

SISTEMA INTEGRADO PARA PROJETO EXECUTIVO EM ALVENARIA ESTRUTURAL (SIPALex): MÓDULO PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

**Aruac Alves Santos, Diôgo Silva de Oliveira, Rita de Cássia S. Sant'Anna
Alvarenga, Kleos M. Lenz César Jr**

*aruac2006ufv@hotmail.com, diogoengenheiroufv@hotmail.com, ritadecassia@ufv.br,
kleos@ufv.br*

*Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Campus
Universitário, 36571-000, Minas Gerais, Brasil, <http://www.ufv.br/dec>*

Keywords: Alvenaria Estrutural, Autolisp, DCL, Instalações Elétricas.

Resumo. Na construção racionalizada, na qual a alvenaria estrutural se insere, é necessária a elaboração de um projeto o mais detalhado possível, de forma a minimizar, senão eliminar, a necessidade de improvisos durante a construção. Para isto, é necessária e conveniente a utilização de recursos computacionais. Com vistas à obtenção de um projeto executivo, foi implementado o software SIPALex, que é composto de cinco módulos: arquitetônico, modulação, estrutural, instalações elétricas e hidrosanitárias. Projetar uma instalação elétrica, para qualquer tipo de prédio ou local consiste essencialmente em selecionar, dimensionar e localizar, de maneira racional, os equipamentos e outros componentes necessários, a fim de proporcionar, de modo seguro e efetivo, a transferência de energia da fonte até os pontos de utilização. Neste trabalho apresenta-se uma ferramenta computacional desenvolvida em linguagem AutoLisp e DCL (Dialog Control language), capaz de gerar a representação em vista e em planta baixa dos componentes necessários a um projeto elétrico, de forma automática. A ferramenta desenvolvida utiliza a mesma plataforma para os desenhos de projeto em geral (AutoCAD). Este programa permite a atualização nas vistas geradas em modulação dos componentes elétricos em seus exatos pontos de inserção, a fim de aproveitar os furos dos blocos para a passagem dos eletrodutos, além de poder gerar toda a parte de representação de um projeto elétrico. A representação e a simbologia têm como base os critérios das normas brasileiras, com exceção da simbologia utilizada para os blocos referentes à elevação das paredes. O programa gera uma legenda que permite a fácil identificação dos blocos, além destes poderem ser coloridos, o que facilita a sua identificação. O aplicativo permite ainda a geração da lista de materiais necessários para a execução do projeto, demonstrando grande eficiência, facilidade de uso e rapidez na elaboração e representação de um projeto elétrico.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

O sistema construtivo em alvenaria estrutural tem sido amplamente empregado em grande parte do mundo devido às suas inúmeras vantagens em relação aos sistemas construtivos tradicionais. É um sistema construtivo racionalizado, no qual os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, projetados e dimensionados de acordo com certos modelos matemáticos, dispensando as vigas e os pilares.

A alvenaria é definida como um conjunto coeso e rígido, conformado em obra, de tijolos ou blocos (unidades de alvenaria) unidos entre si por argamassa, podendo ser armada ou não-armada. Esta contém armaduras com finalidade construtiva, ao passo que aquela possui armaduras para absorver os esforços calculados.

A principal vantagem da alvenaria estrutural está na simplificação do processo construtivo, reduzindo etapas e mão-de-obra, com conseqüente redução do tempo de execução. Quando da utilização de blocos, é possível a aplicação da técnica de coordenação modular, que se constitui no primeiro passo para a racionalização da construção em alvenaria estrutural. Esta técnica implica em estabelecer todas as dimensões da estrutura como múltiplo da unidade básica. Dessa forma são evitados cortes, desperdícios e improvisações.

Além disso, os projetos complementares podem ser desenvolvidos na forma de 'kits', montados e testados no próprio canteiro de obras antes de sua instalação. Enfim, é possível desenvolver um sistema racionalizado que resulta na melhoria de qualidade do produto final e em significativa economia.

