



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:
O USO DE FERRAMENTA CAD NO ENSINO DE INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS

Aluno: Fábio Marcelo Soares Pereira

Orientador: Edson Guedes da Costa, D. Sc

Campina Grande – Paraíba

Junho de 2009

FÁBIO MARCELO SOARES PEREIRA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: O USO DE FERRAMENTA CAD
NO ENSINO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

**Trabalho de Conclusão de curso
apresentado ao curso de
Engenharia Elétrica como
cumprimento às exigências para
a conclusão da disciplina
“Projeto em Engenharia Elétrica”**

Orientador: Edson Guedes da Costa D. Sc.

Campina Grande – Paraíba

Junho de 2009

Aos meus pais, que com carinho e amor me deram a educação e os conceitos básicos de um cidadão. A minha noiva Mariza que com muito amor me ajudou nesta trajetória. A meu primo George que sempre com bons conselhos me ajudou a ser um estudante melhor. E finalmente aos meus amigos Allan, Bybyanna e Einstein, que sempre juntos, lutamos para chegarmos até aqui.

“A força do número só anima o medroso. Aquele que é corajoso em espírito considera uma glória poder combater sozinho.”

(Mahatma Gandhi)

Sumário :

1. Introdução	9
2. Revisão bibliográfica	10
2.1. Projetos de instalações elétricas prediais	10
2.1.1. Inserção de pontos elétricos	11
2.1.2. Cálculo da demanda e definição do tipo de fornecimento	12
2.1.3. Inserção do(s) quadro(s) de distribuição	14
2.1.4. Formação e dimensionamento dos circuitos	15
a) Formação dos circuitos	15
b) Dimensionamento dos circuitos	16
i) Seção mínima	16
ii) Capacidade de condução de corrente	16
iii) Queda de tensão	17
iv) Sobrecarga, curto-circuito e contatos diretos e indiretos	19
2.1.5. Dimensionamento e inserção da tubulação	21
2.1.6. Memorial descritivo	22
3. Desenho auxiliado por computador	24
3.1. Autopower	24
3.2. Lumine	26
3.3. Pro-Elétrica	27
3.4. Cadproj S8	28

Sumário :

4. Guia de utilização de ferramenta CAD para a confecção de projeto de instalações elétricas	30
5. Conclusão	31
6. Referências bibliográficas	32
7. Anexo	33

Índice de figuras

2.1.	Quadro de distribuição de baixa tensão de instalações prediais	14
2.2.	Limites de queda de tensão em instalações de baixa tensão fixada pela NBR 5410	18
2.3.	Exemplo de eletroduto com 5 cabos	22
2.4.	Exemplo típico de quadro de cargas	23
2.5.	Exemplo de diagrama unifilar de um projeto elétrico	23
3.1.	Software Autopower™5.0	25
3.2.	Tela do software Lumine	26
3.3.	Concepção de um projeto no PRO-Elétrica	28
3.4.	Cadproj S8 em execução no Autocad	29

Índice de Tabelas

Tabela 2.1. Fatores de demanda usada para instalações residenciais	13
Tabela 2.2. Temperatura característica dos condutores	17
Tabela 2.3. Potências em watts x distância em metros para ramais em 220 V (para trifásicos multiplicar distâncias por 0,866)	19
Tabela 2.4. Valores típicos de DR e IDR	21

1. Introdução

O mercado mundial exige cada vez mais do engenheiro uma maior diversidade de conhecimentos, tais como, ferramentas de concepção de projetos, linguagens de programação, domínio de novas tecnologias, etc. As ferramentas, *Computer-aided Design* (CAD) ou desenho auxiliado por computador, estão entre os principais requisitos para inserção no mercado de trabalho para o profissional que deseja trabalhar na concepção de projetos de instalações elétricas.

Nesta área as ferramentas CAD promovem a aceleração da confecção de projetos, através de automatização de vários processos, tais como: cálculos de dimensionamento de circuitos e materiais, utilização de simbologia padronizada e lançamento de parte de circuitos.

O objetivo deste trabalho é elaborar um guia para realização de experimentos com a ferramenta CAD Cadproj S8™, servindo de motivação e auxílio do ensino da disciplina de Instalações Elétricas. Apresentando ao aluno de Engenharia Elétrica a importância do conhecimento e da habilidade de utilizá-la. Para tanto se fez necessário o aprofundamento dos conceitos, no que diz respeito à concepção de projetos de instalações prediais como também na utilização da ferramenta.

A crescente demanda do setor de construção civil por projetos elétricos arrojados e de elaboração rápida, bem como a familiarização do ambiente Autocad 2006, resultado da participação no curso de qualificação realizado no SENAI e o contato direto com a ferramenta Cadproj foram decisivos na motivação para a realização desta obra.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Projetos de instalações elétricas prediais

Na concepção de projetos de instalações elétricas prediais o engenheiro projetista necessita, além de consultar as normas técnicas, a NBR 5410 e NBR 5413 (ABNT 2004) Instalações Elétricas Prediais e Iluminamento de Interiores respectivamente, também se faz necessário o conhecimento de alguns dados preliminares:

- Plantas;
- Projetos arquitetônicos;
- Projetos complementares;
- Informações obtidas com o arquiteto e com o proprietário.

Segundo Silva (2006), no que tange à concepção de um projeto de instalações elétricas, deverão ser seguidas as seis etapas abaixo:

- i. Inserção de pontos elétricos;
- ii. Cálculo da demanda e definição do tipo de fornecimento;
- iii. Inserção do(s) quadro(s) de distribuição;
- iv. Formação e dimensionamento de circuitos;
- v. Dimensionamento e inserção da tubulação;
- vi. Memorial descritivo.

2.1.1 Inserção de pontos elétricos

O principal objetivo na inserção de pontos elétricos de um projeto é a determinação da sua localização e de sua funcionalidade. Os pontos elétricos são classificados como:

1. Tomadas ou de Força;
 - a. TUG - Tomada de Uso Geral;
 - b. TUE – Tomada de Uso Especifico;
2. Iluminação;
3. Comando;
4. Telefonia;
5. TV;
6. Rede;
7. Cabeamento Estruturado.

A distribuição dos pontos elétricos de força é determinada em função da necessidade de cada recinto, assim é traçado o perfil dos equipamentos que poderão ser utilizados. Nos pontos onde serão usados vários equipamentos deve-se adotar as TUG com potência relativa ao perfil de carga de cada recinto. Pontos onde apenas um equipamento será conectado e geralmente de alta potência, utiliza-se as TUE.

A NBR 5410 exige ao menos uma TUG para cada recinto. E para recintos maiores que 6 m² deve ser adicionado uma tomada para cada 5 m de fração de perímetro, espaçadas o mais uniforme possível. Nas cozinhas e nas copas deve-se definir uma tomada a cada 3,5 m de fração de perímetro, atribuindo 600 W para as três primeiras e 100 W para as demais. Nos banheiros a norma exige, no mínimo, a colocação de uma TUG junto ao lavatório obedecendo à distância mínima de 60 cm do boxe, com potência de 100 W. Nos subsolos, varandas garagens e sótãos, é necessária a existência de pelo menos uma TUG de potência de 1000 W.

A distribuição e o número de TUE são definidos pela quantidade de equipamentos. As TUE devem ser instaladas no máximo a 1,5 m do local do equipamento, nestes casos o dimensionamento dos condutores e da proteção é função da sua potência nominal.

No caso da iluminação, cada recinto precisa ter pelo menos um ponto de iluminação com no mínimo 100 W de potência, para recintos maiores que 6 m², atribui-se 100 W nos primeiros 6 m², adicionado 60 W a cada 4 m² inteiros. As arandelas dos banheiros devem estar a pelo menos 60 cm do boxe. Não existe regulamentação para a iluminação externa, deixado assim ao cargo do projetista. Pelo menos um ponto de comando deve está associado a cada ponto de iluminação.

Pontos de TV, telefone, de rede ou cabeamento estruturado deverão ser inseridos de acordo com a necessidade utilizando sempre a simbologia adequada.

2.1.2 Cálculo da demanda e definição do tipo de fornecimento

A carga total, também chamada de potência instalada, é definida pela soma numérica das potências nominais dos aparelhos conectados a instalação (CREDER, 2006). Mas o que efetivamente a instalação absorve é chamado de potência demandada ou demanda.

Para se efetuar o cálculo da demanda se faz necessário à utilização do fator de demanda, que é a relação entre a potência utilizada e instalada. A Tabela 2.1 apresenta os valores do fator de demanda para iluminação e tomadas.

Tabela 2.1. Fatores de demanda usada para instalações residenciais.

P1 (kW)	Fator de demanda (<i>fd</i>)
0 a 1	0,88
1 a 2	0,75
2 a 3	0,66
3 a 4	0,59
4 a 5	0,52
5 a 6	0,45
6 a 7	0,40
7 a 8	0,35
8 a 9	0,31
9 a 10	0,27
> 10	0,24

A maneira mais usual de calcular a demanda é definida pela multiplicação da soma numérica das potências dos pontos de iluminação e das TUGs pelo fator de demanda adicionada a soma numérica das potências das TUEs.

$$D = fd \cdot P1 + P2. \quad (1)$$

D = demanda;

fd = Fator de demanda;

$P1$ = Soma numérica das potências nominais dos pontos de iluminação e pontos de TUGs;

$P2$ = Soma numérica das potências dos pontos de TUEs.

Para a definição do tipo de fornecimento da instalação o projetista utilizará as normas da concessionária de energia elétrica da região onde se encontra a edificação.

2.1.3 Inserção do(s) quadro(s) de distribuição

A partir da entrada da instalação tem-se o quadro geral de baixa tensão - QGBT, onde estão inseridas a proteção primária, dimensionada a partir da demanda calculada, a medição e o barramento de alimentação para um ou mais quadros de distribuição - QDBT. As principais funções dos QDBT são a possibilidade da adoção da proteção secundária e a distribuição da instalação em circuitos terminais.

Quanto à alocação dos QDBT, eles deverão ser instalados perto do centro da carga, para deixar a instalação a mais equilibrada possível e facilitar a inserção da tubulação. Os elementos que configuram um quadro de distribuição são: disjuntor geral, barramento de interligação de fases, disjuntores de circuitos terminais, barramento de proteção, barramento de neutro e barramento de aterramento.



Figura 2.1. Quadro de distribuição de baixa tensão de instalações prediais.

2.1.4 Formação e dimensionamento dos circuitos

a) Formação dos circuitos

Depois de alocados os QDBT é necessário a divisão da instalação em circuitos que se dividem em circuitos alimentadores e terminais (FATEC 2004). Circuitos de alimentação são aqueles que derivam do QGBT e alimentam os quadros de distribuição e os circuitos terminais são os que alimentam todos os recintos da edificação a partir dos QDBT.

A formação dos circuitos, principalmente, os terminais devem ter os seguintes objetivos:

- Propiciar a facilidade de operação e manutenção;
- Reduzir as interferências geradas entre os pontos de utilização;
- Limitar as conseqüências de um curto-circuito;
- Diminuir a queda de tensão e corrente nominal;
- Reduzir custos.

Geralmente, dividem-se os circuitos por áreas, por exemplo, em uma casa é comum ocorrer a divisão da seguinte forma: *área social*, onde estão incluídas as salas, escritório e banheiro social; *área íntima*, onde se tem os quartos e suítes; *serviços*, incluindo copa e cozinha, área de serviço e dependência de empregada; e por fim a *área externa*, que compreende todos os recintos que estão na parte externa da residência.

Em unidades residenciais, hotéis, motéis e similares são permitidos pontos de iluminação e tomadas no mesmo circuito, exceto nas cozinhas, copas e áreas de serviço, que devem constituir circuitos independentes, já em instalações de outras naturezas circuitos de iluminação e de tomadas devem estar em circuitos separados (CREDER, 2007).

A definição dos pontos de TV, telefone, de rede de computadores ou cabeamento estruturado e campainha ou interfone também é necessária, devendo ser seguidas a regulamentação correspondente a cada caso. As especificações das empresas prestadoras de serviço de telefonia, de TV a cabo e internet devem ser consultadas.

b) *Dimensionamento dos circuitos*

Concluída a formação dos circuitos de alimentação e terminais o dimensionamento dos condutores, dimensionamento da proteção se torna o passo seguinte do projeto. Segundo a norma NBR 5410, para o dimensionamento dos circuitos existem seis critérios de seleção. Seção Mínima, Capacidade de Condução de Corrente e Queda de Tensão referente ao dimensionamento dos condutores. Sobrecarga, Curto-circuito e Contatos Indiretos referente à escolha e dimensionamento da proteção dos circuitos.

i) Seção Mínima

O método da seção mínima estabelece que para cada circuito de iluminação deve ter pelo menos condutores de 1,5 mm² e circuitos de força 2,5 mm² de bitola.

ii) Capacidade de Condução de Corrente

A capacidade de condução de corrente considera principalmente os efeitos térmicos no condutor provocados pela passagem de corrente elétrica em condições normais de operação. Mas também leva em consideração o arranjo da instalação em condições reais. Este critério é tratado na seção 6.2.5 da NBR 5410, onde existem tabelas para as várias situações de arranjos e alguns fatores de correção. Na Tabela 2.2 observam-se as temperaturas máximas suportadas por alguns tipos de condutores.

Tabela 2.2 Temperatura Característica dos Condutores *fonte: NBR 5410/2004*

Tipo de isolação	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor)(°C)	Temperatura limite de sobrecarga (condutor)(°C)	Temperatura limite de curto-circuito (condutor)(°C)
Cloreto de polivinila (PVC)	70	100	160
Borracha de etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Poliétileno reticulado (XLPE)	90	130	250

iii) Queda de tensão

Geralmente os aparelhos elétricos são pouco toleráveis a variações de tensão mesmo que pequenas. As quedas de tensão são função das perdas ativas influenciada pela distância entre a carga e o medidor. Estas são dadas em percentual de tensão nominal:

$$e\% = \frac{V_e - V_c}{V_e} \cdot 100 \quad (2)$$

Em que $e\%$ = *Queda de tensão percentual*; V_e = *Tensão de entrada*, V_c = *Tensão na carga*.

Os limites máximos de queda de tensão de uma instalação de ramal de baixa tensão são de 4% entre suas extremidades e de 7% entre o gerador ou transformador até a extremidade do ramal (carga). E também é fixado o limite de queda de tensão em 10% quando na partida de motores.

