



PROJETO PEPPEI

Unidade Curriculares: Projeto Elétrico Predial e Projeto Elétrico Industrial

Professores: Dorival Rosa Brito, Erisson Freire Abreu e Murilo Mauro Reis

PROJETO DE: INSTALAÇÕES ELÉTRICA PREDIAL E INDUSTRIAL

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo o projeto completo de uma instalação predial/ industrial, passando pelas etapas de luminotécnica, dimensionamento do número de tomadas, pontos de alimentação para máquinas, condutores elétricos, eletrodutos e eletrocalhas, disjuntores, quadros de distribuição e subestação.

Durante as etapas de realização deste trabalho pretende-se que o aluno tenha a oportunidade de desenvolvimento e aprimoramento das técnicas de projeto, entendendo e atuando em cada etapa do seu projeto, proporcionando o entendimento de cada uma delas, habilitando o aluno a projetar, assim como à leitura e interpretação de projetos de instalações elétricas Prediais e industriais.

Em cada uma das etapas da realização do projeto o aluno poderá desenvolver sua criticidade em relação às normatizações vigentes e desenvolvendo suas habilidades, atitudes e competências, habilitando-o a atuar profissionalmente como Assistente Técnico de Baixa Tensão.

METODOLOGIA DE ENTREGA E AVALIAÇÃO

O trabalho será desenvolvido ao longo do 3º trimestre, acompanhando ao andamento das disciplinas.

Cada etapa realizada do trabalho terá um visto dos professores, para que o aluno receba uma realimentação a respeito das atividades realizadas, destacando o que está corretamente projetado e indicando o que necessita melhorar.

Até o dia 6 de dezembro, 2ª feira, o projeto completo, plotado em formato A2, será entregue e a nota terá um valor máximo de 20 pontos.



PROJETO PEPPEI

Cada uma das etapas parciais deve ser composta como segue:

1ª Etapa:

Planta de situação e localização.

Planta baixa em papel com margem, selo e legenda

Luminotécnica:

- Projeto e dimensionamento da quantidade de luminárias necessárias para iluminar cada ambiente do projeto.
- Projeto elétrico: para atender a Iluminação e tomadas de cada ambiente.

2ª Etapa:

Projeto de alimentação de máquinas.

Projeto dos quadros de Distribuição

Memorial de Cálculo

Memorial Descritivo de projeto.

3ª Etapa: Entrega do projeto até o dia 6 de dezembro de 2021.



PROJETO PEPPEI

ORIENTAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DO PROJETO

A base de um projeto de instalação elétrica consiste em:

- Previsão e dimensionamento das cargas elétricas (Máquinas, tomadas Tug's, tomadas Tue's e iluminação) no local desejado;
- Dimensionar e especificar os quadros de distribuição, as caixas de passagem, os dutos e condutores da instalação, bem como o local dos quadros e caixas de passagem e o percurso dos condutores e condutos na planta elétrica;
- Dimensionar e especificar os dispositivos de proteção (fusível, térmicos, disjuntores termomagnéticos, dispositivos de proteção diferenciais (DR's), dispositivos de proteção de surto (DPS), dispositivos de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)) e demais dispositivos.

O projeto corresponde a descrição da instalação e deve conter no mínimo:

- Plantas com os esquemas (diagramas unifilares e/ou multifilares);
- Memorial descritivo da obra - descreve o projeto de forma sucinta, incluindo dados e documentação do projeto;
- Memorial de cálculo da obra – descreve os cálculos e dimensionamentos dos componentes da instalação;
- ART (Anotação de Responsabilidade Técnica).

