portanto serão feitas adequações na instalação elétrica e estrutura de rede. A Fig. 5 apresenta o prédio 24, que será utilizado como base desse trabalho.

Figura 5: Prédio 24 da instituição SATC.



Fonte: Autor (2023)

Segundo levantamento da estrutura elétrica atual do prédio 24, são 14 salas distribuídas entre o 2º e o 3º pavimento. Entre elas encontra-se um laboratório de biologia e um laboratório de informática, as salas maiores têm 90,25 m² com 10

pontos de tomadas e as salas menores têm 72,75 m² e 66,53 m² com 8 pontos de tomadas por sala.

Através das informações levantadas dos circuitos de redes do prédio 24 viu-se que atualmente a fibra óptica vinda do CPD chega às instalações do prédio em uma pequena sala, situada no pavimento térreo, alocados em dois *racks* aéreos. A fibra entra pelo DIO, e o sinal é convertido de ótico para elétrico no *switch* que tem como finalidade de fazer o gerenciamento de rede do prédio. Partindo desse ponto, saem cabos de redes para as salas onde hoje há estrutura de rede, conforme mostra na Fig. 6 abaixo.

Figura 6: Rack aéreo onde chega à fibra óptica no prédio 24.



Fonte: Autor (2023).

De acordo com os dados do número de pontos de tomadas, vimos que as salas maiores comportam 10 pontos de tomadas, enquanto nas salas menores comportam 8 pontos de tomadas atualmente. Na Tab. 1 abaixo podemos observar o formato atual das instalações do prédio 24.

Tabela 1: Número de pontos de tomadas atualmente no prédio 24.

Salas	Nº de pontos de tomadas elétricas	Tipo de sala atualmente	Estrutura de rede atualmente
1.24.13	8	Sala de aula	Não
1.24.16	10	Sala de aula	Não
1.24.17	8	Sala de aula	Não
1.24.18	8	Sala de aula	Não
1.24.19	8	Sala de aula	Não
1.24.20	10	Sala de aula	Não
1.24.23	8	Sala de aula	Não
1.24.28	10	Sala de aula	Não
1.24.29	8	Sala de aula	Não
1.24.30	8	Sala de aula	Não
1.24.31	8	Sala de aula	Não
1.24.32	10	Sala de aula	Não

Fonte: Autor (2023)

3.1 ADEQUAÇÕES DOS LOCAIS DE ESTUDO

A atual estrutura do prédio, contém 6 salas de 72,75 m² e 2 salas de 66,53 m², distribuídas entre o 2^o e 3^o pavimento, que se localizam entre as salas maiores. A Fig. 7 apresenta o formato atual das salas.

Figura 7: Sala de aula de 72,75 m² do prédio 24.



Fonte: Autor (2023)

A Fig. 8 apresenta o formato atual das salas com 90,25 m², onde contém 4 salas distribuídas entre o pavimento 2 e 3, localizadas nas extremidades do prédio.

Figura 8: Sala de aula com 90,25 m² do prédio 24.