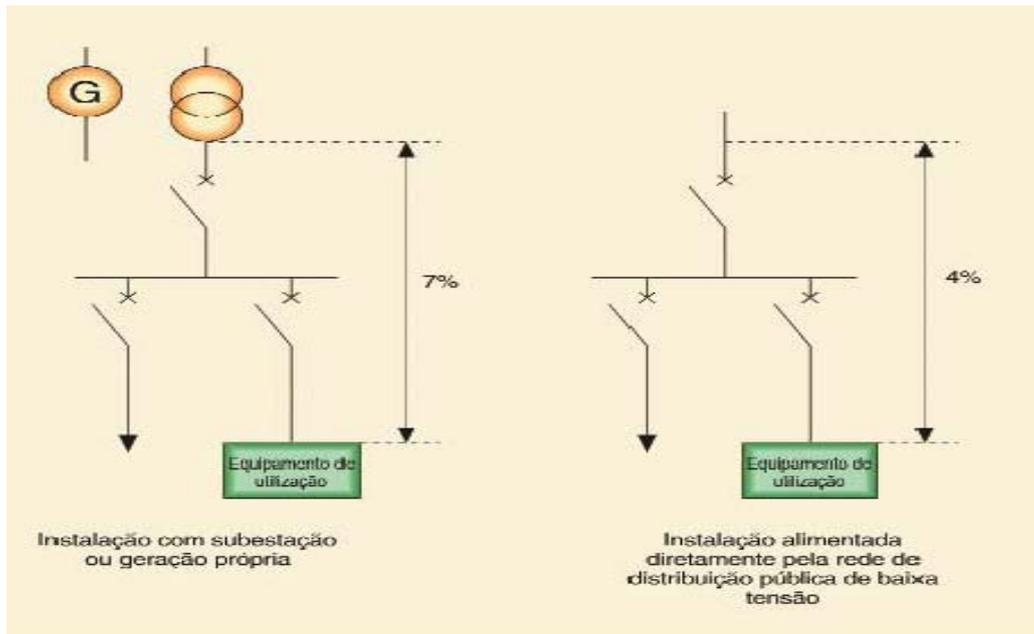


Figura 2.2. Limites de queda de tensão em instalações de baixa tensão fixada pela NBR 5410 (Revista Eletricidade Moderna, 2008)

A Tabela 2.3 apresenta as quedas de tensão percentuais para alimentadores e ramais em função das distâncias e potências medidas em watts, para circuitos monofásicos e bifásicos com fator de potências unitários. A tabela foi obtida da equação seguinte, (CREDER, 2006):

$$S = 2\rho \frac{1}{(e\%)V^2} \times (p_1l_1 + p_2l_2 + \dots). \quad (3)$$

Em que, S=seção do condutor em mm², p= potência consumida em watts, ρ=resistividade do cobre 1/58 Ω.mm²/m, l= comprimento em metros, V= tensão nominal (220 V).

Tabela 2.3. Potências em watts x Distância em metros para ramais em 220 V
(para trifásicos multiplicar distâncias por 0,866) fonte: CREDER 2006.

Condutor (mm ²)	Queda de Tensão			
	1%	2%	3%	4%
1,5	21054	42108	63162	84216
2,5	35090	70180	105270	140360
4	56144	112288	168432	224576
6	84216	168432	252648	336864
10	140360	280720	421080	561440
16	224576	449152	673728	898304
25	350900	701800	1052700	1403600
35	491260	982520	1473780	1965040
50	701800	1403600	2105400	2807200
70	982520	1965040	2947560	3930080
95	1333420	2666840	4000260	5333680
120	1684320	3368640	5052960	6737280
150	2105400	4210800	6316200	8421600
185	2596660	5193320	7789980	10360640
240	3368640	6737280	10105920	13474560
300	4210800	8421600	12632400	16843200
400	5614400	11228800	16843200	22457600
500	7018000	14036000	21054000	28072000

A maior seção de condutor entre as obtidas pelos métodos acima deverá ser escolhida.

iv) Sobrecarga, Curto-circuito e Contatos Diretos e Indiretos

Quando cargas acima do limite são conectadas em uma instalação para qual a mesma foi projetada, haverá a circulação de corrente maior que a nominal, caracterizando uma sobrecarga. Ela produzirá perdas e poderá gerar queda de tensão e aquecimento nos alimentadores. Uma sobrecarga de baixa intensidade de valores próximos à capacidade de condução de corrente do circuito pode levar bastante tempo para ser interrompida pelo circuito de proteção, enquanto isto os condutores estão sendo aquecidos.

O curto-circuito é uma sobrecorrente de alta intensidade, devido a um contato franco entre dois ou mais condutores e/ou com terra, devendo ser extinto rapidamente. Neste caso a proteção deverá atuar instantaneamente.

O contato direto é caracterizado pela exposição de pessoas ou animais com partes energizadas. O contato indireto é definido pela exposição de pessoas ou animais com uma massa que ficou sob tensão em condições de falta.

Os dispositivos de proteção têm como objetivo proteger e dar segurança a instalação elétrica; tais como fiação, tomadas, etc.; pessoa e animais domésticos. Os principais dispositivos de proteção são: disjuntor, seccionador (chave faca) com fusíveis, dispositivo diferencial residual (disjuntores diferenciais residuais DRs e interruptores diferenciais residuais IDRs), protetor contra falta de fase, etc.

Quanto ao dimensionamento dos dispositivos de proteção utiliza-se como principal parâmetro a corrente nominal do circuito o qual será protegido contra sobrecargas, curto-circuito e contatos indiretos utilizando o dispositivo de corrente igual ou maior mais próxima a nominal do circuito. É de fundamental importância verificar se a fiação suporta a capacidade de corrente nominal do disjuntor.

Devido à proteção aos contatos indiretos propiciada pelos DRs de IDRs recomenda-se o uso nas instalações, o primeiro propicia uma proteção total ao circuito (sobrecargas, curtos-circuitos e fuga de corrente) e o segundo apenas a fuga de correntes.

Tabela 2.4. Valores típicos de DR's e IDR's *Fonte: CEMIG 2008*

CORRENTE NOMINAL (A)	
DR	IDR
16	25
20	40
25	63
32	80
40	
50	
63	

2.1.5 Dimensionamento e inserção da tubulação

Os eletrodutos são estruturas que tem como principais funções a proteção mecânica dos condutores, a proteção dos condutores contra as intempéries e a proteção contra eventuais incêndios devido a curtos-circuitos e superaquecimento de condutores.

A respeito do dimensionamento dos eletrodutos a norma NBR 5410 estabelece que a taxa máxima em relação à seção transversal não deve ser superior a:

- 53% para um condutor ou cabo;
- 31% para dois condutores ou cabos;
- 40% para três ou mais condutores ou cabos.

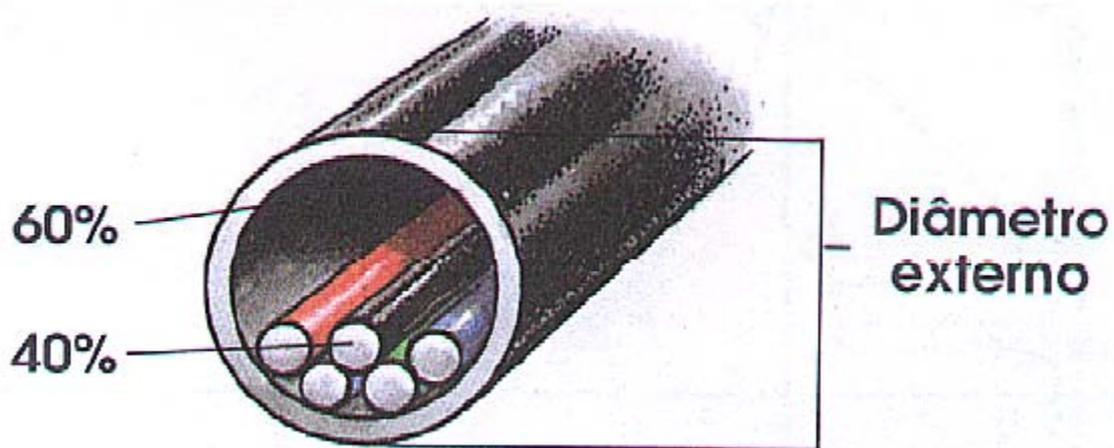


Figura 2.3 Exemplo de eletroduto Com 5 Cabos *Fonte:* (FATEC, 2004)

Devem ser tomadas algumas precauções quanto à definição dos circuitos inseridos no eletroduto. Uma delas é evitar que os mesmos tenham mais de cinco circuitos em uma única tubulação, para minimizar o máximo a bitola. A tubulação deve ser implantada de forma a economizar o máximo possível de material. O bom senso deve prevalecer. Separar mentalmente os possíveis circuitos e observar se a alocação da tubulação e da fiação correspondentes aos circuitos é factível.

2.1.6. Memorial descritivo

O memorial descritivo é um resumo do que o projeto se propõe, ou seja:

- A descrição do objetivo ao qual o projeto se destina;
- A sua localização;
- O tipo de suprimento de energia;
- A sua forma de concepção, explicando sua funcionalidade, forma de instalação dos diversos trechos de condutores e equipamentos, altura de montagem dos equipamentos (luminárias, quadros, etc.);
- Recomendações técnicas básicas;

- Quadro de Cargas, onde estão especificados a quantidade de suas lâmpadas e tomadas, suas respectivas potências, o dispositivo de proteção escolhido e a seção do condutor de cada circuito;

Quadro de Cargas								
Obra: Casa Praia								
Rua: Rodrigues Duque Estrada - João Pessoa								
Circuito	Nº de lâmpadas	Pot. Lâmpadas	Nº tomadas	Pot. Tomadas	Nº pts circuito	Pot. Circuito	Disjuntor (A)	Condutor(m ²)
1	13	1750			13	1750	10	2,5
2			10	1000	10	100	5	2,5
3			3	1800	3	1800	10	2,5
4			1	2500	1	2500	15	4,0
5			1	2500	1	2500	15	4,0
6			1	2500	1	2500	15	4,0
TOTAIS					29	12050	55	10,0

Figura 2.4. Exemplo típico de quadro de cargas

- Diagrama unifilar, objetiva mostrar as interligações entre equipamentos sem minúcias quanto aos pontos de conexão existentes nesses equipamentos.

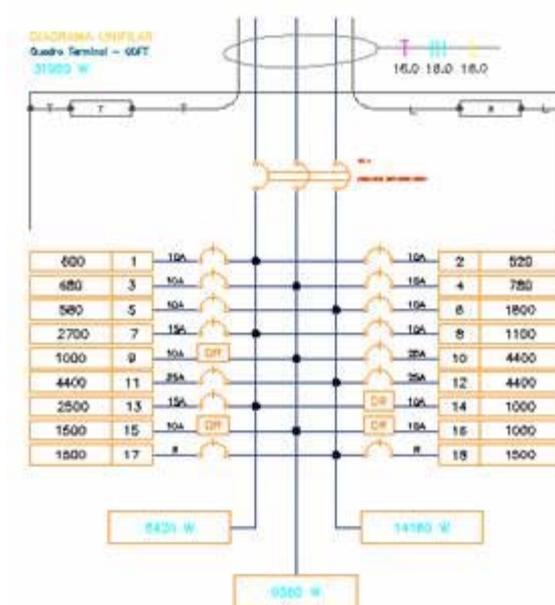


Figura 2.5. Exemplo de diagrama unifilar de um projeto elétrico

3. Desenho auxiliado por computador

Na década de 50, começaram as primeiras experiências com a utilização de computadores na engenharia, a princípio eram apenas gráficos monocromáticos, surgiram no início da década de 60 as primeiras impressoras, dispositivos de aquisição de dados e os primeiros desenhos em três dimensões.

O começo da revolução do uso destas ferramentas aconteceu quando a empresa IBM padronizou as linguagens gráficas e técnicas computacionais para 3D. Mas foi na década de 80 que a empresa Autodesk lançou no mercado o que viria a ser o mais utilizado software de CAD, o Autocad™, este popularizou o uso das ferramentas computacionais nas áreas tanto das engenharias quanto da arquitetura.

Com o sucesso propiciado pelo Autocad™, outros softwares foram desenvolvidos como, por exemplo, o SolidWorks, SolidEdge, o Catia, o Unigraphics NX, o Pro-Engineer, o Inventor (também da Autodesk) e o Microstation.

Na área de instalações elétricas, outras empresas, com o intuito de preencher a lacuna aberta pelo Autocad com a possibilidade proporcionada tanto de desenhar o projeto propriamente dito quanto de efetuar cálculos matemáticos, desenvolveram ferramentas que visam facilitar a vida do profissional engenheiro. Tais ferramentas serão apresentadas, inclusive a que será utilizada na confecção do guia.

3.1. Autopower

O Autopower™ é um aplicativo para o AutoCAD™, desenvolvido pela Autoenge Brasil (AUTOENGE, 2008). Esta ferramenta é bastante utilizada por engenheiros eletricitas principalmente pela sua facilidade de utilização de acordo com a revista CADDESING (SILVA et al, 2006).

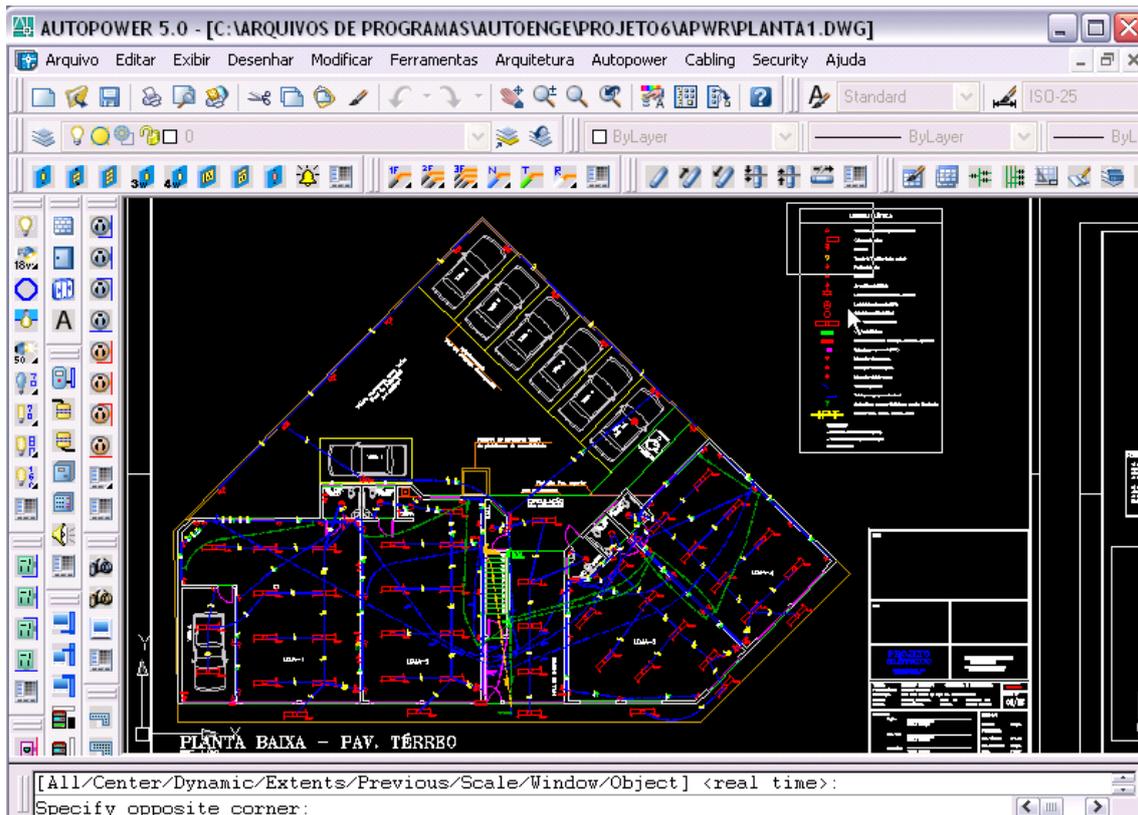


Figura 3.1. Software Autopower™ 5.0 fonte: (Autoenge, 2008).

