

A EVOLUÇÃO DOS MÉTODOS DE PROJETAR INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

THE EVOLUTION OF DESIGN METHODS OF ELECTRICAL INSTALLATIONS

Danilo Ferreira de Souza,¹ Ermete Cauduro Bianchi,² Evandro Aparecido Soares Silva³

RESUMO

Na atualidade, a construção das edificações deve prever as cargas elétricas que ali estarão em operação. Nessa perspectiva, o projeto elétrico da edificação é elaborado como uma antecipação das atividades, com o objetivo de orientar a execução da obra com a máxima segurança e maior redução de custos possíveis. Com o passar do tempo, o arcabouço regulatório evoluiu, assim como as estratégias para a representação gráfica do projeto se alteraram, desde as mais primitivas pranchetas, passando pelos *softwares* de desenho técnico em ambiente CAD (desenho assistido por computador), e o futuro que se encontra presente na contemporaneidade, com os novos programas computacionais que, além de ajudarem na representação, auxiliam também nos cálculos e até na geração da lista de materiais necessários para a execução da instalação. Essas três formas de elaboração de projetos de instalações elétricas que este artigo tem o objetivo de discutir.

Palavra-chave: Prancheta; Projeto Assistido por Computador; CAD.

ABSTRACT

In the construction of today's buildings, must be provided for the electrical charges that operate in this building. In this perspective, the electrical design of the building is designed as an anticipation of the activities, in order to guide the implementation of the work with the maximum safety and greater reduction of possible costs. Over time, the regulatory framework has evolved, as well as strategies for the graphical representation of the project have changed over time, from the most primitive boards, through the technical drawing software CAD environment (computer aided design) and the future is present today with new computer programs and help in representation, also assists in the calculations and to the generation of the list of materials needed to perform the installation. Thus, this article aims to discuss these three forms of preparation of electrical installations projects.

Keyword: Clipboard; Computer Aided Design; CAD.

1 Professor Assistente, Especialista em Energia, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia – Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT); danilo@ufmt.br

2 Engenheiro, Especialista em Segurança do Trabalho, Estudante de Mestrado na Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia – Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT); ermeteb@gmail.com

3 Professor Adjunto, Doutor em Ciências, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia – Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT); evandro@ufmt.br

INTRODUÇÃO

No ano de 2011, a norma que regula-menta os projetos de instalações elétricas de baixa tensão, (NBR 5410/2008), completou 70 anos de existência, tendo como entidade primordial a Inspetoria Geral de Iluminação, fundada em 1914, que veio a publicar o Código de Instalações Elétricas em 1941, admitindo, assim, esse código como sendo a primeira tentativa de padronizar e normatizar a execução das instalações elétricas de baixa tensão. Com o passar dos anos e com a evolução tecnológica, essa norma sofreu sucessivas revisões: em 1960, 1980, 1990, 1997, e a mais recente, em 2004. Assim, a norma se encontra na sua sexta geração, com períodos cada vez mais curtos entre as revisões, fruto das constantes mudanças do setor.

Até a década de 80 do século passado, as formas de elaborar um projeto eram idênticas às praticadas na década de 40, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Sala de Desenho Técnico DT – 1920, Escola Técnica Paulista.



Fonte: Coleção Elétrica, n. 3 (2007).

Para a elaboração de qualquer projeto, na concepção de prancheta, é necessária a existência da prancheta, que serve de apoio para a folha, o banco para dar assento ao projetista, e a iluminação de plano do trabalho para auxiliar na visualização dos detalhes. Assim, quando observamos as salas da atualidade, nas universidades mais conservadoras, essa estrutura está mantida, como mostra a imagem de uma sala de elaboração de projetos, na Figura 2.

Figura 2 - Sala de Desenho Técnico DT – Universidade Presbiteriana Mackenzie.



Fonte: Portal Mackenzie – SP (2016).

Além dos elementos básicos para a elaboração do projeto, são necessários elementos secundários, como as lapiseiras com diversos diâmetros para reproduzir as penas, a borracha, a régua “T”, o escalímetro, as esquadras, o compasso, a escova para limpeza, o gabarito, o tubo para guardar o projeto, etc., ou seja, uma infinidade de elementos para o desenvolvimento da atividade-fim.