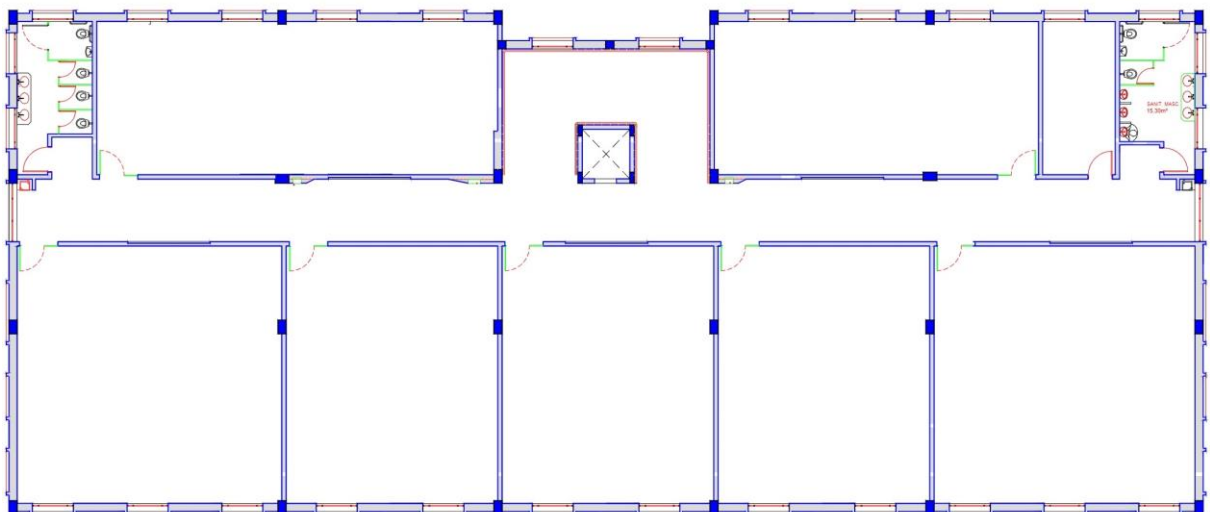


Fonte: Autor (2023)

O pavimento térreo não sofrerá alterações, já que é composto de salas de coordenação, recepções, um auditório para 170 pessoas e uma sala multimeios para 55 pessoas.

Os pavimentos 2 e 3 possuem layouts iguais, são doze salas de aula tradicionais que sofreram adequações elétricas e na estrutura de rede distribuídas entre os dois pavimentos. As duas das extremidades são maiores com área de 90,25 m² e capacidade para 35 alunos, totalizando 380 notebooks de acordo com a nossa distribuição. A Fig. 9 abaixo apresenta como está a distribuição das salas de aula na planta atualmente.

Figura 9: Planta do 2º e 3º pavimento do prédio 24.

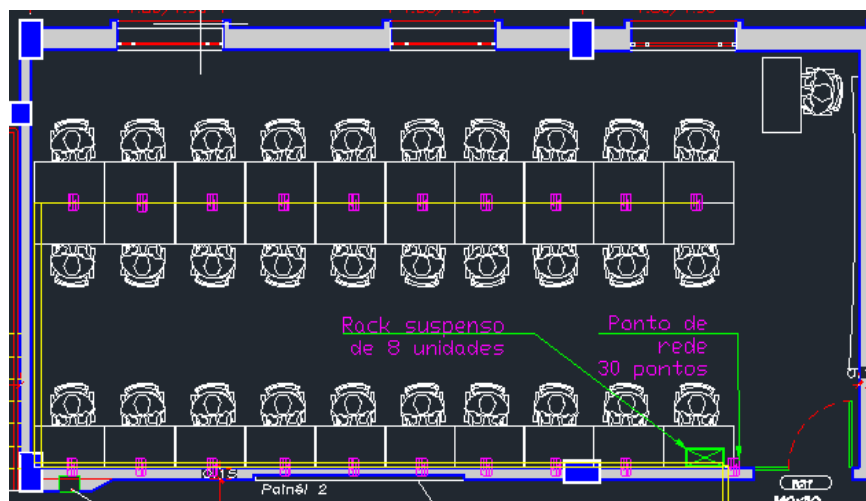


Fonte: Autor (2023)

Além das salas de aula, no 3º pavimento já existe um laboratório de informática, com capacidade para 56 alunos. Além de um laboratório de biologia que se localiza no 2º pavimento, a princípio mantendo sua estrutura como laboratório para uso do ensino médio.

A única diferença do 3º pavimento para o 2º está na sala onde no segundo é o laboratório de biologia, no 3º pavimento o espaço é um laboratório de informática. Mas, no formato atual os computadores são da SATC e na sala tem 30 computadores, onde os alunos fazem uso deles em dupla. Conforme mostra na Fig. 10 abaixo.

Figura 10: Sala 1.24.25 de informática no 3º pavimento do prédio 24.



Fonte: Autor (2023)

3.2 EQUIPAMENTOS A SEREM INSTALADOS

Em cada sala/laboratório será instalado um *Switch* Edge-Core Gigabit (Suporta 48 portas un.) Cisco, com suporte para até 48 equipamentos.

No térreo, local onde a fibra ótica chega do CPD, ficará instalado o Nobreak de 5 KVA e o *Switch* Hpe Office Connect 1950 24 portas 2xgt 24g 2 portas SFP Poe, que terá a função de gerenciar toda a rede deste prédio.