Entre outras características o software possui uma grande biblioteca de simbologia para os componentes de instalações elétricas que pode ser facilmente inserida no desenho. Além de possuir recurso de edição de arquitetura que configura a planta automaticamente. O software também é capaz de fazer vários cálculos, na parte de luminotécnica, o usuário pode escolher o método de cálculo de iluminação de uma determinada luminária a ser calculado, no que diz respeito à carga pode-se fazer cálculos de demanda, potência instalada e de dimensionamento de condutores e eletrodutos.

A cada inserção de um componente o usuário deverá informar os parâmetros referentes, por exemplo, quadro de distribuição, potência, fator de potência, altura do piso, tensão, rendimento e uma descrição se for necessário. Cada componente tem seus parâmetros que podem ou não estar em outros. Um destes componentes é o quadro de distribuição, que pode ser inserido manualmente ou automaticamente através do cálculo do centro da carga. O cálculo do centro de carga é realizado pela seleção de um quadro e um conjunto de cargas ligado a ele.

3.2. Lumine

O AltoQi Lumine é um programa integrado para projeto de instalações elétricas prediais, contendo uma base independente de CAD, na qual o lançamento dos pontos e dos eletrodutos, a passagem da fiação e o dimensionamento dos circuitos são tarefas interligadas (AUTOQI, 2008).

O lançamento de pontos de luz e tomadas se torna uma tarefa bastante simples e deve-se definir em cada cômodo da edificação, tipo de luminárias a ser utilizadas e o número e localização das tomadas. Em cada inserção o projetista deve informar os itens Circuito, Rede, Posição e Elevação.

O software também tem a opção do projetista ter a visualização 3D do projeto, podendo assim ter uma noção mais realista da disposição dos itens inseridos na planta e a detecção de erros de lançamento.

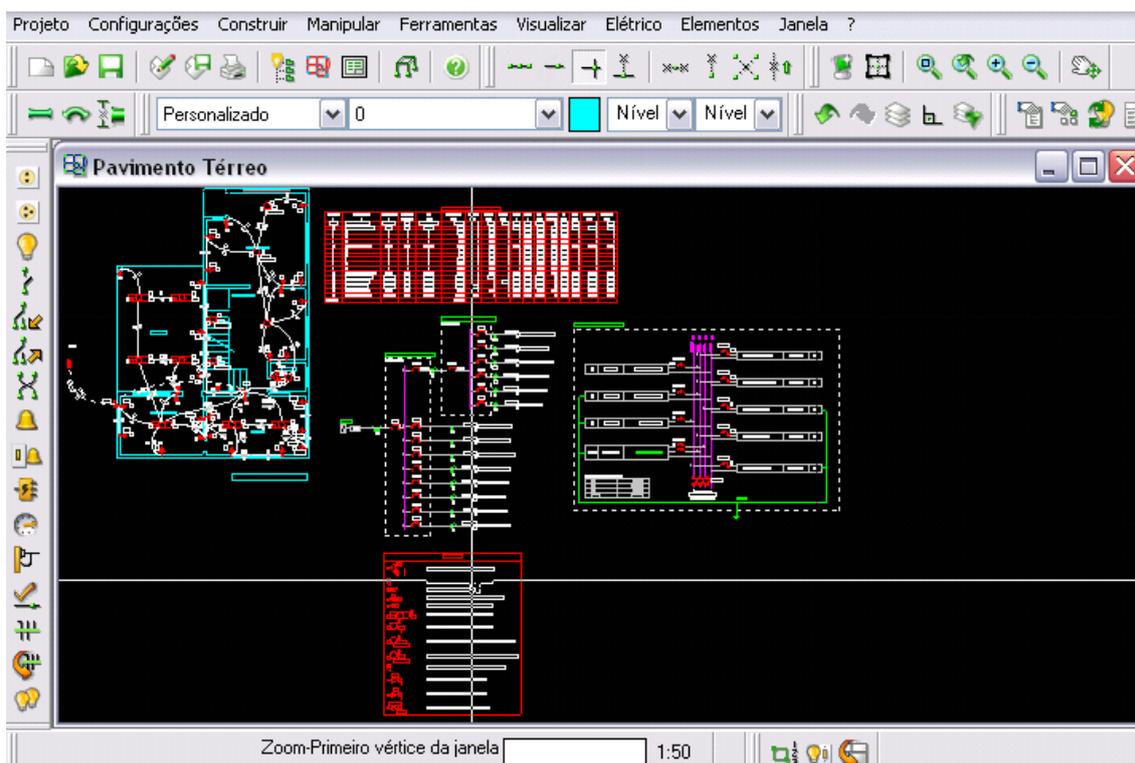


Figura 3.2. Tela do Software Lumine. fonte: (AutoQi, 2008).

No que diz respeito aos dispositivos de proteção, após a definição dos circuitos, a opção de lançamento do quadro de distribuição é ativada, onde se permite o dimensionamento automático dos disjuntores.

O lançamento de eletrodutos é um processo manual onde se interliga todos os pontos elétricos do projeto, o seu dimensionamento é efetuado após o dimensionamento dos condutores, fazendo-se possível o lançamento da fiação automaticamente entres os condutos.

3.3. PRO-Elétrica

O PRO-Elétrica é um software para projeto de instalações elétricas mono, bi ou trifásicas, 110 V e 220 V tensão fase-neutro. Resulta em um grande aumento de produtividade, qualidade e lucratividade nos seus projetos devido ao alto nível de automação e precisão nos cálculos (MULTIPLUS, 2008). O software também é um aplicativo AutoCAD™, a concepção dos projetos é realizada similarmente as ferramentas supracitadas. Mas uma função nesta ferramenta nos chama atenção é o que o programa chama de “Projeto Virtual”. Nesta função o projetista tem a oportunidade de simular o comportamento da instalação.

Entretanto algumas características podem não condizer com o funcionamento real do software, mas propicia uma noção de como a instalação reage quanto ao funcionamento (SILVA, 2006).

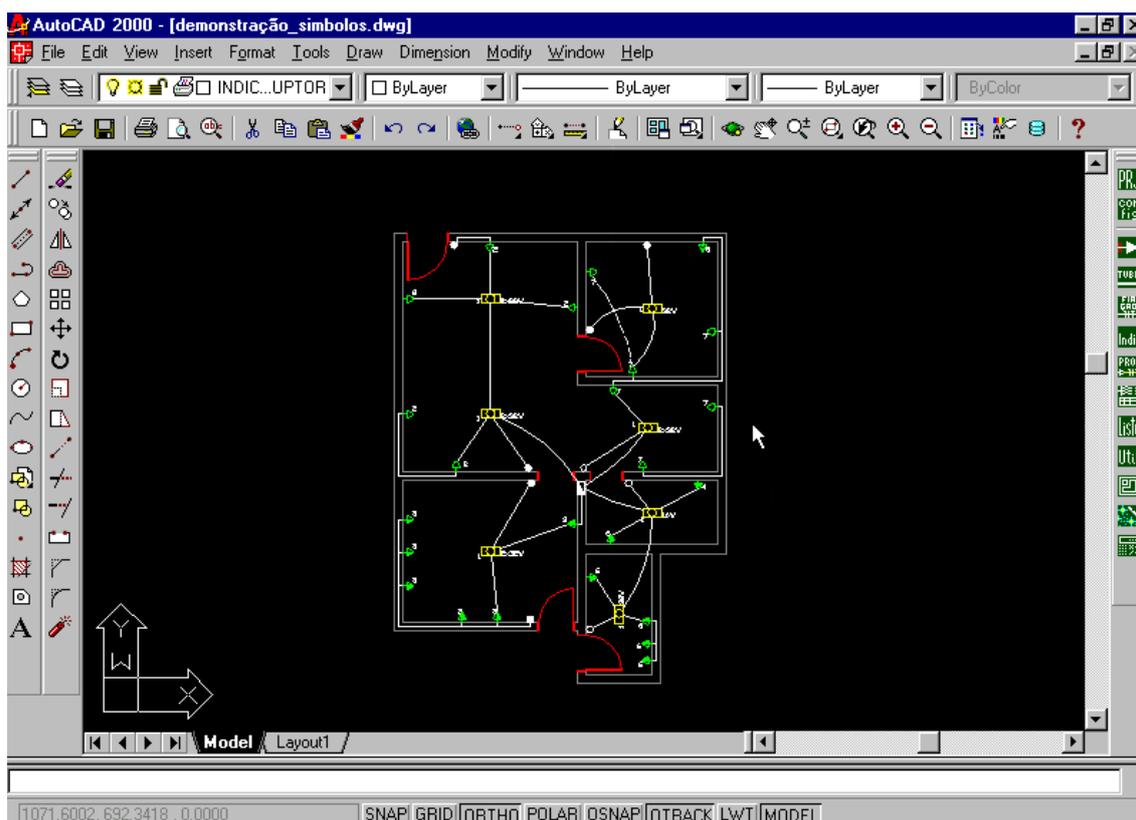


Figura 3.3. Concepção de um projeto no PRO-Elétrica. fonte: (MULTIPLUS, 2008).

3.4. CADProj S8

O CADProj S8 é uma ferramenta para a plataforma AutoCAD™ desenvolvida pela Highlight (HIGHLIGHT 2006). A maneira da confecção dos projetos segue quase a mesma filosofia das outras ferramentas do mercado.

O programa como seus concorrentes têm a possibilidade de construção e ajuste arquitetônico, cálculo luminotécnico para inserção de luminárias, fácil inserção de tomadas, interruptores, quadros, caixas e pontos de telefonia, malhas de aterramento e eletrodutos. Ele tem capacidade de calcular automaticamente a bitola e o seu comprimento dos condutores e eletrodutos.

As principais diferenças entre esta ferramenta em relação às outras é o Sistema de análise gráfica, (HIGHLIGHT, 2006). O gerenciamento dos pontos elétricos e circuitação assistida, possibilitando assim que software forneça um autodiagnóstico de falhas existentes no projeto, apresentam uma solução que julga mais adequada para a solução do problema. Outra função bastante relevante é a fiação inteligente, ou seja, quando traçada toda a tubulação o usuário pode distribuir automaticamente os circuitos nos eletrodutos e eletrocalhas.

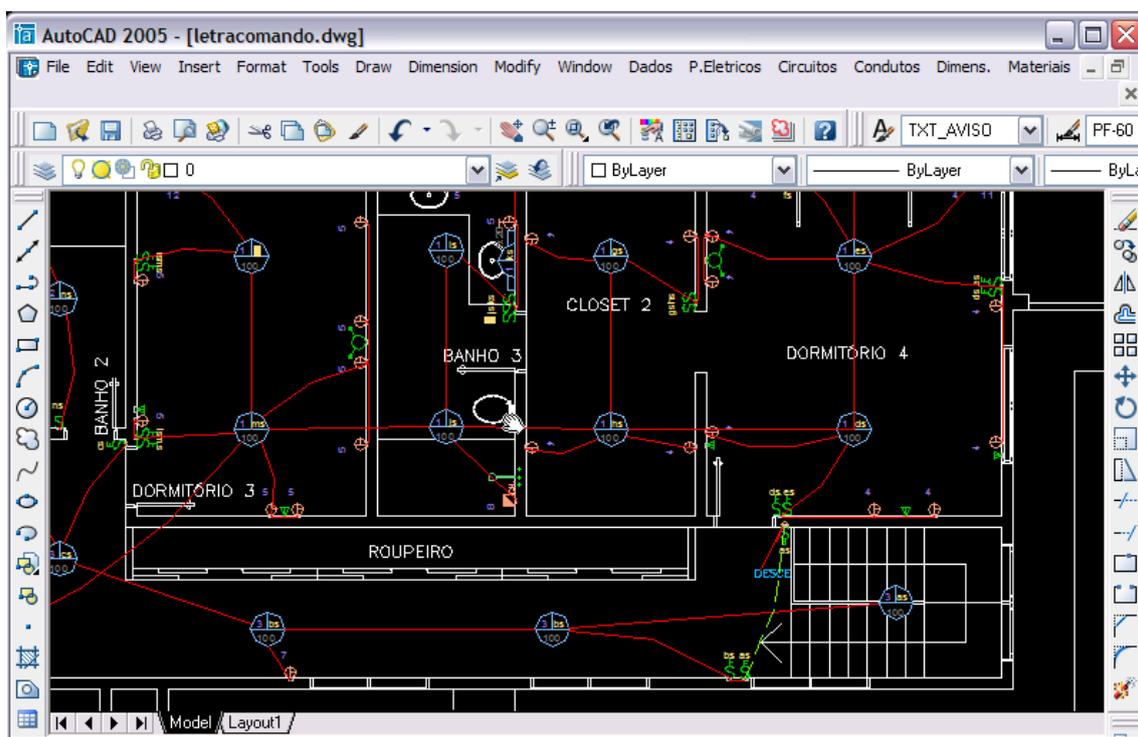


Figura 3.4. CADProj S8 em Execução no AutoCAD. (HIGHLIGHT, 2006).

Assim como as outras ferramentas existentes no mercado, é possível a geração de listas de material utilizado, obtendo relativamente boa integração com planilhas eletrônicas e softwares de orçamento.

A escolha do aplicativo CADProj S8™ para a confecção do guia didático com a utilização de ferramentas CAD no ensino de Instalações Elétricas, foi definida a partir dos estudos e pesquisa realizado pelo autor em referências e principalmente pela efetuação da compra de licenças, pelo Laboratório de Alta Tensão da Universidade Federal de Campina Grande -UFCG, que facilitaram a utilização do mesmo.