Para a elaboração do projeto em ambiente CAD (*Computer Aided Design – Desenho Assistido por Computador*), é necessária apenas uma estação de trabalho com o *software* CAD à disposição, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Laboratório de Informática – Universidade Federal de Mato Grosso.



Fonte: Portal UFMT (2016).

PRANCHETA *VERSUS* CAD

A representação gráfica através do computador apresenta grande diferença em relação à visualização do trabalho, quando comparada à prancheta de desenho. Na prancheta, a escala é fixa e a noção de distância é estática, o que acaba contribuindo para a visualização do projeto,

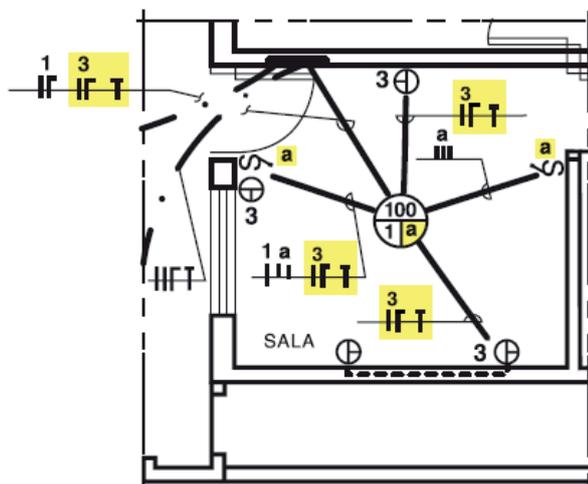
podendo atuar com mais precisão em relação ao traço.

Quando se utiliza o ambiente CAD, contrariamente ao desenho manual, a precisão é menor em relação à perspectiva visual, pois o projeto se dá em um ambiente virtual, visualizado por meio de um monitor de computador, em torno de 21 polegadas, o que obriga o projetista a utilizar o recurso de “zoom” na imagem vista na tela, aproximando o desenho para uma visualização mais detalhada. Já no caso da prancha, trabalha-se utilizando folhas de tamanho A1 ou A2, necessitando, para isso, de um espaço maior. Além da questão colocada, caso seja necessário realizar qualquer alteração no trabalho, o trabalho nas pranchetas é muito maior quando comparado ao realizado em ambiente CAD.

O PROJETO ELÉTRICO

O Projeto de Instalações Elétricas de um empreendimento é a especificação dos condutores, fios, eletrodutos e disjuntores para o atendimento das cargas elétricas acionadas no local em questão, ou seja, é uma antecipação planejada da instalação a ser executada. Nessa perspectiva, divide-se o projeto elétrico em duas partes: primeiramente, a representação gráfica da instalação e, posteriormente, os cálculos do dimensionamento dos condutores. A primeira etapa é o desenho das instalações com a alocação dos pontos elétricos, como mostrado na Figura 4. A segunda etapa é chamada “memorial de cálculo”, na qual contam as especificações.

Figura 4 – Projeto Elétrico de uma Sala Residencial.



Fonte: Apostila Prysmian (2012).

A elaboração do memorial de cálculo sofreu avanços tecnológicos, desde a utilização da régua de cálculo, nas décadas de 50 e 60, já com as calculadoras da década de 70 e 80, até meados da década de 90, quando foram muito utilizados os *softwares* de planilhas, como, por exemplo, o *Excel*, da Microsoft Corporation, na perspectiva de automatizar os cálculos através de planilhas eletrônicas, porém, sem a interação entre as planilhas e a representação gráfica.

O primeiro passo ao se iniciar o projeto de instalações elétricas é conhecer a finalidade da instalação, as cargas que serão ligadas na edificação, o tipo de estrutura a ser utilizada, para que seja definido o método de condução de cabos elétricos que será utilizado. Para a realização do projeto elétrico é necessária uma discussão entre as equipes de projeção da obra (elétrica, civil, sanitária, arquitetura, etc.), na perspectiva de minimização de erros. Para realizar o levantamento de toda a carga da edificação, é importante que seja observada a norma local vigente. Na Tabela 1, é mostrado um exemplo da norma da atual concessionária do estado de Mato Grosso. A Tabela apresentada a seguir mostra um exemplo de listagem de potências médias de aparelhos eletrodomésticos usuais em edificações.