A ligação dos *Switches* das salas de aula com o *Switch* gerenciador que fica no térreo será feita via cabo de rede. Para essa ligação entre o CPD e o prédio 24 uma fibra de 2 FO seria o suficiente onde são constituídas de duas fibras mono modo G e contém alta resistência a tração e sustentação até 80 m, porém pensando

em uma futura expansão o projeto é feito usando uma fibra de 6 FO. Conforme mostra na Fig. 11 abaixo.

Figura 11: Caminho entre CPD até prédio 24.

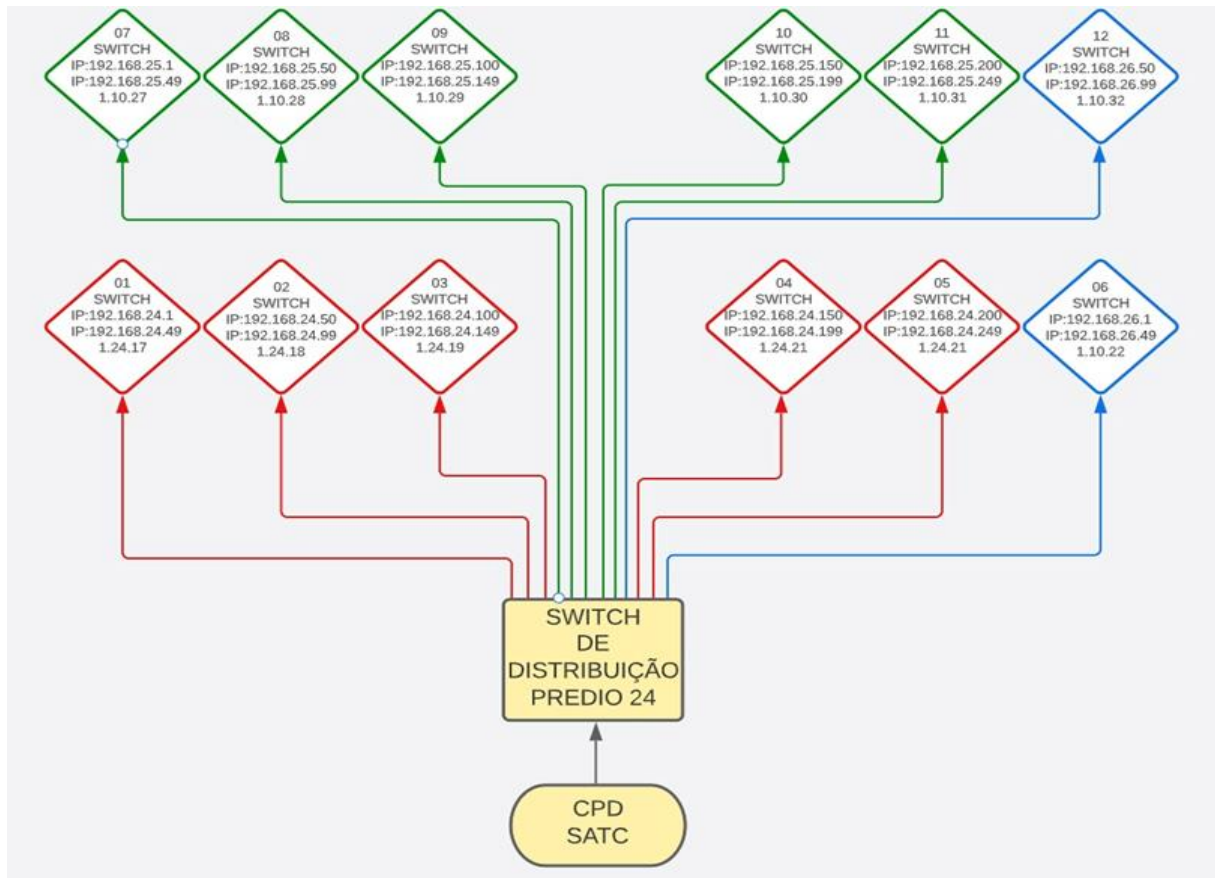


Fonte: Autor (2023)

3.3 PLANEJAMENTO DE ENDEREÇOS DE IP

Os IPs são gerados por um servidor DHCP seguindo a redes VLANs separados, a SATC já possui esses equipamentos logo não teria custo para implementar uma faixa de IP por sala, o fluxograma representa uma condição de como ficaria a distribuição de IPs por sala. Conforme mostra na Fig. 12 abaixo.