Memorial descritivo da obra descreve:

- A localização da obra (rua, avenida, bairro, etc);
- Descrição geral da obra. As características da obra (Industria de ..., comercio de ... , etc), se a instalação é nova ou é uma alteração da instalação já existente, generalidades da obra e projeto, a aplicação;
- Objetivo da obra: Onde pretende-se executar? Oque executar? Como executar?
- Padrão de Instalação: A especificações de ambientes e materiais;
 - Tipo de instalação: sobreposta ou embutida.
 - Padrão de acabamentos
 - Tipo de Iluminação
 - Distribuição de tomadas
 - Quadros de Distribuição
 - Condutores elétricos
 - Dutos elétricos
 - Demais especificações importantes de projeto...
- Normas técnicas que deve ser obedecidas;
- A necessidade da demanda da energia, a distribuição das cargas através de tabela com a definição do circuito e sua potência;
- A localização do Ponto de Entrega de Energia, dos Medidores, Seccionadora, Disjuntor Primário (disjuntor de Alta Tensão), Transformador e QDG, bem como o aterramento da Subestação;
- As instalações específicas, quando estas existirem;
- As condições gerais do projeto;



PROJETO PEPPEI

Além destas informações, o memorial descritivo de obra pode trazer o modo de execução de cada tarefa descrito passo a passo, as ferramentas e equipamentos necessários para a execução, aproximando cada vez mais a forma de executar com o projetado, contribuindo com a qualidade final obtida na obra.

Memorial de cálculo descreve:

- cálculo do dimensionamento e a especificação dos condutores elétricos;
- dimensionamento e especificação dos dispositivos de proteção;
- dimensionamento dos dutos elétricos respeitando a taxa de ocupação máxima;
- A análise de curto-circuito da instalação;
- Lista de materiais indicando as especificações e quantidades necessárias.

Normas técnicas recomendáveis para a elaboração de um Projeto:

- ABNT NBR 5410 – Instalação em Baixa Tensão;
- ABNT NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;
- ABNT NBR 5444 - Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais;
- ABNT NBR ISO 8995-1 – Luminotécnica e Iluminância de interiores;
- Normas da concessionária elétrica local (Código PT.DT.PDN.03.14.020-PADRÃO TÉCNICO EDP fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição – unidade consumidora individual.
- Normas específicas necessárias.

Critérios para a elaboração de projetos:

- Acessibilidade (capacidade de acesso e movimentação dentro do local);
- Flexibilidade (para possíveis alterações de pequeno porte) e reserva de carga (para o acréscimo de cargas futuras – circuitos reserva);
- Confiabilidade (obedecer normas técnicas para seu funcionamento e segurança)

PRINCIPAIS ETAPAS DA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO:

- **Informações preliminares**
 - plantas de situação;
 - projeto arquitetônico;
 - projetos complementares;
 - Informações obtidas do proprietário do imóvel / empreendimento;
- **Previsão de cargas do sistema**
 - Levantamento da previsão de cargas (quantidade e potência nominal dos pontos de utilização – tomadas Tug's e Tue's, iluminação, máquinas, elevadores, ar-condicionado, etc);
 - Aumento da demanda de energia, considerando as ampliações na produção –circuitos reserva .



PROJETO PEPPEI

- **Desenho das Plantas:**
 - Planta de Localização;
 - Planta da iluminação dos ambientes – diagrama unifilar da iluminação ;
 - Planta das tomadas Tug's e Tue's e pontos para as máquinas – diagrama unifilar dos pontos de força;
 - Planta da localização dos Quadros de Distribuição de Iluminação (QDL's), dos Quadros de Distribuição de Força (QDF's) ou Centro de Controle de Motores (CCM's) e Quadro de Distribuição Geral (QDG) – Planta de Prumada;
 - Planta de detalhe dos Quadros de Energia (QDL's, QDF's, CCM's, QDG, etc), demonstrando a potência por fase, dispositivos de proteção (disjuntores monofásicos e trifásicos, fusíveis, térmicos, DR's, DPS's e demais circuitos), barramento de terra e neutro, bem como a especificação de cada dispositivo de proteção (corrente nominal- In, tensão máxima - V, corrente de curto-circuito-Icu, etc).
 - Planta da localização do Ponto de Entrega de Energia, dos Medidores, Seccionadora, Disjuntor Primário (disjuntor de Alta Tensão), Transformador e QDG – Planta da Subestação.
 - Planta de Detalhamento Técnico, onde demonstra as especificidades da forma de instalação projetada.