Outra vantagem é que em qualquer ponto da fundação, as cargas distribuídas são bem menores que as concentradas e descarregadas por colunas. Com isso, é dispensável a utilização de fundações profundas.

Como qualquer outro sistema construtivo, a alvenaria estrutural também apresenta algumas desvantagens, podendo ser citadas: exigência de mão-de-obra qualificada, impedimento de reformas que modifiquem a disposição das paredes estruturais sem consulta prévia ao engenheiro responsável e provável condicionamento do projeto arquitetônico.

Como as paredes são estruturais, não podem ser eliminadas, aconselha-se que no projeto arquitetônico sejam previstas algumas paredes como vedação, que poderão ser cortadas, visto que as modificações das instalações hidráulicas e elétricas são restritas, pois os blocos não podem ser 'rasgados' para embutir novas tubulações.

1.2 A importância da informatização em projeto de estruturas

No que se refere à construção civil, o domínio de novas técnicas, novos materiais e novos processos de produção, em associação com uma economia de mercado onde a iniciativa e a competição são naturais, fazem com que a eficiência seja um fator de extrema importância e implicam na otimização do aproveitamento dos recursos

disponíveis, tais como materiais, mão-de-obra, tempo, energia e capital.

Na construção racionalizada, na qual a alvenaria estrutural se insere, é necessária a elaboração de um projeto o mais detalhado possível, de forma a minimizar, senão eliminar, a necessidade de improvisos durante a construção. Todavia, esse maior detalhamento do projeto não deve onerar significativamente o cronograma executivo. É nesse contexto que se evidenciam a importância e a necessidade da automatização de procedimentos de projeto.

As empresas que lidam com construção racionalizada podem maximizar seus ganhos investindo em processos de análise mais sofisticados, que permitem avaliar as situações com maior precisão. A utilização de software surge então como elemento fundamental para resolver o conflito precisão \times eficiência.

A necessidade de um projeto elétrico preciso, econômico, seguro e desenvolvido com a velocidade demandada pelo mercado encontrou na informática a parceria ideal, o que torna cada vez mais necessário investir nesta área de trabalho.

1.3 Projeto elétrico

A concepção do projeto elétrico exige a interação dos projetistas. Deve-se buscar resolver os mais variados detalhes executivos de forma a minimizar as interferências entre os projetos arquitetônico, estrutural e de instalações. O resultado desse processo é um projeto bem solucionado e com grande nível de detalhes, o que se denomina sistema racionalizado.

É importante ressaltar que no sistema estrutural, as caixas de passagem, de tomadas, e interruptores podem ser pré-instaladas em blocos cortados durante a execução da alvenaria, sendo que algumas empresas fornecem blocos específicos para projetos de instalações. Para evitar cortes verticais na alvenaria, os eletrodutos devem passar pelos blocos vazados.

Como alternativa construtiva, pode-se assentar o bloco cortado com espaço para a caixa de passagem e posteriormente chumbá-la. Para evitar cortes exagerados na alvenaria, as caixas de passagem e algumas caixas de distribuição devem ser projetadas nas dimensões recomendadas.

O projetista deve ser informado das dimensões e posições dos quadros de distribuição. Assim, podem ser feitos reforços nas aberturas a fim de que a integridade estrutural das paredes seja respeitada.

1.4 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma ferramenta computacional capaz de gerar a representação em vista e em planta baixa dos componentes necessários a um projeto elétrico. Ferramenta esta que foi desenvolvida em linguagem AutoLisp e DCL (Dialog Control language).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Projeto

Projetar uma instalação elétrica, para qualquer tipo de prédio ou local, consiste essencialmente em selecionar, dimensionar e localizar, de maneira racional, os equipamentos e outros componentes necessários, a fim de proporcionar, de modo seguro e efetivo, a transferência de energia da fonte até os pontos de utilização. Consiste, em princípio, nos passos descritos a seguir:

- Levantamento das características do projeto.
- Marcação dos pontos de luz.
- Marcação de tomadas e interruptores.
- Marcação de cargas especiais – tomadas de uso específico.
- Previsão de cargas.
- Localização do quadro de distribuição.
- Divisão dos circuitos.
- Dimensionamento dos condutores.
- Dimensionamento da proteção.
- Balanceamento de cargas.
- Lançamento dos eletrodutos.
- Lançamento dos condutores.
- Dimensionamento dos eletrodutos.
- Cálculo de demanda.
- Dimensionamento da entrada.
- Esquema unifilar.
- Detalhamento do projeto.
- Medição, especificação e orçamento de material.

Salienta-se que o projeto de instalações elétricas é apenas um dos projetos necessários à construção de um edifício e, assim, sua elaboração deve ser conduzida em perfeita harmonia com os demais projetos (arquitetura, estruturas, etc.). Este fato é ainda mais relevante quando se trata de edifícios de alvenaria estrutural, cujas paredes, que se constituem também na estrutura, não podem ser cortadas e, desta forma, as tubulações elétricas deverão ser previstas na etapa de projeto para que sejam evitados imprevistos na execução da obra.

2.2 Iluminação

As cargas de iluminação são determinadas pela aplicação da [ABNT : NBR 5413 - Iluminação de Interiores - 1992](#). As cargas mínimas de um projeto estão descritas a seguir:

- Para aparelhos fixos de iluminação à descarga, a potência nominal a ser considerada deverá incluir a potência das lâmpadas, as perdas e o fator de potência dos equipamentos auxiliares.
- Em cada cômodo ou dependência de unidades residenciais, hotéis, motéis e

similares deve ser previsto no mínimo um ponto de luz no teto de 100 VA, comandado por interruptor de parede.

- Em hotéis, motéis e similares pode-se substituir o ponto de luz no teto por tomada de corrente de 100 VA, comandada por interruptor de parede.
- Alternativa para unidades residenciais:
 - a) cômodo ou dependência com área igual ou inferior a 6 m² deve-se adotar um ponto de luz com potência mínima de 100 VA;
 - b) cômodo ou dependência com área superior a 6 m² deve-se adotar um ponto de luz com potência mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescidos de 60 VA para cada aumento de 4m² inteiros.
- Admite-se que o ponto de luz fixo no teto seja substituído na parede em espaços sob escada, depósitos, despensas, áreas molhadas e varandas, desde que de pequenas dimensões e onde a colocação do ponto no teto seja de difícil execução ou não conveniente.

2.3 Tomadas de uso geral (TUG)

São usadas para ligar aparelhos diversos da casa com potência definida. Podem não ser específicas para algum aparelho, mas são consideradas um ponto ativo.

Os pontos de tomadas destinados a alimentar mais de um equipamento devem ser previstos com a quantidade adequada de tomadas, sendo os valores mínimos de potência para:

- a) Residências
 - Em banheiros, cozinhas, copas-cozinhas, áreas de serviço: 600 VA por tomada, até 3 tomadas e 100 VA para as demais. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto excedente, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente.
 - Demais cômodos ou dependências: 100 VA por tomada.
- b) Instalações comerciais
 - 200 VA por tomada.
 - Pavimento térreo de edifícios residenciais ou pavimentos específicos (sobrelojas) muitas vezes são utilizados para atividades comerciais. A [ABNT : NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão - 2005](#) não especifica critérios para previsão de cargas em instalações comerciais e industriais. Deve-se levar em conta a utilização do ambiente e as necessidades do cliente.

De acordo com o ambiente, o número mínimo de pontos de tomada de uso geral é:

- a) Cômodo ou dependência com área igual ou inferior a 2,25 m²:
 - Um ponto de tomada; admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, em até 0,80 m no máximo de

sua porta de acesso.