Figura12: Fluxograma IPs 2º e 3º prédio 24.



Fonte: Autor (2023)

3.4 DIMENSIONAMENTOS DO CONDUTOR ELÉTRICO

De acordo com a norma NBR 5410, as instalações elétricas podem ser divididas em quantos circuitos forem necessários, sendo que cada circuito quando for seccionado ou realimentado deve oferecer segurança ao mesmo. Nos circuitos destinados a um controle específico deve conter um circuito próprio para ele, onde a falha de outros circuitos não deve afetá-los (ABNT NBR 5410, 2004). Calcularemos corrente no condutor para poder escolher a sessão de condutor que melhor irá atender nosso projeto. Como mostra a fórmula abaixo.

A fim de calcular a corrente que passará pelo condutor, utiliza-se a Eq. (1):

$$I = \frac{P}{V} \quad (1)$$

Onde:

I = corrente (A).

P = potência (W).

V = tensão (V).

A fim de calcular o fator de correção de temperatura, conforme a norma NBR 5410, utilizou-se a tabela de número 40 e a temperatura de 35°C. Conforme mostra a Tab. 2 abaixo.

Tabela 2: Fator de correção de temperatura.

Temperatura °C	Isolação PVC	Isolação EPR ou XLPE
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91

Fonte: Adaptado NBR 5410 (2004)

Utiliza-se a Eq. (2):

$$I_c = I * F_{ct} \quad (2)$$

Onde:

I_c = corrente corrigida (A).

I = corrente do condutor (A).

F_{ct} = Fator de correção de temperatura.

Conforme o cálculo feito acima obtivemos a corrente corrigida no condutor e com isso usaremos a tabela de número 33 da NBR 5410 para obter a seção do condutor e conforme corrente obtida no cálculo utilizaremos o condutor de PVC de seção 2,5 mm para o projeto elétrico. Conforme mostra a Tab. 3 abaixo.

Tabela 3: Capacidades de condução de corrente

Seções nominais mm ²	Método de referência Da tabela 33
	(B1)
	Nº condutores carregados
	2 (A)
0,5	9
0,75	11
1	14
1,5	17,5
2,5	24
4	32
6	41
10	57
16	76
25	101

Fonte: Adaptado NBR 5410 (2004).

3.5 DIMENSIONAMENTO DE DISJUNTORES

Conforme a corrente obtida no cálculo de número 1 e 2 calculamos a corrente de sobrecarga no circuito para sabermos se o disjuntor escolhido vai atender nosso projeto e o disjuntor escolhido para a proteção dos circuitos das salas é de 16 A. Conforme mostra a Eq. 3 abaixo.

$$I_{circuito} \geq I_{disjuntor} \leq I_{condutor} \quad (3)$$

Onde:

$I_{circuito}$ = corrente do circuito (A).

$I_{disjuntor}$ = corrente do disjuntor (A).

$I_{condutor}$ = corrente do condutor (A).