- **Dimensionamento da Instalação Elétrica:**
 - Dimensionamento dos condutores elétricos (fios, cabos e barramentos);
 - Dimensionamento dos dutos elétricos (eletrodutos, eletrocalhas, calhas, bandejas, etc);
 - Dimensionamento dos dispositivos de proteção (disjuntores, fusíveis, térmicos, etc);
 - Dimensionamento dos quadros de energia (QDF's, CCM's, QDL's, etc).

- **Nos quadros de distribuição de Energia:**
 - Distribuição das carga por fase;
 - Diagramas unifilar e ou multifilar dos circuitos;
 - Identificação dos circuitos;
 - Especificação dos dispositivos de proteção;
 - Especificação do barramento;

- **Cargas em Locais tipo Residenciais e Prediais:**
 - **Iluminação:**
 - Critérios para a determinação da quantidade mínima de pontos de luz:
 - Mínimo de 1 ponto de luz no teto para cada ambiente, comandado por interruptor. No banheiro as arandelas devem ter distância mínima de 60cm do boxe;
 - Critérios para a determinação da potência mínima de iluminação:
 - Para recintos com área $\leq 6m^2$, atribuir um mínimo de 100W;



PROJETO PEPPEI

- Para recintos com área $> 6\text{m}^2$, atribuir um mínimo de 100W para os primeiros 6m^2 , acrescidos de 60W para cada aumento de 4m^2 inteiros;

Tomadas:

- Critérios para a determinação da quantidade mínima de TUGs:
 - Ambiente com área $\leq 6\text{m}^2$ mínimo 1 tomada;
 - Ambiente com área $> 6\text{m}^2$ mínimo 1 tomada para cada 5m ou fração de perímetro, espaçadas uniformemente;
 - Cozinhas e copas 1 tomada para cada 3,5m ou fração de perímetro, independente da área; acima de bancadas com largura $> 30\text{cm}$ prever no mínimo 1 tomada;
 - Banheiros no mínimo 1 tomada próximo ao lavatório, a uma distância mínima de 60cm do boxe, independentemente da área;
 - Subsolos, varandas, garagens, sótãos no mínimo 1 tomada, independentemente da área.
- **Critérios para a determinação da potência mínima de TUGs:**
 - Banheiros, cozinhas, copas, áreas de serviço, lavanderias e assemelhados – atribuir 600VA por tomada, para as 3 primeiras tomadas e 100VA para cada uma das demais;
 - Demais recintos – atribuir 100VA por tomada
- **Critérios para a determinação da quantidade mínima de TUEs:**
 - A quantidade de TUEs é estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização, devendo ser instaladas a no máximo 1.5m do local previsto para o equipamento a ser alimentado
- **Critérios para a determinação da potência de TUEs:**
 - Atribuir para cada TUE a potência nominal do equipamento a ser alimentado
- **Cargas em Locais tipo Escritórios e Comércio:**
 - **Iluminação:**
 - Utiliza-se o Método dos Lumens, Método Ponto a Ponto ou Método de Cavidades Zonais.
 - **Tomadas :**
 - Área Inferior a 40m^2
 - Uma tomada (TUG) a cada 3m de perímetro ou fração;
 - Uma tomada (TUG) a cada 4m^2 de área ou fração.
 - OBS. Adota-se o maior resultado entre os resultados .
 - Área Superior a 40m^2
 - Dez tomadas (TUG) para os 40m^2 de área;
 - Uma tomadas (TUG) para cada 10m^2 ou fração adicional.
 - Para Tomadas de uso comercial e industrial, deve-se atribuir a potência de 200VA.