4. Guia de utilização de ferramenta CAD para a confecção de projeto de instalações elétricas

Como já citado anteriormente o principal objetivo deste TCC foi a elaboração de um guia que utilizando a ferramenta CAD ajudará o aprendizado dos alunos da disciplina de Instalações Elétricas do curso de graduação em Engenharia Elétrica.

Um guia passo a passo que será desenvolvido e permitirá efetuar as etapas de um projeto com o auxílio do aplicativo CADProj S8™ a partir de uma planta de uma casa. Deixando o aluno apto a realizar um projeto de instalações elétricas com mais facilidade e praticidade. O guia será disponibilizado para os alunos.

5. Conclusão

O estudo, a pesquisa e o desenvolvimento dos conceitos para utilização de uma ferramenta adequada para o apoio à confecção de projetos elétricos e a confecção de um guia prático, didático, interativo foram os objetivos do Trabalho de conclusão de Curso.

A revisão bibliográfica realizada propiciou a fixação dos conceitos, no que tange a elaboração de um projeto de engenharia elétrica, e a descoberta das ferramentas CAD no auxílio a concepção de projetos elétricos, que tornam a vida de engenheiros e arquitetos mais ágil e dinâmica.

O guia desenvolvido apresenta ao aluno um passo a passo das etapas da confecção de um projeto elétrico utilizando a ferramenta CADProj S8™. Esta encontra-se em anexo neste Trabalho de Conclusão de Curso. E poderá ser utilizado na disciplina Laboratório de Instalações Elétricas como conteúdo complementar.

A utilização de ferramentas CAD na vida profissional de engenheiros eletricitas é de bastante importante hoje em dia, devido a demanda por segurança, eficácia e eficiência dos projetos.

6. Referências bibliográficas

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413 - Instalações Elétricas Prediais e Iluminamento de Interiores

HIGHLIGHT, HIGHLIGHT Manual CADProj S8 Módulo Elétrica, Edição V 8.32 – Elétrica R 3.2. Belo Horizonte, 2007.

CREDER, H., **Instalações elétricas**, 15ª ed., Editora LTC, Rio de Janeiro-RJ, 2007.

SILVA, A. L., O uso do paradigma de restrições geométricas para o apoio a projetos de instalações elétricas, 2006, Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.

SOUZA. R.T., GUEDES, E. Instalações Prediais, Campina Grande-PB, 2004.

CEMIG, Manual de Instalações Elétricas Residenciais, 1ª Edição, Belo Horizonte-MG, 2008.

FATEC-SP, Faculdade de Tecnologia de São Paulo, Projeto de Instalações Elétricas Prediais, São Paulo-SP, 2004.

AUTOENGE, Autoenge Brasil | Software para engenharia – AUTOENGE, Disponível em: < <http://www.autoenge.com.br>> Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Acessado em: 10 de Dezembro de 2008.

AUTOQI, Tecnologia Aplicada à engenharia – AutoQi, Disponível em: < <http://www.autoqi.com.br>> Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Acessado em: 12 de Dezembro de 2008.

MUTIPLUS, Softwares Técnicos- Multiplus, Disponível em: < <http://www.multiplus.com>> São Paulo, São Paulo, Brasil. Acessado em: 12 de Dezembro de 2008.

REVISTA ELETRICIDADE MODERNA, São Paulo-SP, 2008.

7. Anexos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Guia Passo a Passo de Utilização do CAD Proj S8™

Autores: Fábio Marcelo Soares Pereira

Edson Guedes da Costa

Campina Grande – PB, 2009

1. Introdução

O objetivo do guia é apresentar ao aluno a ferramenta CADProjS8™, fornecendo subsídios básicos para que ao final do curso o estudante seja capaz de atuar como engenheiro projetista. Apresenta-se um passo a passo de uma elaboração de projeto utilizando a ferramenta, e utilizam-se os conceitos assimilados na disciplina de Instalações Elétricas no que diz respeito à concepção de projetos elétricos residenciais. Assim, o aluno terá a oportunidade de utilizar uma ferramenta amplamente disseminada no mercado. Neste guia será utilizada a planta de uma residência, fornecida pela Arquiteta Ana Luísa Guedes. É importante salientar que neste trabalho não se pretende oferecer conceitos básicos de AutoCAD™. O aprofundamento deverá ser feito em disciplinas apropriadas ou pelo aluno.

2.1 O CADProj S8™

O CadProj S8™ é uma ferramenta da plataforma AutoCAD™, que automatiza de forma bastante satisfatória praticamente todas as etapas da concepção de projetos de instalações residenciais. A ferramenta permite a inserção de vários elementos necessários no projeto de uma instalação, como pontos elétricos, edição de arquitetura, aterramento, etc. Outra função extremamente útil é a circuitação e fiação inteligente. Esta função lança o cabeamento e divide os circuitos de forma automática e a partir de um auto-diagnóstico da instalação procura eventuais discrepâncias do projeto. Em relação ao controle de material, a ferramenta utiliza uma lista bastante eficiente, gerando a descrição do material e a quantidade que a execução do projeto necessita.

2.2 Como Utilizar o CADProj S8™

A utilização da ferramenta é bastante simples, necessitando apenas um PC que possua o AutoCAD™ 2008 ou anterior previamente instalado, e o CADProj S8™ módulo Elétrica.

Para a criação de um novo projeto, deve-se primeiramente abrir o AutoCAD™. Abra a planta que será trabalhada e digite no prompt de comando **S8** ou **S8cp** . Escolha o “Módulo Elétrica” para o início do trabalho.

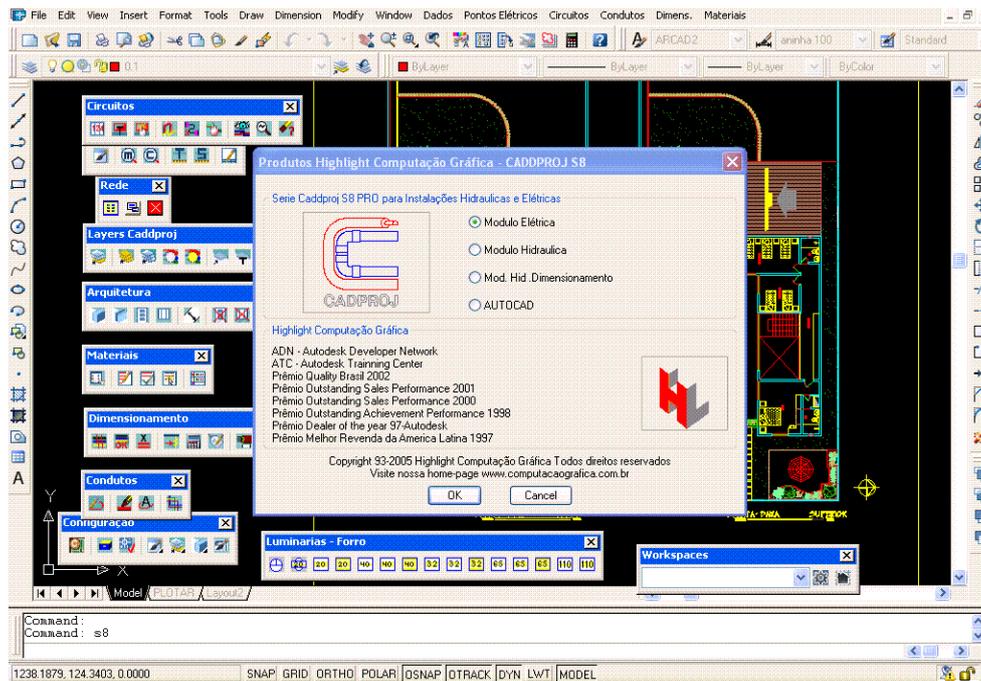


Figura 1 – Tela de Escolha do Módulo do CADProj S8™

Uma vez aberto o módulo, são solicitados os dados dos projetos que serão concebidos, sendo eles: Empreendimento, Local, Proprietário, Título e Usuário. Além dos dados do projeto, ainda é possível fazer conversão de unidades, por exemplo, de metros para milímetros ou centímetros; fazer formatação do texto de projetos mudando a régua ou a escala da planta; e por fim, ainda é possível configurar a plotagem.

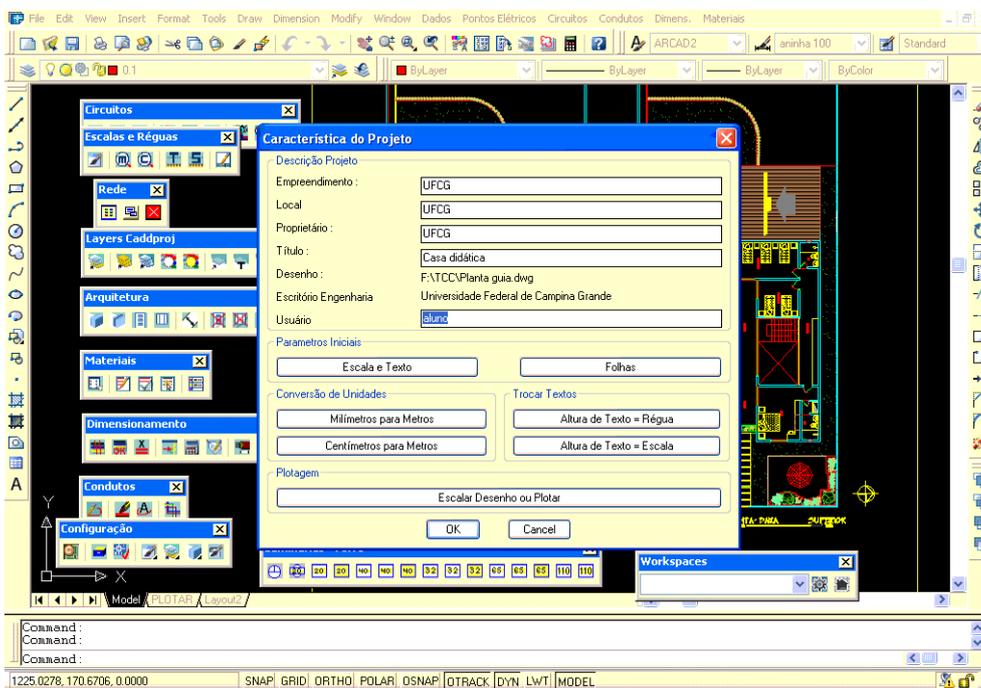


Figura 2 – Características do Projeto

2.2.1 Inserção dos Pontos Elétricos

2.2.1.1 Luminárias

1. A partir do menu “Pontos Elétricos”, clique em “Luminárias Configurar > CFL”.

2. Escolha o tipo de inserção de Luminárias. O modo “Distribuição e Cálculo de Luminárias”, é o mais indicado a ser utilizado, pois distribui automaticamente os pontos, além de utilizar o máximo de recursos do software, mas tem-se ainda a opção de “Distribuir Manualmente” ou pelo “Encontro do Centro Geométrico do Ambiente”. Clique em “OK” para confirmar.

3. Clique na simbologia a ser utilizada, em “Teto > LTE”. Na caixa “Gerenciador de Materiais”, escolha a luminária e a potência desejada Sub-menu “Tipo”.

4. Ao escolher a luminária desejada, a caixa de Cálculo de Luminárias aparecerá (“Utilizando o Modo de Distribuição e Cálculo de Luminárias”). O programa então solicita os parâmetros para que se efetue o cálculo da quantidade de luminárias necessárias no recinto. A correta atribuição deste parâmetro é fundamental para a boa automatização da distribuição. Para tanto se deve sempre colher dados da lâmpada a ser utilizada e usar os botões de consulta.

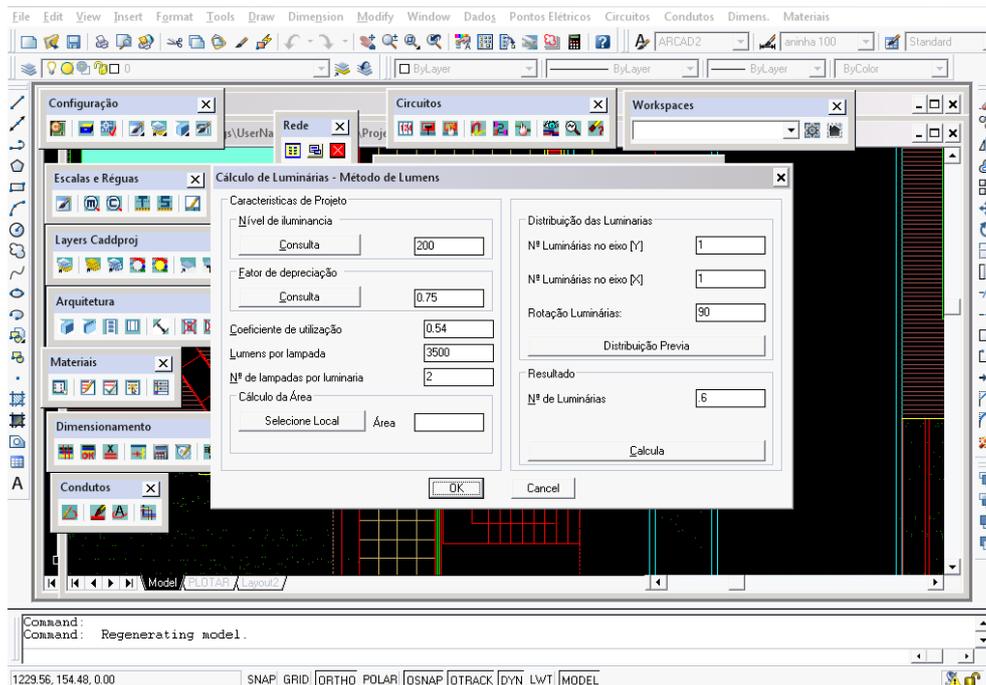


Figura 3 – Guia de cálculo de luminárias utilizando o Método dos Lumens

5. Clique em “Seleção Local” e siga as instruções do programa.

6. Clique no botão “Calcula” sempre que inserir uma nova luminária.

7. Após o resultado do cálculo defina o número de luminárias nos eixos e clique em “Distribuição Prévia”.

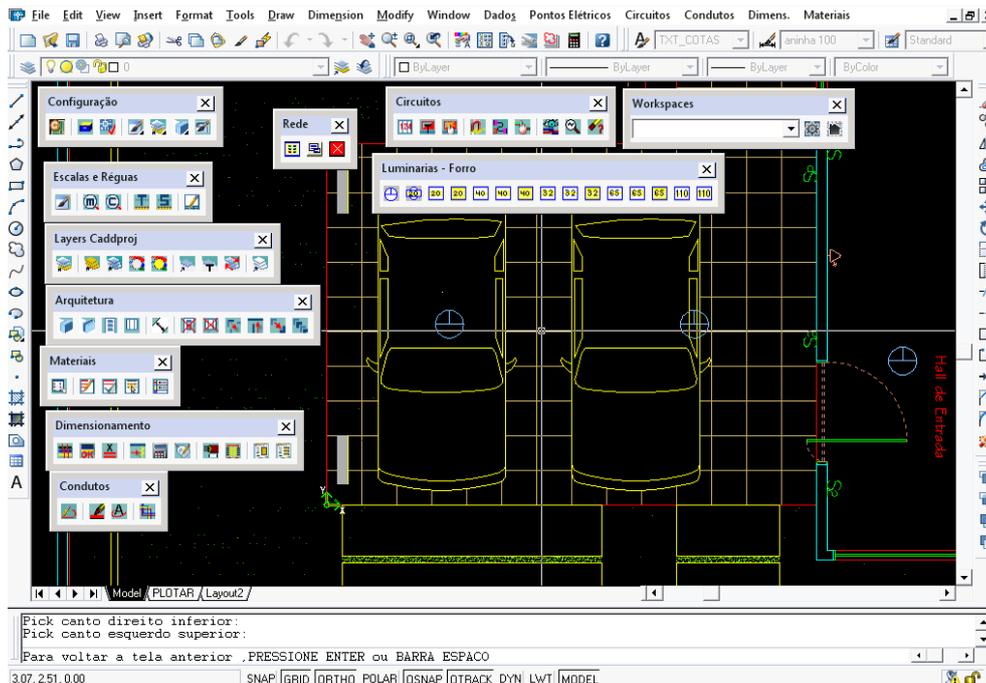


Figura 4 – Distribuição prévia de Luminárias

8. Realize os ajustes necessários e tecle *ENTER*.
9. Clique em “OK” e repita a operação para os outros recintos.

Em cômodos pequenos, que necessitam apenas de um ponto de iluminação, é recomendado usar o “Encontro do Centro Geométrico do Ambiente”. O procedimento resume-se em apontar ao programa as extremidades de uma das diagonais do cômodo. Fazendo isto, a luminária será posicionada no centro geométrico do ambiente.