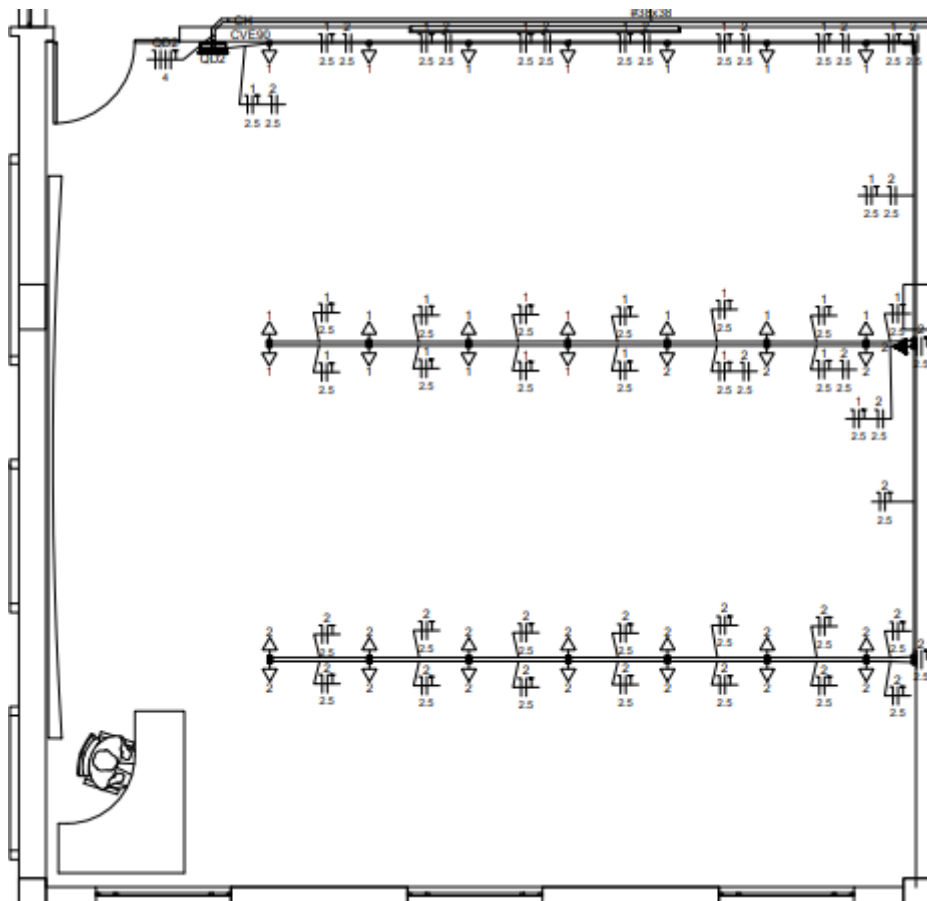
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos de acordo com as análises realizadas. As figuras e tabelas encontrados aqui, baseiam-se nas adequações elétrico realizado no software Qi builder para as salas no prédio 24.

4.1 ADEQUAÇÃO ELÉTRICO NO SOFTWARE QI BUILDER

A Fig.13 abaixo apresenta a adequação elétrica das salas de 90,25 m² que está distribuída no 2º pavimento e 3º pavimento.

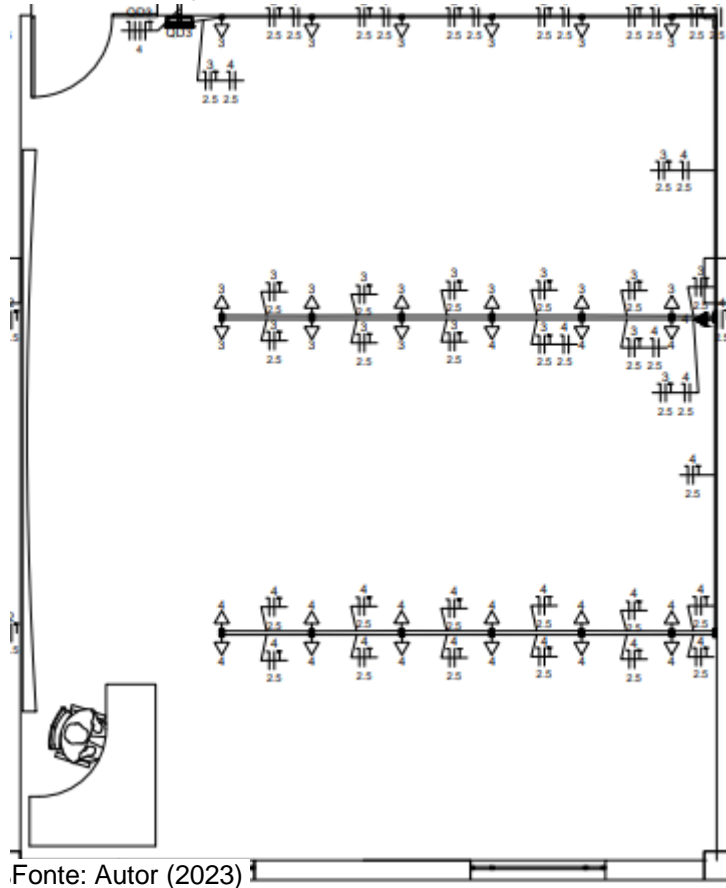
Figura 13: Adequação da sala de 90,25 m² do prédio 24.