PROJETO PEPPEI

Cargas em Locais tipo Galpões e Área de grande porte:

- **Iluminação:**
 - Utiliza-se o Método dos Lumens, Método Ponto a Ponto ou Método de Cavidades Zonais.
- **Tomadas:**
 - Área Inferior a 400m^2 : 10 tomadas de uso geral (TUG) ;
 - Área Superior a 400m^2 : Uma tomada (TUG) a cada 8m de perímetro ou fração;
 - Para Tomadas de uso comercial e industrial, deve-se atribuir a potência de 200VA.
 - OBS. Recomenda-se a adoção de um número arbitrário (conforme a necessidade do cliente) de tomadas destinados ao uso de vitrines, demonstração de aparelhos e ligações de tomadas específicas;
 - Em ambientes Industriais deve-se observar as necessidades de tomadas de cada setor. As tomadas de Uso Específico (TUE'S) não se enquadram neste cálculo.



PROJETO PEPPEI

Tabelas:

Circuitos Reserva

Quant. de circuitos (N)	Circuitos reservas
Até 6 circuitos	2
7 a 12 circuitos	3
13 a 30 circuitos	4
N > Acima de 30	0,15*N

Fator de Utilização

Aparelhos	Fator de utilização
Fornos a resistência	1,00
Secadores, caldeiras, etc.	1,00
Fornos de indução	1,00
Motores de 3/4 a 2,5 cv	0,70
Motores de 3 a 15 cv	0,83
Motores de 20 a 40 cv	0,85
Acima de 40 cv	0,87
Soldadores	1,00
Retificadores	1,00

Fator de Simultaneidade

Aparelhos (cv)	Número de Aparelhos							
	2	4	5	8	10	15	20	50
Motores: 3/4 a 2,5	0,85	0,80	0,75	0,70	0,60	0,55	0,50	0,40
Motores: 3 a 15	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,65	0,55	0,45
Motores: 20 a 40 cv	0,80	0,80	0,80	0,75	0,65	0,60	0,60	0,50
Acima de 40 cv	0,90	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60
Retificadores	0,90	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70
Soldadores	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30
Fornos resistivos	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-
Fornos de indução	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-

Fator de demanda

Descrição	Fator de demanda (%)
Auditório, salões para exposição e semelhantes	100
Bancos, lojas e semelhantes	100
Barbearias, salões de beleza e semelhantes	100
Clubes e semelhantes	100
Escolas e semelhantes	100 para os primeiros 12 kW e 50 para o que exceder
Escritório (edifícios de)	100 para os primeiros 20 kW e 70 para o que exceder
Garagens comerciais e semelhantes	100
Hospitais e semelhantes	40 para os primeiros 50 kW e 20 para o que exceder
Hotéis e semelhantes	50 para os primeiros 20 kW – 40 para os seguintes 80 kW – 30 para o que exceder de 100 kW
Igrejas e semelhantes	100
Residências (apartamentos residenciais)	100 para os primeiros 10 kW – 35 para os seguintes 110 kW e 25 para o que exceder de 120 kW
Restaurantes e semelhantes	100



PROJETO PEPPEI

Formulário:

$$P_{1\phi}(W) = S \times \eta * Fp(W) \quad \text{onde: } S = V_F \times I_L$$

$$P_{2\phi}(W) = V_L \times I_L \times \eta \times Fp(W)$$

$$I_p = \frac{P_{1\phi}(W)}{V_F * \eta * Fp}$$

$$I_z = \frac{I_p}{FCA * FCT}$$

$$\Delta V_C = \frac{200 * \rho * \sum(L_C * I_p)}{S_C * V_F}$$

$$\Delta V_C = \frac{100 * \sqrt{3} * \rho * \sum(L_C * I_p)}{S_C * V_L}$$

$$S_C \geq \frac{200 * \rho * \sum(L_C * I_p)}{\Delta V_C * V_F}$$

$$S_C \geq \frac{100 * \sqrt{3} * \rho * \sum(L_C * I_p)}{\Delta V_C * V_L}$$

Demanda de motores

$$DTM = D1 + D2 + \dots + Dn$$

$$D1 = Nm1 * \frac{P1(CV) * 736}{\eta * Fp} * F_{u1} * F_{s1}$$

$$D2 = Nm2 * \frac{P2(CV) * 736}{\eta * Fp} * F_{u2} * F_{s2}$$

$$Dn = Nm n * \frac{Pn(CV) * 736}{\eta * Fp} * F_{un} * F_{sn}$$

Demanda de tomadas

$$DT = Dt_1 + Dt_2 + \dots + Dt_n$$

$$Dt_1 = Nt_1 * \left(\frac{Pt_1}{Fp} \right)$$

$$Dt_2 = Nt_2 * \left(\frac{Pt_2}{Fp} \right)$$

$$Dt_n = Nt_n * \left(\frac{Pt_n}{Fp} \right)$$

$$I_{FL} = \frac{N}{V_F} \times \left(\frac{Pl_1 + Pr}{Fp} \right) =$$

$$P_{3\phi}(W) = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \eta \times Fp(W) \quad S = \sqrt{3} \times V_L \times I_L$$

$$P_{3\phi}(W) = 3 * V_F \times I_L * \eta * Fp(W) \quad V_L = \sqrt{3} * V_F$$

$$I_{FT} = \frac{N}{V_F} \times \left(\frac{Pr}{Fp} \right) =$$

Demanda de iluminação

$$DL = Dl_1 + Dl_2 + \dots + Dl_n$$

$$Dl_1 = \sum Nl_1 * \left(\frac{Pl_1 + Pr_1}{Fp} \right)$$

$$Dl_2 = \sum Nl_2 * \left(\frac{Pl_2 + Pr_2}{Fp} \right)$$

$$Dln = \sum Nln * \left(\frac{Pln + Prn}{Fp} \right)$$

$$I_{QDFL} = \frac{P(W)}{\sqrt{3} \times V_L \times Fp} =$$

$$I_L = \frac{P(W)}{\sqrt{3} \times V_L \times \eta \times Fp} =$$

$$P_{Cabos} = V_F \cdot \frac{\Delta V}{100} \cdot I_p \cdot 3$$

(3 cabos carregados)

$$Custo = P_{cabos} \cdot h_{dia} \cdot D_{mes} \cdot R\$$$

Resistividade do cobre - $\rho = 1/56 \Omega/m$

$$1CV = 736W$$

$$I_{circ.reserva} = \frac{\sum I_{FASE}}{N^{\circ} \text{ de circuito na fase}}$$

$$|Z| = \sqrt{(R)^2 + (XL)^2}$$



PROJETO PEPPEI

BIBLIOGRAFIA

- **MAMEDE FILHO**, João. Instalações Elétricas Industriais. 8ª Edição, Editora LTC, Rio de Janeiro, 2010.
- **CREDER**, Hélio. Instalações Elétricas , 15ª Edição, Editora LTC, Rio de Janeiro, 2007.
- **COTRIM**, Ademaro. Instalações Elétricas, 5ª Edição. Editora Pearson Prentice-Hall, São Paulo, 2009.
- **LIMA FILHO**, Domingos Leite. Projeto de Instalações Elétricas Prediais, 11ª Edição , Editora Érica , São Paulo, 2007.
- **CAVALIN**, Geraldo; **CERVELIN**, Severino. Instalações Elétricas , 21ª Edição, Editora Érica , São Paulo, 2006.
- **NISKIER**, Julio. Manual de Instalações Elétricas, 1ª Edição, Editora LTC, Rio de Janeiro, 2005.
- **Normas Técnicas ABNT NBR 5410, NBR 5444, NBR 5413, NBR 5419.**
- **Normas EDP-ES**
- **Apostila WEG**, Módulo 01 - Comando e Proteção.
- **Catálogos e sites das empresas:PIRELLI, SIEMENS, WEG, SYLVANIA, PHILIPS, PRYSMIAN, ROMI, DEB'MAQ.**