Tabela 1 – Potências típicas de equipamentos de uma instalação elétrica residencial.

TIPO		POTÊNCIA (W)
Aquecedor de Água por acumulação	Até 80 L	1.500
	De 100 a 150 L	2.500
	De 200 a 400 L	4.000
Aquecedor de Água por Passagem		6.000
Aquecedor de Ambiente		1.000
Aspirador de Pó		700
Batedeira		100
Cafeteira	Uso Doméstico	600
	Uso Comercial (Máq. Café)	1.200
Chuveiro	127 V	4.200
	220 V	6.000
Equipamento de Som		50
Ebulidor		1.000
Enceradeira		300
Espregador de Frutas		200
Exaustor/Coifa		100
Ferro de Passar Automático		1.000
Freezer 1 ou 2 portas		250
Freezer 3 ou 4 portas		500
Fogão (por boca)		1.500
Forno (De Embutir)		4.500
Forno de microondas		1.200

Fonte: Tabela 1.1 – Rede CEMAT – NTE 013 (2014).

Após a realização do levantamento da carga, é necessário calcular o ramal de entrada da residência, ou seja, os condutores que levam a energia elétrica desde o quadro de medição (externo à edificação) até o quadro de distribuição (interno à edificação). De posse da norma local, é possível saber o padrão de tensão utilizado na localidade, para, assim, poder calcular a corrente elétrica solicitada pela edificação, com o objetivo de especificar os condutores elétricos utilizados na edificação, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Ramal de uma instalação elétrica residencial.

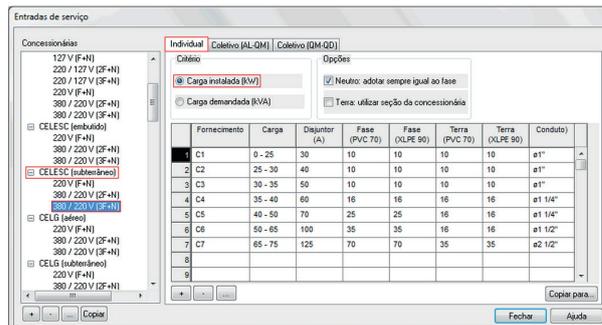
UNIDADE CONSUMIDORA	CATEGORIA	RAMAL DE ENTRADA - 220/127 V		CAIXA DE MEDIÇÃO	RAMAL DE ENTRADA		POTÊNCIA DISPONIBILIZADA (kVA)	POTÊNCIA DO MAIOR MOTOR MONOFÁSICO OU SOLDA A MOTOR (CV)		
		CARGA INSTALADA (kW)	DISJUNTOR (A)		COBRE XALPE (mm ²)	Eletroduto - diâmetro interno (mm)		ATERRAMENTO - COBRE - (mm ²)		
								FN	FN	TRF
MONOFÁSICA	M1	Até 5	Monopolar	FM	10(10)	20	5	6	1	-
	M2	De 5,1 até 7,5	Monopolar		18(16)	20	7	10	2	-
BIFÁSICA	B1	De 7,6 até 10	Bipolar	FP	10(10)	25	13	10	2	3
	B2	De 10,1 até 15	Bipolar		25(25)	32	15	16	2	5
TRIFÁSICA	T1	De 15,1 até 23	Triplar	FP-1	18(16)	32	23	16	2	3
	T2	De 23,1 até 27	Triplar		25(25)	40	27	16	2	5
	T3	De 27,1 até 38	Triplar		35(35)	40	38	16	3	7,5
	T4	De 38,1 até 47	Triplar		50(50)	50	48	25	5	7,5
	T5	De 47,1 até 60	Triplar		70(70)	50	57	35	7,5	10
	T6	De 60,1 até 75	Triplar		85(85)	65	67	50	7,5	10

Fonte: Tabela 9 – Rede CEMAT – NTE 013 (2014).