- b) Cômodo ou dependência com área igual ou inferior a 6 m²:
 - Pelo menos um ponto de tomada.
- c) Cômodo ou dependência com área maior que 6 m²:
 - Pelo menos uma tomada a cada 5 m de perímetro ou fração uniformemente distribuída, sendo o número de tomadas dado pela expressão (1), onde N é o número de tomadas e P o perímetro do cômodo em questão.

$$N = P/5. \quad (1)$$

- d) Banheiro:
 - Uma tomada junto ao lavatório. Nenhum interruptor ou tomada deve ser instalado a menos de 0,60 m da porta aberta de uma cabine de banho, independente da área do banheiro.
- e) Cozinha, copa, copa-cozinha, área de serviço, lavanderias e locais análogos:
 - Uma tomada a cada 3,5 m de perímetro ou fração, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos. Os pontos de tomadas desses locais devem ser atendidos por circuitos exclusivamente destinados à alimentação dos mesmos, sendo o número de tomadas dado pela expressão (2), onde N é o número de tomadas e P o perímetro do cômodo em questão.

$$N = P/3,5. \quad (2)$$

- f) Escada, corredor, varanda, sótão e garagem:
 - Mínimo de uma tomada. Exceção para a varanda, que se admite que o ponto não seja instalado na própria varanda, mas próximo ao seu acesso, quando a varanda, por razões construtivas, não comportar o ponto de tomada ou quando sua área for inferior a 2 m² ou, ainda, quando sua profundidade (da parede ou parapeito) for inferior a 0,80 m.
- g) Em halls de serviço, salas de manutenção e salas de equipamentos, tais como casas de máquinas, sala de bombas, barriletes ou locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada de potência mínima de 1000 VA.
- h) Em áreas comerciais e de escritórios, pode-se usar o seguinte critério:
 - Escritórios comerciais ou análogos com área menor que 40 m² – 1 tomada para cada 3 m ou fração de perímetro; ou 1 tomada para cada 4 m² ou fração de área (adotar o que resultar no número maior).
 - Escritórios comerciais ou análogos com área maior que 40 m² – 10 tomadas para os primeiros 40 m² e 1 tomada para cada 10 m², ou fração, da área restante.
 - Em lojas – 1 tomada para cada 30 m² ou fração de área, não computadas as tomadas destinadas a vitrines e à demonstração de aparelhos.

2.4 Tomadas de uso específico (TUE)

São tomadas destinadas a alimentar aparelhos fixos ou estacionários que, embora removidos, trabalham sempre em um determinado local e que consomem individualmente mais de 10 A.

Para o valor de potência adotado, toma-se a potência nominal dos aparelhos, que devem ser instalados a no máximo 1,5 m do local previsto para o equipamento. Como exemplos, citam-se o ar condicionado e o chuveiro.

É importante salientar que a conexão do chuveiro elétrico ao ponto de utilização deve ser direta, sem uso de tomada de corrente.

2.5 Interruptores

Os interruptores são pontos de comando de 10 A e 250 V, que podem ser dos seguintes tipos:

- Simples, apresentando uma, duas ou três seções, sendo que cada seção comanda um único ponto de luz.
- Three-way ou paralelo, que é utilizado para comandar uma lâmpada ou grupo de lâmpadas por dois pontos diferentes.
- Four-way ou paralelo, que é utilizado para comandar uma lâmpada ou um grupo de lâmpadas por três ou mais pontos diferentes, sendo o mesmo instalado entre dois interruptores three-way.