Fonte: Autor (2023)

A Fig.14 abaixo apresenta as adequações elétricas das salas de 72,75 m² e 66,53 m² que estão distribuídas no 2º pavimento e 3º pavimento.

Figura 14: Adequações elétricas das salas 72,75 m² e 66,53 m² do prédio 24.



A Tab. 4 abaixo apresenta lista de materiais elétricos gerados pelo software Qi builder juntamente com o valor total dos materiais obtidos com média de valores de mercado.

Tabela 4: Tabela de materiais elétricos.

Descrição	Item	Qtd	Valor Uni. (R\$)
Curva horizontal 90°	38x38mm	2,0 und	7,91
Curva vertical externa 90°	38x38mm	12,0 und	12,04
Curva vertical interna 90°	38x38mm	2,0 und	12,04
Arruela zamak	1.1/4"	2,0 und	1,32
Arruela zamak	3/4"	1,0 und	0,54
Bucha zamak	1.1/4"	2,0 und	1,59
Bucha zamak	3/4"	1,0 und	0,92
Condutele PVC 5 entradas	3/4"	44,0 und	4,22
Condutele PVC 5 entradas	Cond. PVC 5 ent.	392,0 und	4,22
Curva 180° PVC rosca	1.1/4"	1,0 und	6,09
Curva 90° PVC longa rosca	1.1/4"	1,0 und	3,90
Luva PVC encaixe	3/4"	20,0 und	1,15
Luva PVC rosca	1.1/4"	3,0 und	1,35
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	10 mm ² - Azul	2,8 m	6,72
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	10 mm ² - Branco	2,8 m	6,72
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	10 mm ² - Preto	2,8 m	6,72
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	10 mm ² - Verde	2,8 m	6,72
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	10 mm ² - Verm	2,8 m	6,72
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	16 mm ² - Verde	22,9 m	10,00
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	2.5 mm ² - Azul	640 m	1,46
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	2.5 mm ² - Branco	344,5 m	1,46
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	2.5 mm ² - Preto	295,5 m	1,46
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	2.5 mm ² - Verde	474,9 m	1,46
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	25 mm ² - Azul	27,2 m	15,30
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	25 mm ² - Branco	27,2 m	15,30
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	25 mm ² - Preto	27,2 m	15,30
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	25 mm ² - Verm	27,2 m	15,30
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	4 mm ² - Azul claro	241,7 m	2,42
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	4 mm ² - Branco	241,7 m	2,42
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	4 mm ² - Preto	241,7 m	2,42
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	4 mm ² - Verde	241,7 m	2,42
Isol.PVC - 450/750V (flexível)	4 mm ² - Verm	241,7 m	2,42
Tampa PVC p/ condutele	Tampa cega	44,0 und	1,84

Tampa PVC p/ condutele	Tom hex. 2P+T 10A	392,0 und	1,84
Disjuntor Tri. Term. -DIN (C)	25 A - 3 kA	24,0 und	5,97
Disjuntor Tri. Term. -DIN (C)	40 A - 3 kA	2,0 und	36,16
Disjuntor Tri. Term. -DIN (C)	70 A - 3 kA	4,0 und	43,65
Disjuntor Tri. Term. -DIN (C)	16 A - 3 kA	24,0 und	4,25
Interruptor tetra. DR (In 30mA)	25 A	12,0 und	88,44
Braçadeira PVC encaixe	3/4"	672,0 und	0,67
Curva 90°	3/4"	28,0 und	2,31
Eletroduto, vara 3,0m	3/4"	474,9 m	8,23
Eletroduto pesado	2"	30,0 m	3,89
Eletroduto, vara 3,0m	1.1/4"	1,0 m	8,23
Eletroduto, vara 3,0m	3/4"	1,0 m	8,23
Perfilados lisos galv. a fogo	38x38mm	110,6 m	129,69
Perfilados lisos tala perfurada	38mm	6,0 und	4,32
Quadro distrib. Barr. bif.	Cap. 12 disj - 100 A	1,0 und	126,74
Quadro distrib. Barr. Bif.	Cap. 24 disj - 100 A	2,0 und	380,46
Quadro distrib. Barr. bif.	Cap. 12 disj - 100 A	10,0 und	126,74
Quadro distrib. Barr. bif.	Cap. 12 disj - 63 A	2,0 und	126,74
Total			R\$ 23.115,87

Fonte: Autor (2023)

A Tab. 5 abaixo apresenta materiais de rede usados no projeto, juntamente com o valor total dos materiais obtidos com média de valores de mercado.