No caso da “Distribuição Manual”, basta apontar o local onde se planeja inserir uma luminária.

2.2.1.2 Interruptores

1. A partir do menu “Pontos Elétricos”, clique em “Interruptores Configurar > CFT”. Serão fornecidas as distâncias padrões de inserção de interruptores, critérios para circuitação e comandos, e critérios para inserção de tomadas e interruptores, na Caixa “Configuração para Tomadas, Interruptores”.

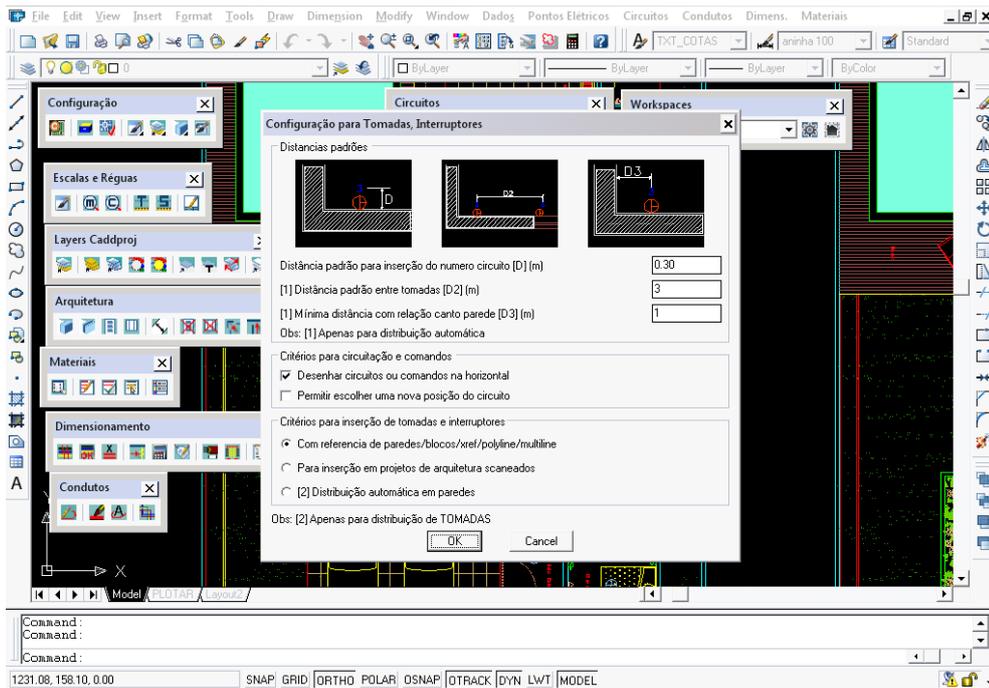


Figura 5 – Configurações para Tomadas e Interruptores

2. Configure os parâmetros solicitados.

3. No menu “Pontos Elétricos”, aponte para “Interruptores”, e, em seguida escolha o tipo. O software utiliza os nomes “Interruptor paralelo” para o *Three Way* e “Intermediário” para o *Four Way*.

4. Clique na parede na qual se quer inserir o interruptor e confirme a direção com outro clique.

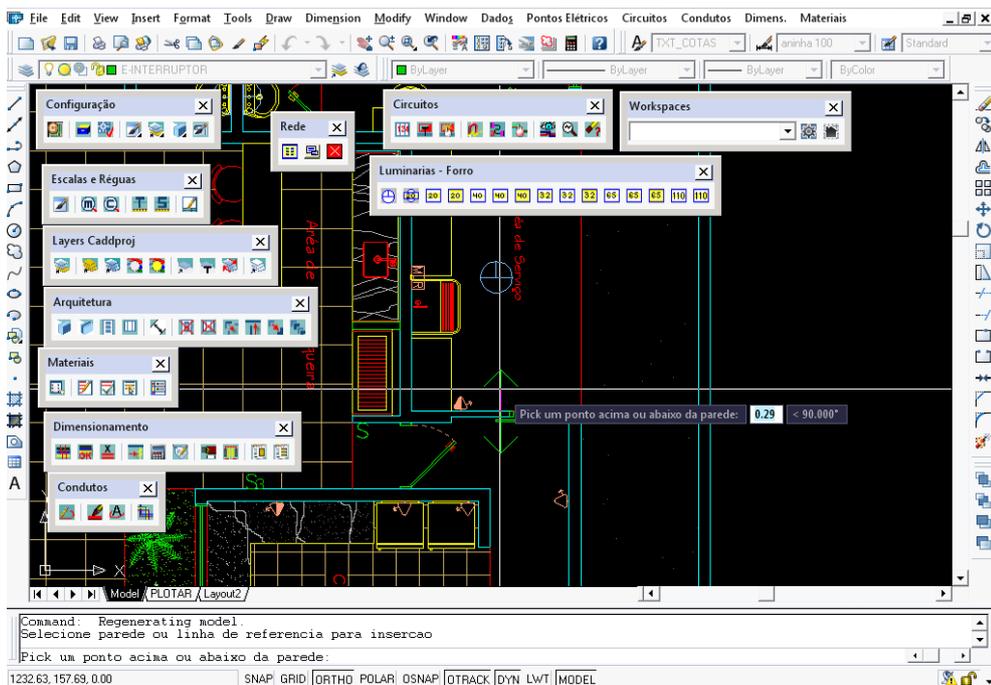


Figura 6 – Direção de Inserção de interruptores

2.2.1.3 Tomadas

1. A partir do menu “Pontos Elétricos”, aponte em “Tomadas”, e então em “Configurar > CFT”. O procedimento é similar à configuração que foi efetuada para os interruptores.

2. Configure os parâmetros solicitados. Neste caso, é possível escolher a posição das tomadas.

3. No menu “Pontos Elétricos”, aponte para “Tomadas”, escolha o tipo, aponte para o nível de tensão e clique na opção de potência desejada. Há vários tipos de tomadas, e, é importante que se preste atenção na altura e potência escolhidas para cada uma delas.

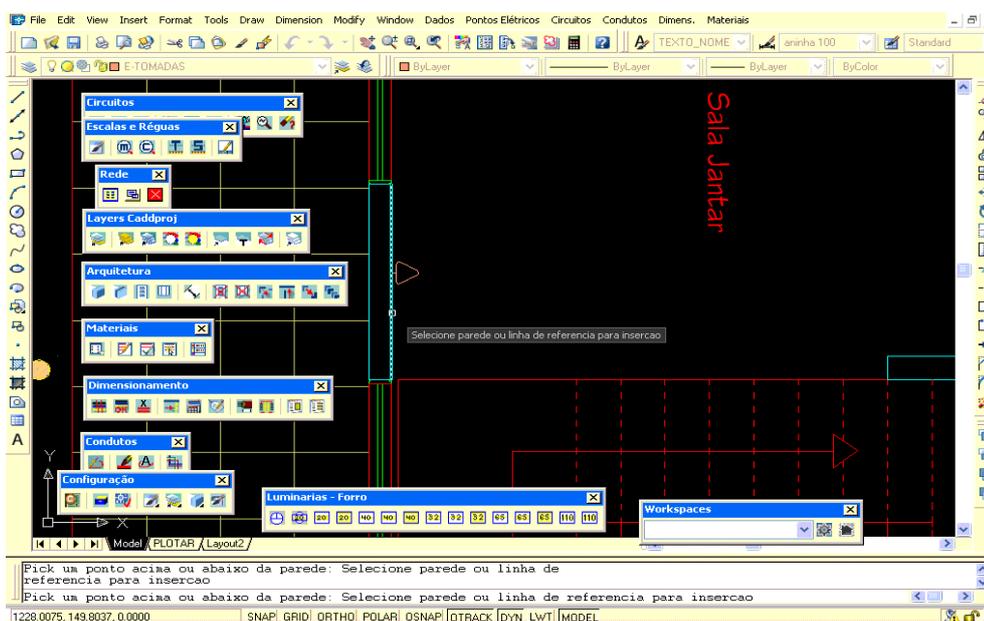


Figura 7 – Inserção de Ponto de Tomada

4. Clique na parede na qual se quer inserir a tomada e confirme a direção com outro clique. No caso de distribuição automática de tomadas, o software questionará se a distribuição será automática (usando o número de pontos já calculados) ou não.

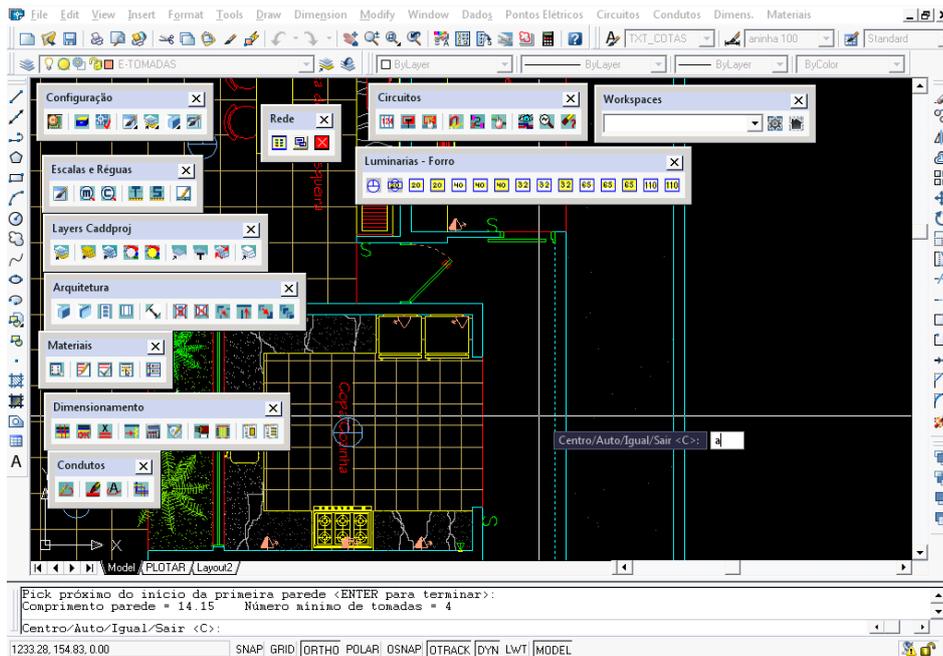


Figura 8 – Inserção Automática de Tomadas

Para inserir Tomadas de Uso Específico segue-se o mesmo procedimento, mas aponta-se para “Pontos” no menu “Pontos Elétricos”, escolhe-se a finalidade, e finalmente o tipo de tomada desejada. Já existem algumas tomadas pré-definidas, como por exemplo: máquina de lavar, ar condicionado, etc.