Quando se utiliza um *software* de instalações elétricas, a velocidade e a produtividade aumentam muito, pois os *softwares* já possuem, em uma biblioteca própria, o conjunto de normas locais, dispensando, assim, por parte do projetista, a posse de normas em mão para a elaboração do projeto.

Um exemplo clássico de *software* disponível no mercado é o Lumini, da AltoQi, que auxilia na elaboração do projeto elétrico, no dimensionamento dos ramais de entrada, de acordo com a norma de cada concessionária, o que exige que o *software* seja constantemente atualizado a cada nova versão disponibilizada pela concessionária. Na Figura 5, é mostrada uma tela do *software Lumini*, da AltoQi, exemplificando um ramal de uma instalação elétrica residencial.

Figura 5 – Ramal de uma instalação elétrica residencial utilizando o Lumini da AltoQi.



Fonte: AltoQi – Entrada de Serviço (2016).

Uma das grandes vantagens da utilização do *software* é a elaboração automática de lista de materiais e quantitativos que devem ser adquiridos para a execução do projeto. Assim, a agilidade alcançada se torna bastante significativa em relação ao trabalho com a prancheta, e ainda bastante vantajosa se comparada à utilização do CAD, apenas para desenho. Quando se trabalha na prancheta ou mesmo em Ambiente CAD, é necessário realizar o levantamento de materiais em cada trecho e em cada item localdo, conforme pode ser visto na Figura 6, onde é demonstrada uma lista de materiais.

Figura 6 – Lista de materiais elétricos utilizando o software Aditivo CAD.



Fonte: AltoQi (2016).

APREDIZADO VERSUS PRÁTICA

A fim de confrontar os três diferentes métodos de realização de projetos de instalações elétricas, foi realizado um questionário com engenheiros e estagiários que já tiveram a oportunidade de utilizar todos eles.

O método utilizando *software* de desenho técnico foi o mais votado para ser adotado no aprendizado do aluno, com a justificativa mais usual de que, ao utilizar um programa

de projeção de instalações elétricas, o aluno passaria a não aprender os conhecimentos básicos de projeção. E, ainda, que, a partir do momento em que o aluno conhece os conceitos, cálculos e desenvolvimento de como se realiza um projeto elétrico, terá mais facilidade para utilizar um *software* de projeto elétrico, possibilitando achar erros no projeto criado pelo programa. A seguir, no Gráfico 1, são mostrados os resultados da pesquisa realizada, com a preferência entre os métodos a serem utilizados no aprendizado.

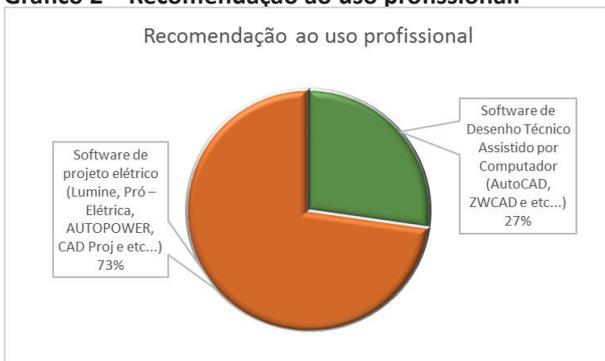
Gráfico 1 – Melhor método para o aprendizado.



Fonte: Questionário realizado pelos autores.

Já no uso profissional, por necessidade de agilidade e praticidade na realização de projetos elétricos, o *software* de projeto elétrico é visto como o mais adequado, ainda que, às vezes, possa ocorrer alguns erros, mas a sua rapidez na realização de projetos é um fator positivo determinante no competitivo mercado de trabalho. Esse tipo de programa já realiza praticamente todos os cálculos necessários e ainda gera a lista dos materiais necessários para a realização da construção. No Gráfico 2 são mostrados os métodos recomendados ao uso profissional, fortalecendo a preferência pelo *software* de projeto elétrico.

Gráfico 2 – Recomendação ao uso profissional.