2.6 Recomendações para a representação da tubulação

Para a representação das tubulações devem-se tomar os seguintes cuidados:

- a) O traçado dos eletrodutos deve ser o caminho mais curto e retilíneo, evitando o cruzamento de tubulações nas lajes. É importante levar em conta os detalhes do projeto estrutural, hidrossanitário, dentre outros.
- b) Evitar que caixas embutidas no teto, do tipo octogonais 4"x4"x4" de fundo móvel ou octogonais 3"x3"x2" de fundo fixo, estejam interligadas a mais de 6 eletrodutos e que as caixas retangulares, do tipo 2"x4"x2" e 4"x4"x2", sejam embutidas nas paredes e se conectem com mais de 4 eletrodutos por causa da ocupação com emendas.
- c) Evitar que em cada trecho de eletroduto passe uma quantidade elevada de circuitos, sendo o limite máximo de cinco. Com isto, é possível minimizar a bitola de eletrodutos, o que é benéfico quando se analisa o projeto estrutural.
- d) Nas saídas dos quadros de cargas deve-se prever uma quantidade apropriada de saídas de eletrodutos, em função do número de circuitos existentes no projeto.
- e) Avaliar a possibilidade de utilizar tubulação embutida no piso para o atendimento de tomadas baixas e médias.
- f) Os diâmetros nominais da tubulação deverão ser indicados, salvo o caso em que se utiliza de legenda.
- g) As curvas feitas diretamente nos eletrodutos não devem reduzir efetivamente

seu diâmetro interno.

- h) Os eletrodutos embutidos em concreto armado devem ser colocados de forma a evitar sua deformação durante a concretagem.
- i) Em juntas de dilatação, os eletrodutos rígidos devem ser seccionados, devendo ser mantidas as características necessárias à sua utilização.

Em eletrodutos metálicos a continuidade elétrica deve ser sempre mantida.

2.7 Linguagem de programação em projetos

A implementação de programas mais poderosos tem-se tornado possível em função dos recursos de programação oferecidos pelos softwares de CAD (Computer Aided Design - Projeto Assistido por Computador) disponíveis no mercado.

A programação de computadores para ambientes CAD possibilita a automatização de procedimentos repetitivos, muitas vezes complexos, específicos de cada área, facilitando o entendimento do processo de desenho e de projeto, bem como melhorando o desempenho dos desenhistas e projetistas.

O AutoCAD oferece algumas possibilidades de programação. Dentre elas, o AutoLisp. O AutoLisp é proveniente da linguagem Lisp, muito utilizada na implementação de programas de automação artificial (IA). Até hoje, a linguagem AutoLisp é bastante difundida, existindo muitos aplicativos desenvolvidos com seus recursos, pelo fato de permitir um desenvolvimento rápido e barato de aplicativos.

A linguagem AutoLisp apresenta vantagens como ser segura, interativa e não haver custos adicionais para a implementação de programas, visto que o AutoLisp é parte integrante do AutoCAD.

Uma característica importante no AutoLisp, que o torna muito interessante, é a possibilidade de se utilizar comandos que interajam diretamente com o AutoCAD. Com o AutoLisp podem-se construir programas que solicitam ao usuário determinadas informações, processam essas informações e interferem sobre a área de trabalho do AutoCAD. Para algumas áreas da engenharia esse recurso representa um grande potencial. Podem-se obter informações estratégicas a partir do desenho, que permitirá calcular outros elementos que podem ser desenhados automaticamente. Assim, o usuário pode começar um desenho e assistir à conclusão dele numa velocidade bem maior do que se conseguiria fazendo a mesma coisa manualmente.

Outra linguagem disponível para programação em CAD é a linguagem DCL, Dialog Control Language. É uma linguagem de controle de diálogos implementada para ser interpretada pelo AutoCAD. É uma linguagem de macros, desenvolvida com vistas a tornar a interface com o usuário mais amigável, por meio dos já conhecidos quadros de diálogo.

Até a versão R14, o AutoCAD não dispunha de uma ferramenta de edição ou um ambiente de programação AutoLisp. Era necessário dispor de um processador de textos para escrever os programas. O editor podia ser qualquer um, desde que fosse capaz de gerar arquivos textos ASCII.

A partir da versão 2000, o AutoCAD conta com um ambiente de programação AutoLisp, o Visual Lisp. Através dele, é possível construir programas sem a necessidade daqueles editores de textos ASCII externos. Além disso, o Visual Lisp reúne um editor de textos sensível às características de sintaxe da linguagem, um "debug" de linguagem e um compilador no padrão ARX.