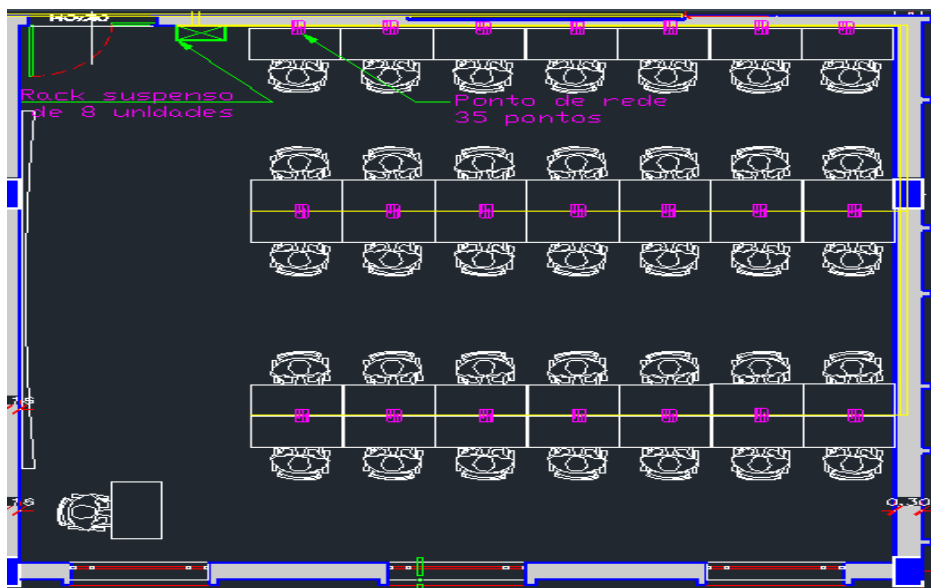
Tabela 5: Materiais de Rede.

Descrição	Qtd	Valor R\$
Tomada RJ-45	380,0 und	228,00
Fibra Óptica 6FO	291,0 m	1000,00
Switch 48 portas G. cisco	12,0 und	36.000,00
Patch panel 48 entradas	12,0 und	4.800,00
Guias de cabo	36,0 und	1.800,00
Rack 16U minirack	13,0 und	1.950,00
Nobreak 5KVA	1,0 und	10.000,00
Switch HPE 24 portas SFP	1,0 und	7.000,00
SFP 1,25 giga	2,0 und	500,00
Patchcore CAT5	380,0 und	2.660,00
Cabo de rede	1000,0 m	560,74
Total		74.048,74

Fonte: Autor (2023)

A Fig. 15 abaixo apresenta a distribuição dos notebooks nas salas de 90,25 m² que está localizada no prédio 24.