Fonte: Questionário realizado pelos autores.

Este questionário foi realizado a fim de solidificar as informações aqui apresentadas, mostrando de forma explícita a preferência na utilização de *softwares* de desenho e de projeto, que são mais práticos e ágeis, e surgiram graças aos avanços da tecnologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A confecção de um projeto elétrico tem mudado significativamente desde o tempo das pranchetas e régua de cálculo, passando pelos computadores e os *softwares* que já realizam o dimensionamento auxiliando na elaboração do projeto. Na perspectiva do ensino de projeto de instalações elétricas, a prancheta é dispensável, por não agregar conhecimentos adicionais quando comparada à nova concepção de elaboração de projeto via *softwares* de desenho assistido por computador (CAD). Assim, realizar projetos elétricos em ambientes virtuais tornou-se um atrativo maior para os estudantes, por ser um facilitador do processo de criação, considerando a flexibilidade na operação, facilidade na correção dos erros, além de permitir o envio para qualquer lugar, via internet, de maneira mais simples e rápida.

A utilização do *software* de projeto elétrico se mostra interessante para o ensino apenas como complementação e adequação ao mercado de trabalho, treinando o aluno para ser força de trabalho, pois a sua utilização desde o início prejudicaria o processo de ensino/aprendizagem uma vez o estudante deixa de conhecer as etapas e não tem domínio cronológico da elaboração do projeto. Pode-se comprovar o que é informado através da opinião de profissionais que já tiveram a oportunidade de utilizar os métodos abordados (prancheta, *software* de desenho técnico assistido por computador e *software* de projeto elétrico), comprovando a eficiência do *software* de projeto elétrico em relação aos demais, lembrando porém que, no aprendizado, esse método não deve ser o foco, devendo ser adotado apenas como um adicional, pois, sem o conhecimento requerido de projeção, pode-se gerar um *deficit* de conhecimento quando for necessário realizar um projeto.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR-5410. **Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ANICETO, L. A.; CRUZ, E. C. A. **Instalações elétricas**. São Paulo: Érica, 2011.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2007.

MOREIRA, Vinicius de Araújo. **Iluminação elétrica**. São Paulo Editora Edgard Blücher, 1999.

REDE/CEMAT: NTE-007. **Fornecimento de energia elétrica a edificações de uso coletivo**. 11. ed. jul. 2014. Disponível em: <www.cemat.com.br>. Acesso em 20 dez. 2018.

REDE/CEMAT: NTE-013. **Fornecimento de energia elétrica em baixa tensão**. 9. ed. nov. 2014. Disponível em: <www.cemat.com.br>. Acesso em 20 dez. 2018.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2010.

LIMA FILHO, Domingos. **Projeto de instalações elétricas prediais**. 12. ed. São Paulo: Érica, 2012.

NISKIER, Júlio. **Instalações elétricas**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2013.

O SETOR ELÉTRICO. Ano 6, n. 62. mar. 2011.

ROHLEDER, Edison; SPECK, Henderson José. **Tutoriais de modelagem 3D: utilizando o SolidWorks**. São Paulo: Visual Books, 2006. ISBN: 857502177x.

FIALHO, Arivelto Bustamante. **SolidWorks Office Premium 2008**. Teoria e prática no desenvolvimento de produtos industriais – Plataforma para Projetos CAD/CAE/CAM. São Paulo: Érica, 2008. ISBN: 978-85-3650-1932.

COLEÇÃO ELÉTRICA. São Paulo, v. 3, p. 32, 2007.

DADOS DOS AUTORES



Danilo Ferreira de Souza – Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), especialista em energia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), é mestrando em Energia pela Universidade de São Paulo (USP). É professor assistente na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Ministra as disciplinas de Instalações Elétricas Prediais e Laboratório de Máquinas Elétricas.



Evandro Aparecido Soares da Silva – Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), mestre e doutor em Ciências pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), é vice-reitor da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Atualmente, ministra a disciplina de Eletrônica Geral para a Engenharia Elétrica.



Ermete Cauduro Bianchi – Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), é estudante de mestrado na Universidade Federal de Mato Grosso.