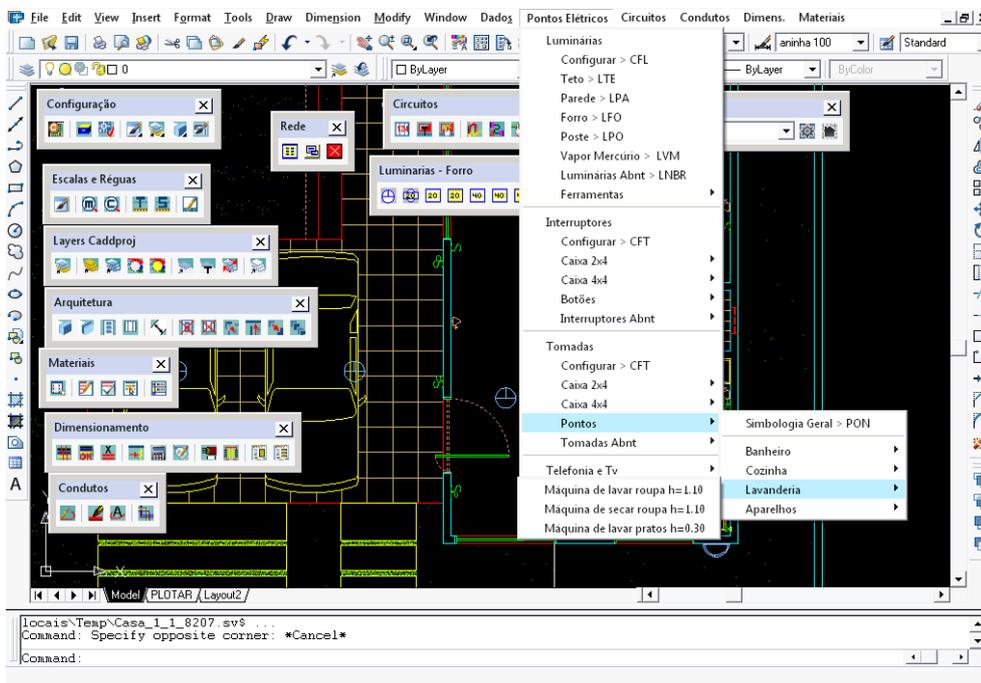


Figura 9- Escolha de Tomadas de Uso Específico

2.2.1.4 Pontos de TV, Telefonia e Campainha

1. A partir do menu “Pontos Elétricos”, aponte em “Telefonia e TV” e escolha a opção desejada.

2. Da mesma forma que as tomadas, clique na parede onde se quer inserir o ponto e confirme a direção com outro clique.

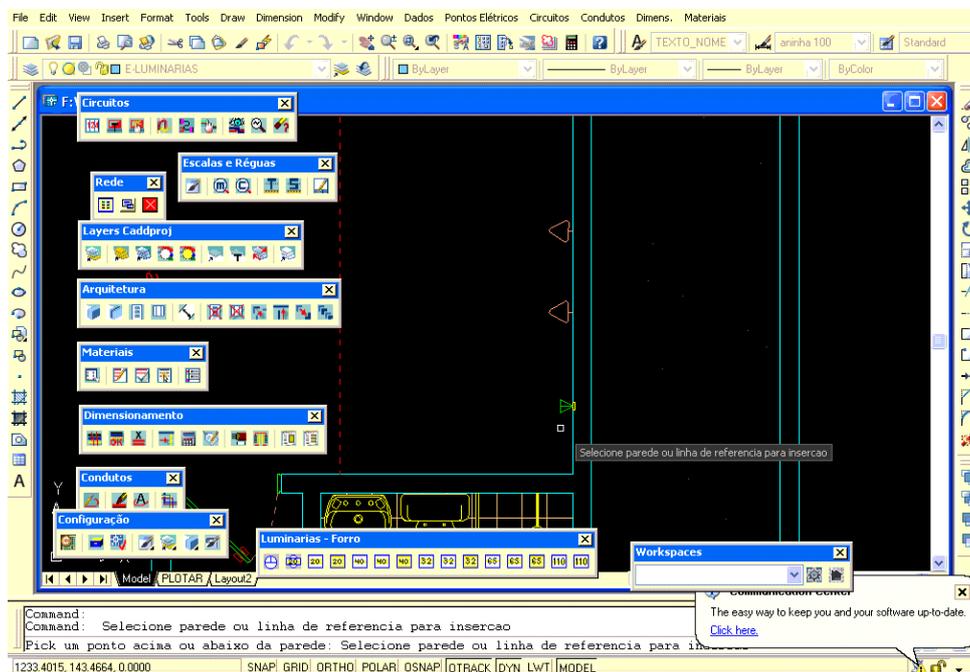


Figura 10 – Inserção de Ponto de Telefonia

Todas as especificações dos pontos, como altura e potência, podem ser editadas com um duplo clique no item.

2.2.2 Definições dos circuitos e quadros terminais

Faz-se necessário a definição de circuitos e quadros terminais. Esta etapa pode-se definir a bitola de cada tipo de circuito o nome de cada quadro, a fim de organizar o projeto.

Já existem alguns circuitos e quadros previamente gravados no programa. No entanto, eventualmente tem-se que adicionar ou alterar a bitola de cada tipo de circuito, como no caso de tomadas de uso específico. Para adicionar ou alterar a bitola de um circuito deve-se:

1. Ir ao menu “Circuitos” e clicar em “Descrição de Circuitos > DCI”, para definir os circuitos.
2. Digitar o nome do novo tipo de circuito, no campo “Descrição de Circuitos”, e seleccionar a bitola. Caso se queira alterar a bitola de algum dos circuitos, clique no circuito desejado e modifique o valor.
3. Clique em “Adicionar” ou “Alterar”.

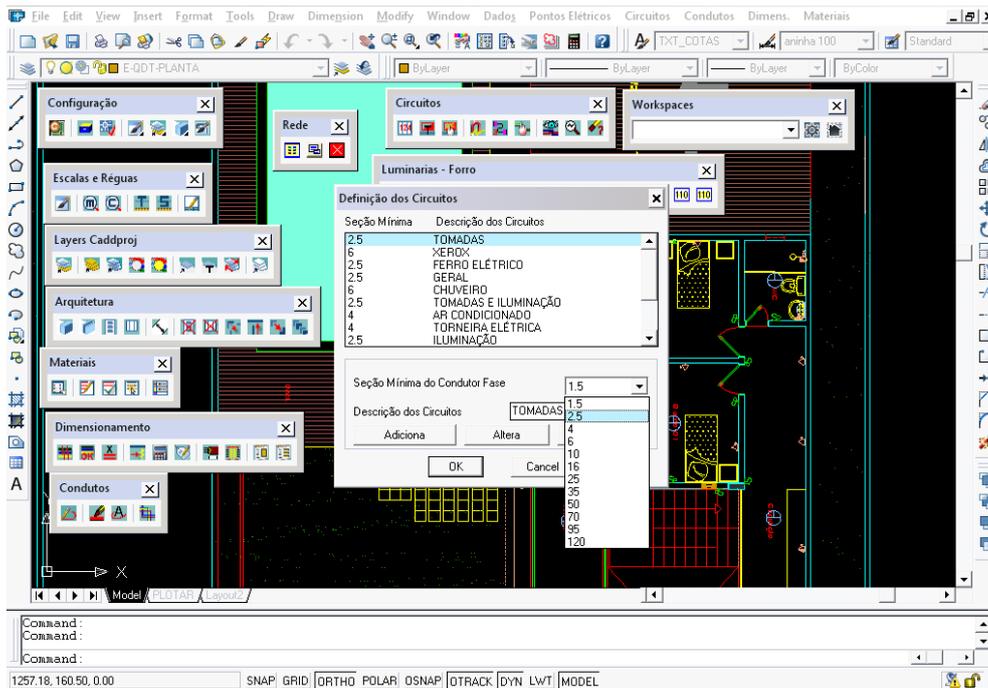


Figura 11 – Definição dos Circuitos

No caso dos quadros terminais, pode-se alterar ou adicionar da seguinte maneira:

1. Para definir os quadros, utilize o menu “Circuitos” e clique em “Quadros Terminais > TER”.
2. No campo “Nome Quadro” digite o nome do novo tipo de quadro e escreva uma descrição. Caso deseje alterar algo, clique em um dos quadros já gravados e modifique o respectivo campo.
3. Clique em “Adicionar” ou “Alterar”.

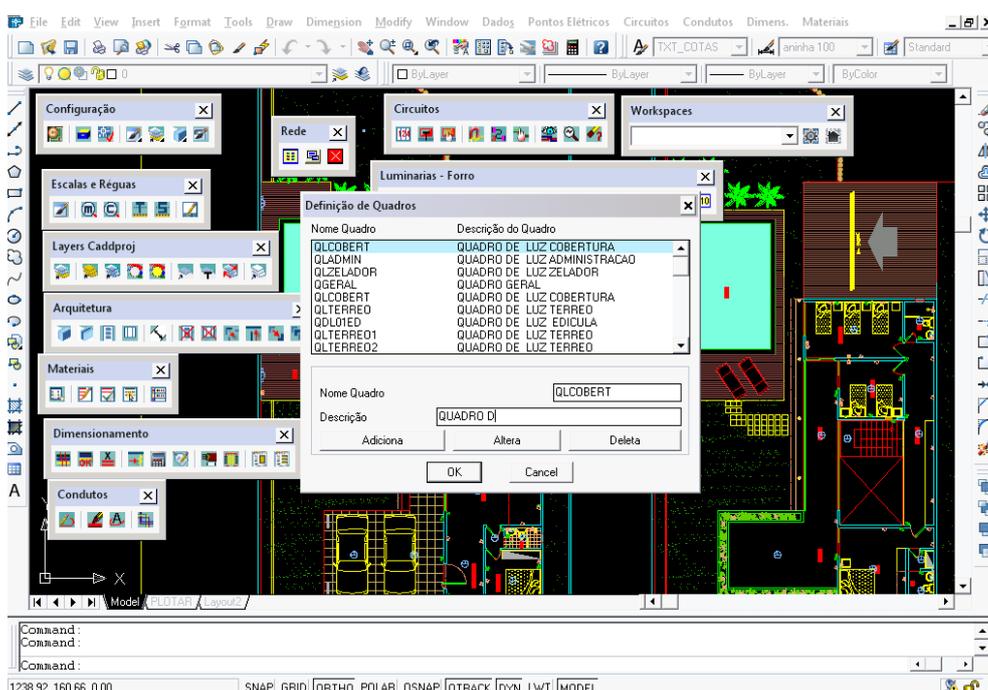


Figura 12 – Definição de Quadros

2.2.2.1 Quadros Geral e de Distribuição

1. Para inserir um quadro, clique em “Inserir Quadros de Distribuição”, no menu “Circuitos”.
2. Escolha o tipo de quadro a ser utilizado.

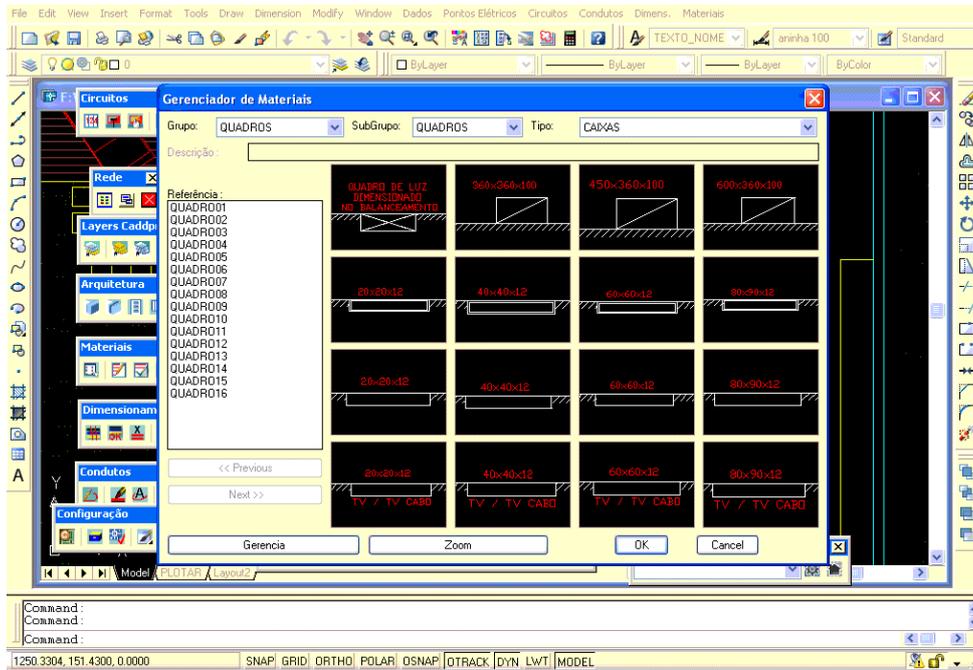


Figura 13 – Escolha de Quadros de distribuição

3. Clique na parede onde se quer inserir o quadro e confirme a direção com outro clique.

1.2.2.2 Distribuição dos Circuitos

1. No menu “Circuitos”, aponte para Distribuição clique em “Circuitos > DIS”.
2. No campo “Inserção de Circuitos”, clicando em “Configurar” define-se os parâmetros de apresentação dos pontos inseridos no projeto.
3. No campo “Inserção de Circuitos” escolha “Quadro”, “Descrição” e “Número de fases”.
4. Clique em “Inserir Circ/Quadro” e selecione o quadro no projeto.
5. Volte ao campo “Inserção de Circuitos”, defina o parâmetro “Número do circuito” e clique em “Inserir Circ/Quadro”.
6. Selecione os pontos elétricos do circuito, e confirme com *ENTER*.
7. Observe o nome do quadro, a potência e o número do circuito, nos respectivos campos.

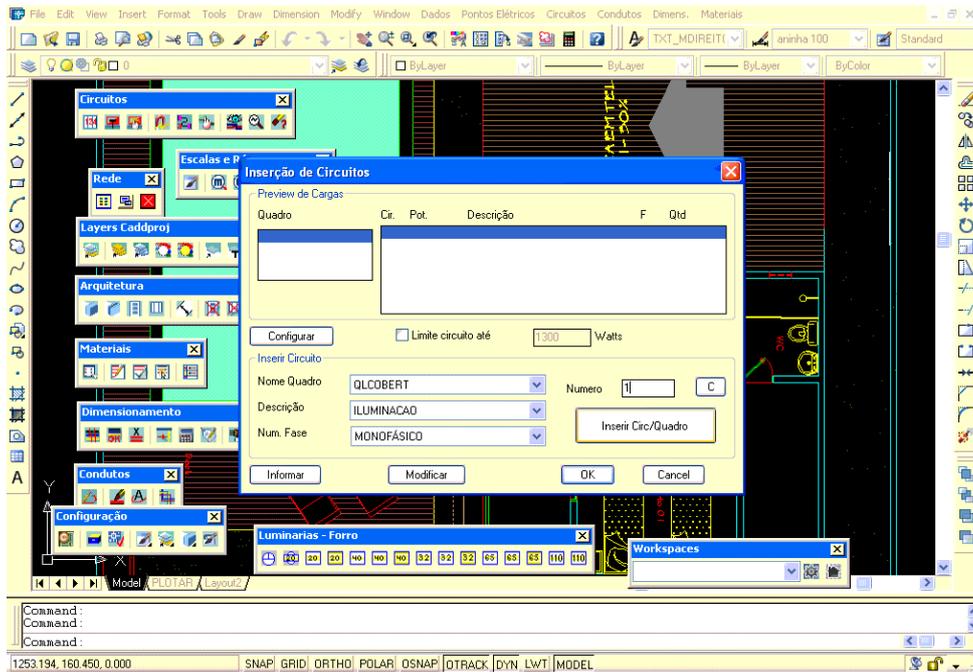


Figura 14 – Inserção de Circuitos

Repita o procedimento para cada circuito da instalação.

Os tipos de circuito de Tomadas de Uso Específico também estão contemplados no campo “Descrição”, anteriormente adicionado ao banco de dados.

2.2.3 Comandos

1. No menu “Circuitos”, clique em “Distribuição Comandos > COD”.
2. No botão “Luminárias”, selecione as luminárias que serão acionadas pelo interruptor e confirme com *ENTER*.
3. No campo “Click no Item”, informe a “Letra Comando De Luminária” e confirme.
4. Clique no botão “Interruptores”, selecione o desejado e confirme.
5. No campo “Click no Item”, informe a mesma letra da luminária definida em (3) no campo “Int.” e confirme. Repita o procedimento para cada ponto da instalação.