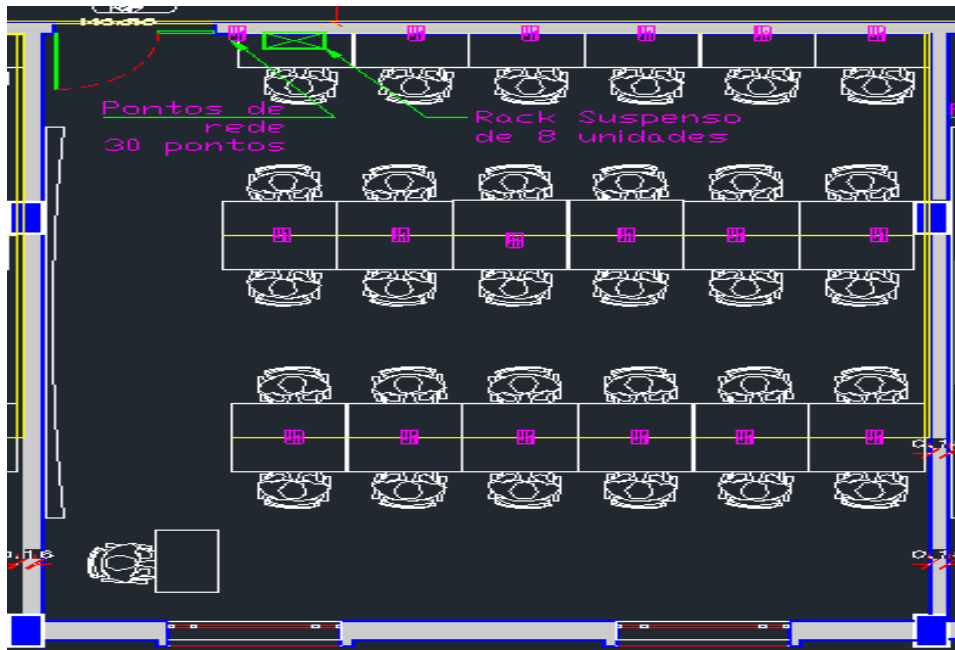
Figura 15: Distribuição dos notebooks nas salas de 90,25 m² do prédio 24.



Fonte: Autor (2023)

A Fig.16 abaixo apresenta a distribuição dos notebooks nas salas com 72,75 m² e 66,53 m² que estão localizadas no prédio 24.

Figura 16: Distribuição dos notebooks de 72,75 m² e 66,53 m² do prédio 24.



Fonte: Autor (2023)

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a análise de uma planta de um prédio de uma instituição de ensino superior, a fim de fazer adequações necessárias para transformar as salas de aulas em salas informatizadas, assim otimizando o local.

Visando atender as mudanças que vem ocorrendo nas metodologias de ensino mais modernas que necessita que o aluno esteja conectado, fazer o uso de aplicativos e softwares aplicados as disciplinas e usados no mercado de trabalho, portanto, foi analisado a planta do prédio 24, pois será o local de estudo.

Primeiramente, foi feito o estudo aprofundado da estrutura elétrica e de rede para ter uma visualização mais ampla de quais mudanças necessárias para atender as novas adequações. Logo, foram analisados os formatos de cada sala e quantos pontos de tomada e rede necessitaria nessas salas, baseando-se nisso foi utilizado o software *Qi builder* para o fazer a adequação elétrica e gerar as planilhas

de materiais elétricos e com levantamento de notebooks que cada sala receberia foi feito a lista de materiais de rede.

De acordo com a lista de materiais elétricos e de rede obtidos no estudo, foi feito um levantamento médio do valor que esse projeto custaria para a instituição de ensino e com isso chegou-se à conclusão que custaria R\$ 97.164,61 para atender essas novas adequações.

Portanto, todas as expectativas que se tinha no início do estudo foram alcançadas com ótimos resultados no projeto e por isso seria de grande valia a implementação desse estudo para projetos futuros, porque iria otimizar os estudos dos alunos, visto que capacitaria os alunos para o mercado de trabalho.

Sugestões para trabalhos futuros: estudo de ampliação desse projeto para outros prédios e estudo de cotação de notebooks para futuros projetos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14565**: cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data centers. Rio de Janeiro, 2013.

BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16415**: Caminhos e espaços para cabeamento estruturado. Rio de Janeiro, 2015.

LIMA FILHO, DOMINGOS LEITE. **Projetos de Instalações Elétricas Prediais**. São Paulo: Érica, 2011.

NORMA BRASILEIRA. **NBR 5410**: Instalações elétricas em baixa tensão. Rio de Janeiro.2004.

NISKIER, JULIO.; MACINTYRE, ARCHIBALD JOSEPH. **Instalações Elétricas**. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

SILVA COSTA, Alexandre. **Projeto de cabeamento estruturado na infraestrutura de rede da escola de engenharia**. Goiânia.2019.

SILVA, SÉRGIO LUIZ CARDOSO DA. **Instalações Elétricas Prediais**. 2019.



Notas de aula - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO. **ISO/IEC 11801:**

Cabeamento estruturado. 2017.