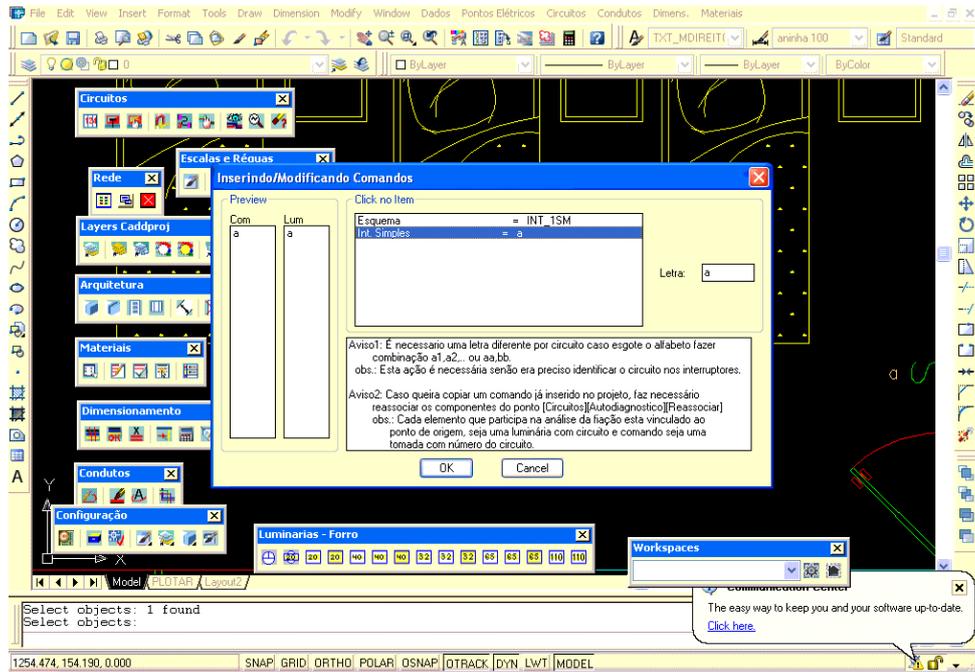


Figura 15 – Inserindo Comandos

2.2.4 Lançamento de Condutos

Primeiramente defina as configurações, através da opção “Config > FIG” no menu “Condutos”. Os valores *default* serão utilizados.

2.2.4.1 Desenho de Tubulação

1. No menu “Condutos”, clique em “Traçado”.
2. Indique o tipo de traçado, dimensão mínima, forma e seleção.

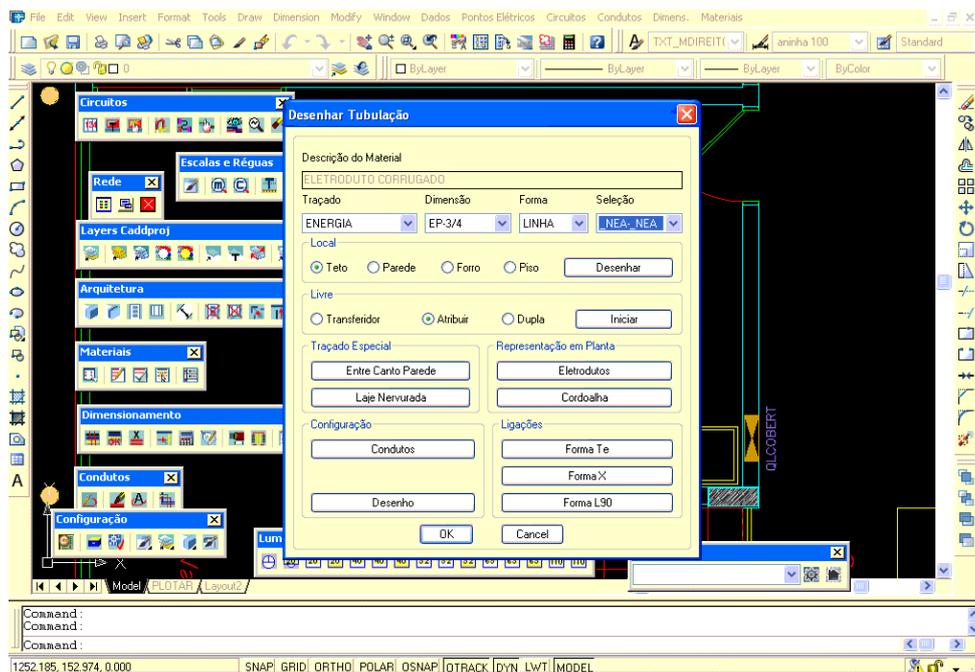


Figura 16 – Configurações de Tubulações

3. Indique o local onde será desenhado o eletroduto.
4. Forneça os dados dos materiais, através do botão “Condutos” no campo “Configuração”.
5. Clique em “Desenhar”.
6. Comece a clicar a partir do quadro, e interligue todos os pontos de operação.
7. Repita a operação, adequando sempre a forma e a dimensão dos condutos.

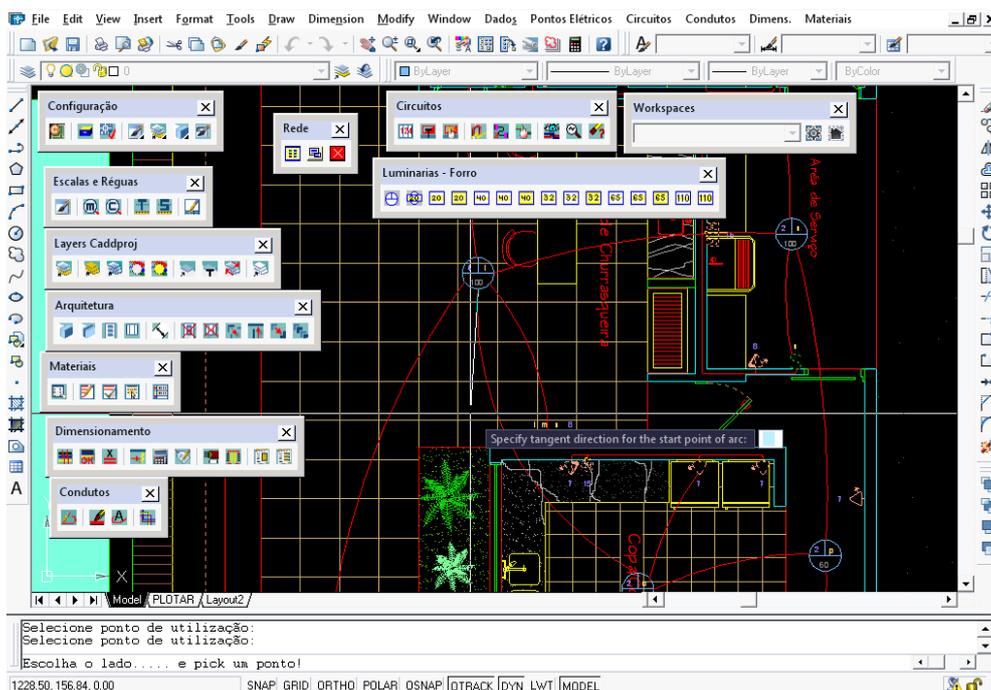


Figura 17 – Inserção de Conduto

2.2.5 Lançamento da Fiação

O CADProj S8™ possibilita ao usuário distribuir a fiação manualmente ou automaticamente (a chamada Fiação Inteligente). Para utilizar a Fiação Inteligente deve-se:

1. No menu “Condutos”, clique em “Fiação Inteligente”.
2. Na caixa “Fiação Automática Inteligente”, clique em “Área”.
3. Escolha a opção de “Seleção de área”, que consiste em “Selecione projeto”, “Contorna” ou “Existente”. A opção “Selecione projeto” é mais simples, pois basta selecionar a área em que se deseja traçar a fiação.
4. Para confirmar a seleção na caixa “Fiação Automática Inteligente”, clique no botão “Liga” em “Apresentar esquema elétrico”.
5. Clique em “Config”, no campo “Análise Esquema Elétrico”. Escolha a simbologia dos circuitos e demais opções, e clique em “OK”.

6. Em seguida, clique em “Iniciar” no campo “Análise Esquema Elétrico”.

7. Clique no botão “Diagnóstico”.

Dependendo de como o usuário concebe o projeto, alguns erros podem aparecer nessa etapa. O software possui uma ferramenta chamada Auto-diagnóstico, onde através de um número desenhado no projeto, o usuário pode identificar os erros cometidos.

As descrições dos erros estão em “Conduitos” > “Fiação Inteligente > AFI”, botão “Diagnóstico”, e, finalmente, botão “Casos”. Na caixa “Auto Diagnóstico”, estão todos os erros perceptíveis pelo programa.

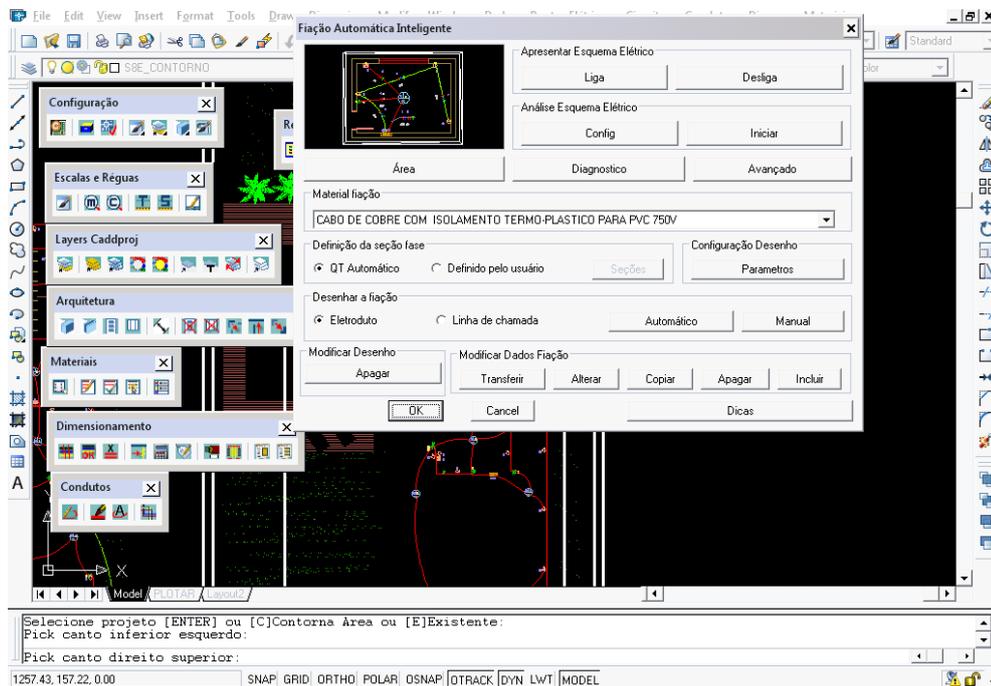


Figura 18 – Apresentação de Esquema Elétrico

8. Na caixa “Analisando Esquema Elétrico”, clique no botão “Liga”, no campo “Esquema Analisado”. Se tudo estiver certo, clique em “OK”.

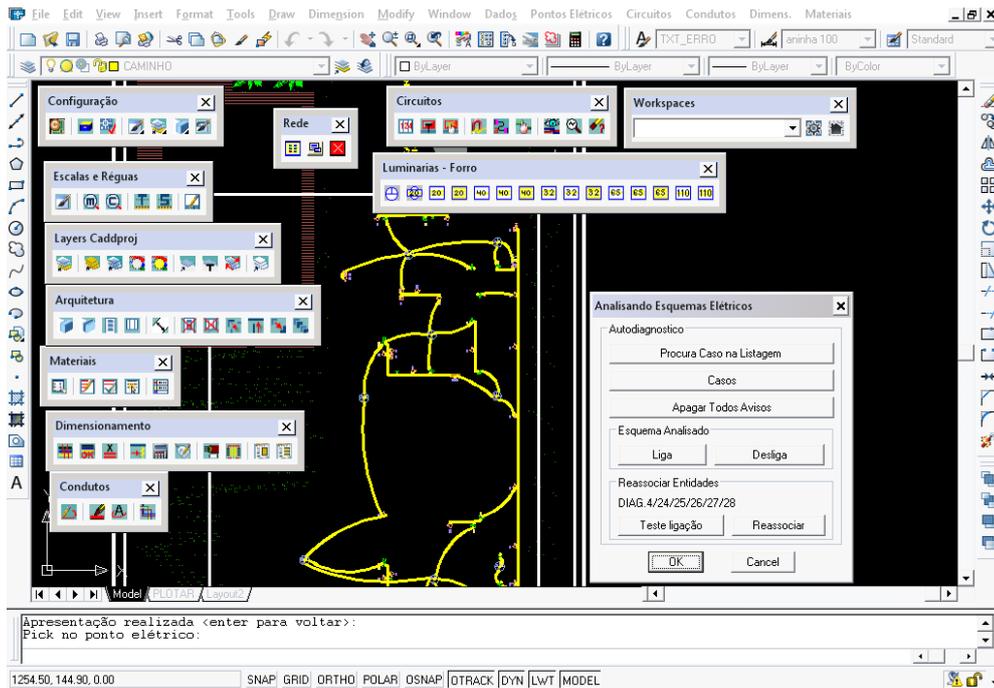


Figura 19 – Analisando esquema elétrico

9. No campo “Análise Esquema Elétrico”, escolha “Material da fiação”, “definição de seção” e clique em “Automático”, no campo “Desenha fiação”.

Obs.: Pode-se modificar a escala do texto, se a fiação ficar ilegível. Caso persistam os problemas, pode-se utilizar o modo “Linha de chamada”, no campo “Desenhar Fiação” onde se pode escolher inserção automática ou manual, a critério do usuário.

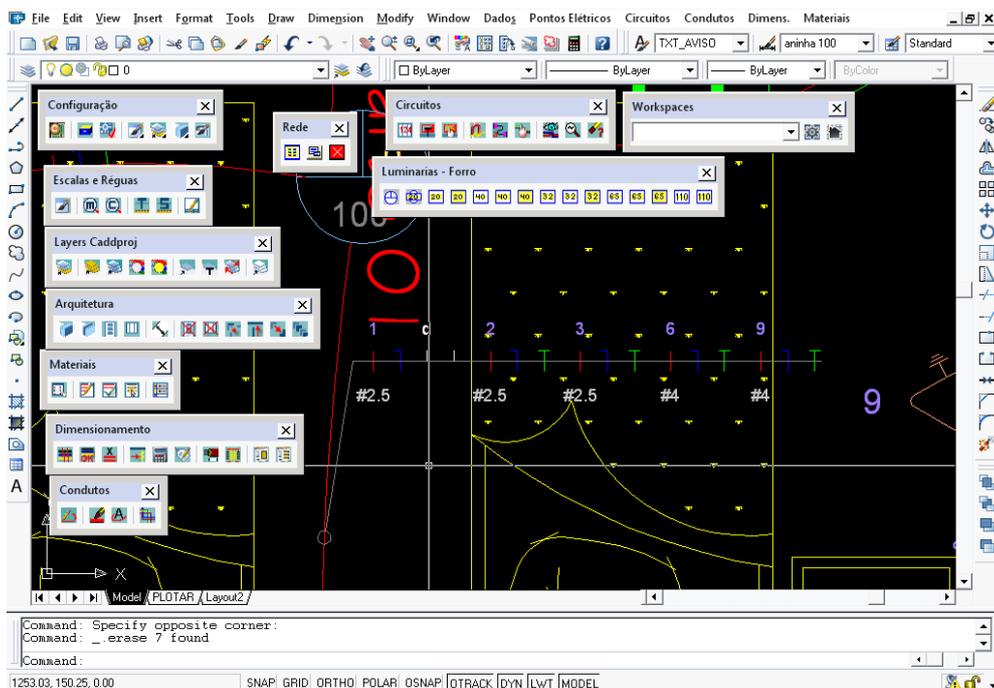


Figura 20 – Exemplo de Linha de chamada

2.2.6 Dimensionamento da Proteção, Quadro de Cargas e Unifilares.

Para gerar os unifilares da instalação:

1. No menu “Dimens”, clique em “Alimentadores de Quadros > CAB”.
2. Forneça os dados solicitados na caixa “Cálculos de condutores de alimentação de quadros e cargas especiais”.
3. Clique em “Calcula” e confira os resultados.
4. Clique em “Diagramas > DAG”.
5. Defina “Potência Reserva do Quadro”, e determine “Proteção”.
6. Clique em “Balanceamento”, confira os dados e clique no botão “OK”.
7. Clique no botão “Desenha”.
8. Clique no ponto e confirme.

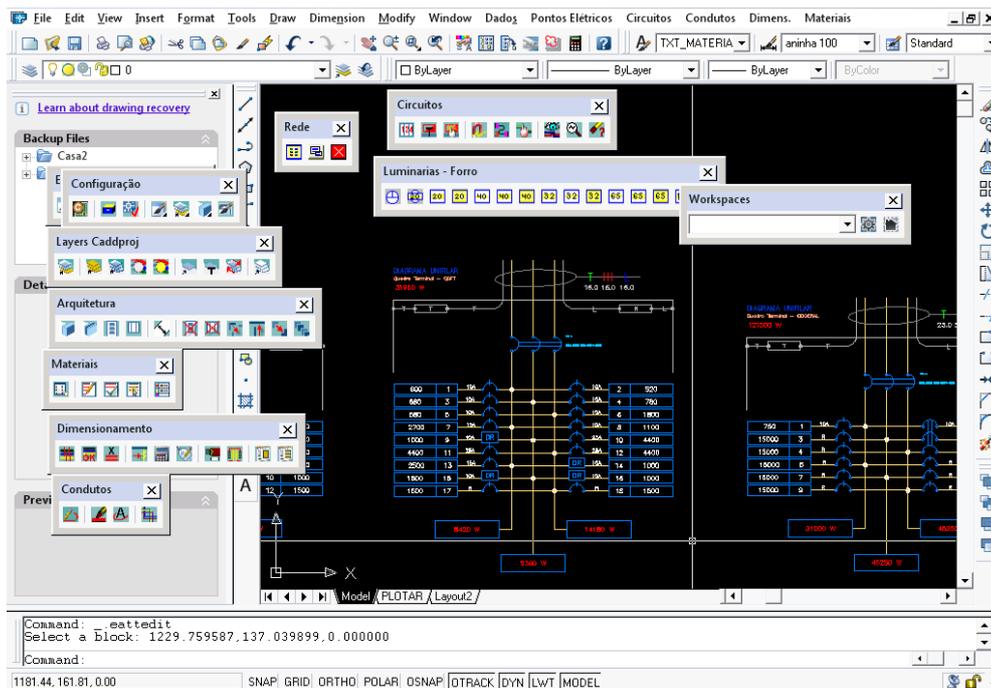


Figura 21 – Unifilar de Quadro de Distribuição

Para gerar a malha de distribuição do quadro (MDQ) de um pavimento inferior aos quadros de pavimento superior, ou em outros ambientes, deve-se desenhar os eletrodutos e traçar a fiação manualmente. O procedimento consiste em:

1. No menu “Condutores”, clique em “Desenhar traçado > DCD”.
2. No campo “Representação em planta”, clique no botão “Eletrodutos”.
3. Escolha a posição: “Sobe”, “Desce” ou “Passa”.

4. Escolha o ponto de início da tubulação e sua disposição na planta.
5. Digite a finalidade da tubulação.
6. No menu “Condutos” clique em “Edição -> Editar Condutos > EDI. Defina comprimento e diâmetro da tubulação.
7. Para desenhar a fiação, no menu “Condutos”, clique em “Fiação Automática > AFI”.
8. No campo “Modificar dados de fiação”, clique em “Copiar”.
9. Clique em algum condutor, e depois clique no condutor onde se quer colocar o traçado.
10. De volta ao campo “Modificar dados de fiação”, clique em “Editar” e insira o tipo de fiação necessário para o quadro.

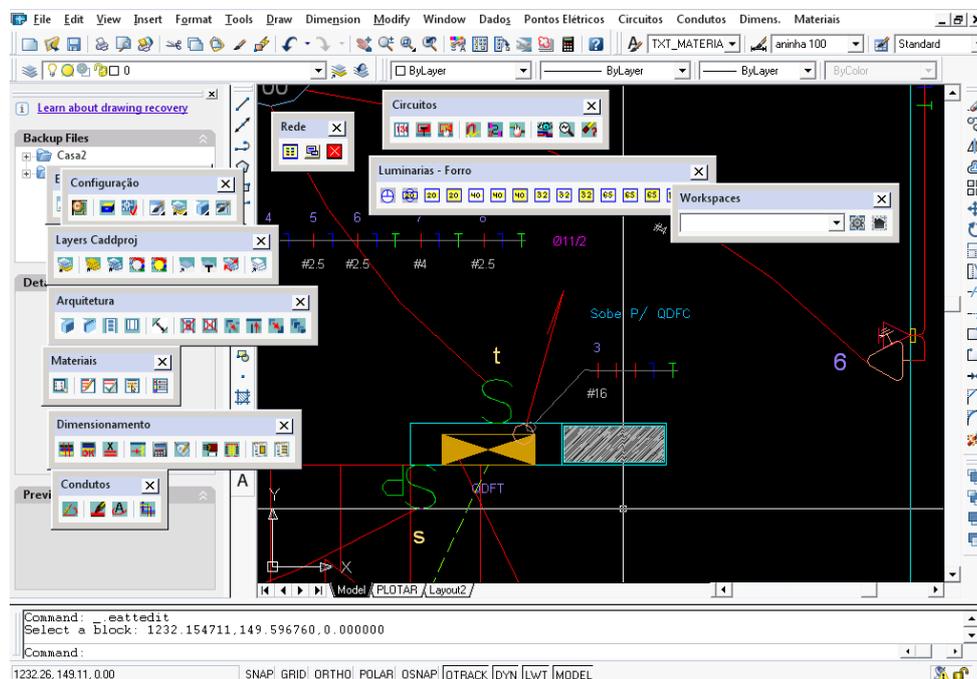


Figura 22 – Detalhe de Distribuição de Alimentadores de Quadros de Distribuição

Para gerar o quadro de cargas

1. No menu “Dimens”, clique em “Critérios de Entrada > QD”. Escolha o “Quadro” a ser dimensionado, “Tensões de trabalho”, “Fator de correção”, “Isol. Temp. de Condutor”, tipo “Dispositivo de proteção” e “Método de Instalação”. Repita o procedimento para todos os quadros.
2. Clique em “Calcular > QC”, no menu “Dimens”.
3. Clique em “Editar Quadros > QE”, no menu “Dimens”.
4. Confirme os cálculos, clicando em “Unidades”.

5. Modifique “Bitola da fiação”, ou a proteção que por ventura esteja mal dimensionada, e clique em “Recalcular”.
6. Clique em “Quadro de Cargas > QDT”, no menu “Dimens”.
7. Escolha o quadro e confirme.

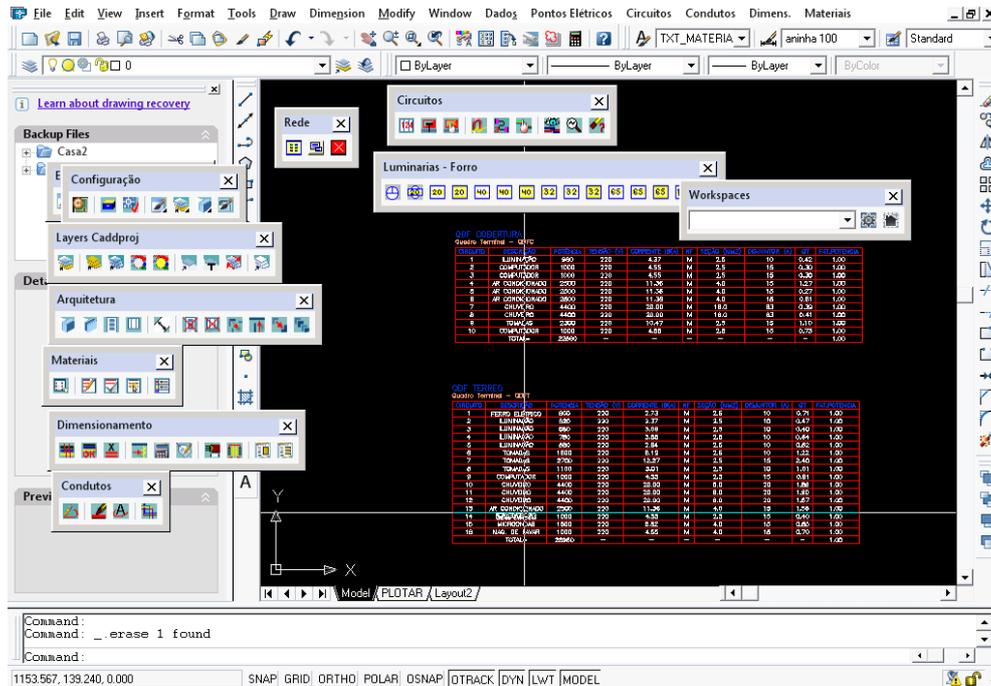


Figura 23 – Quadros de Cargas

2.2.7 Lista de Materiais

Uma vez concluído o projeto, deve-se lançar a lista de materiais necessários para a execução do projeto. O software gera automaticamente a lista para o projetista, da seguinte forma.

1. No menu “Materiais”, clique em “Gerar Lista > GML”.
2. Na Caixa “Gerenciamento de Materiais”, clique no botão “Gerenciamento”.
3. Digite o nome do pavimento, e em seguida em “Adiciona”. Repita o procedimento até nomear todos os pavimentos da instalação.
4. Após selecionar um pavimento, clique em “OK”.
5. Na aba “Gerenciamento de Materiais”, clique no botão “Ordenação”.
6. Escolha os campos que a lista deverá ter. Clique em “OK”.
7. Para gerar listas independentes para cada pavimento, selecione no campo “Critério de Análise” a opção “Lista por pavimento”.

8. Na aba “Gerenciamento de Materiais”, clique no botão “Selecione Projeto”.
9. Selecione todo o projeto e o diagrama unifilar do quadro referente ao pavimento em que está sendo criada a lista de materiais. Confirme. Repita o procedimento (a partir de 4) para os demais pavimentos. No caso de escolha da opção “Lista Total da Obra” basta selecionar todo o projeto inclusive os unifilares.
10. Clique no botão “Gerar Listagem de Material”.
11. No menu “Materiais”, em “Inserir Lista > DLM”, ajuste os parâmetros necessários. Clique em “OK”.
12. Clique no local desejado.

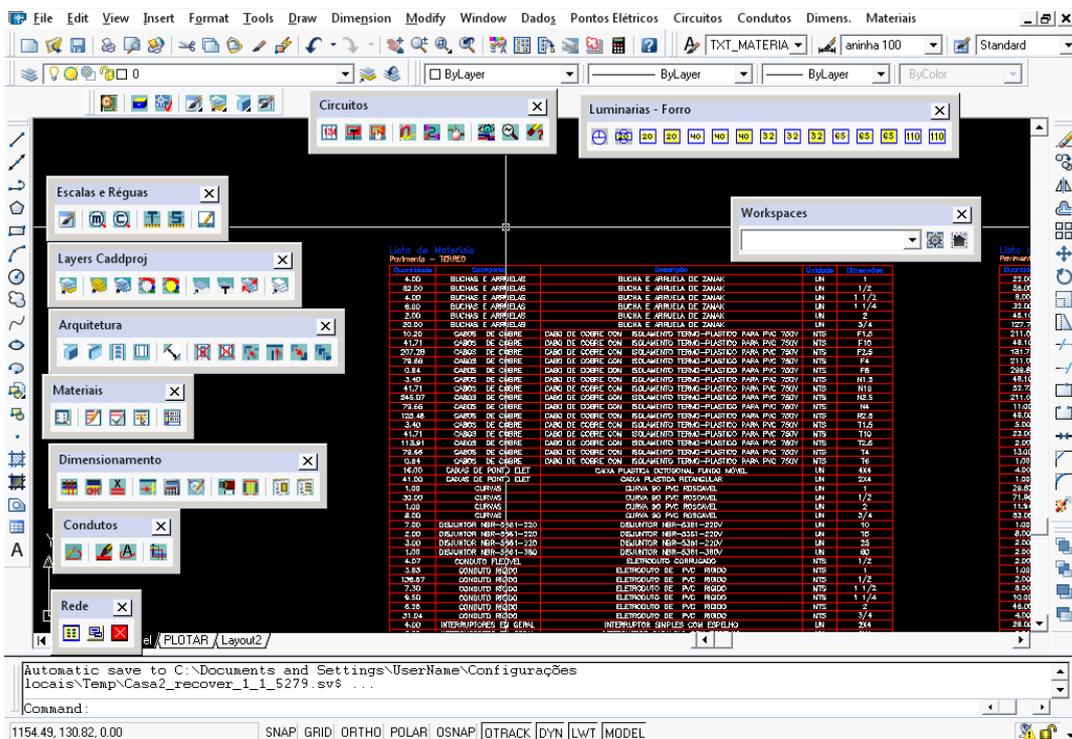


Figura 24 – Inserção de Lista de materiais

2.2.8 Legenda e Formato

Para inserir uma legenda, o procedimento é o seguinte:

1. No menu “Materiais”, clique em “Legenda > LEG”.
2. Clique no ponto de inserção da legenda.
3. Digite os parâmetros solicitados na linha de comando. Confirme.

Para inserir o formato, deve-se:

1. Apontar em Características de Projeto, no menu “Dados”, e clicar em “Inserir Folhas > FO”.
2. Clicar no ponto de inserção do formato.