3 O APLICATIVO SIPALex: MÓDULO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Neste trabalho apresenta-se a implementação de um sistema integrado para projeto executivo de edifícios de alvenaria estrutural, módulo elétrico, desenvolvido nas linguagens Autolisp e DCL. Este aplicativo é capaz de gerar a representação em planta baixa dos componentes necessários a um projeto elétrico, através da interação com o usuário. O aplicativo permite ainda, a representação automática destes componentes em vista (ver [figura 1](#)).

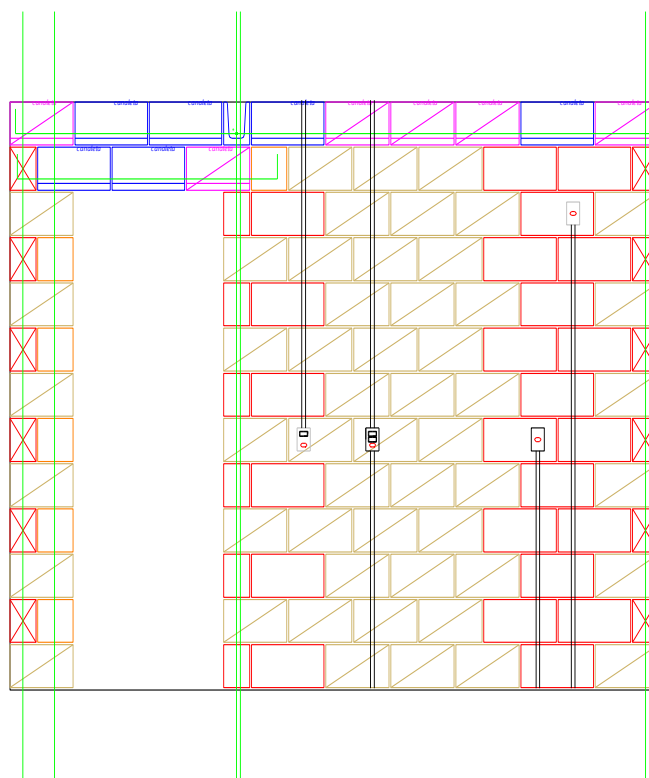


Figura 1: Vista de uma parede com os componentes elétricos representados

O software SIPALex é composto de cinco módulos: arquitetônico, modulação, estrutural, instalações elétricas e hidrosanitárias (ver [figura 2](#)). Após o usuário ter finalizado os dois primeiros módulos, "Arquitetônico" e "Modulação", ele poderá passar para o módulo "Instalações Elétricas". Ao clicar em "Instalações Elétricas" o programa salvará o arquivo com o nome do projeto (dado que é solicitado na etapa inicial do SIPAL) acrescido do sufixo elétrico, para que se crie um arquivo referente ao projeto em questão e não se altere os projetos anteriores.



Figura 2: Menu Principal

3.1 As Funções mover, undo, girar e preview

As funções "MOVER", "UNDO", "GIRAR" e "PREVIEW" estão presentes em muitos menus. Elas são importantes, pois evitam que o usuário saia do software para fazer modificações em seu projeto.

A função "MOVER" é utilizada para mover textos inseridos automaticamente pelo programa e os rearranjar da maneira como o usuário preferir. Salienta-se que não é aconselhável modificar a posição dos blocos, visto que o programa cria um banco de dados que armazena sua posição, o seu nome, entre outros dados, e se ocorresse uma modificação em planta baixa, a mesma não ocorreria em vista.

A função "UNDO" tem como finalidade desfazer o último comando. Já a função "GIRAR" tem como finalidade girar o objeto em relação a um ponto fixo. Ambas possuem comandos semelhantes no AutoCAD.

O botão "PREVIEW" serve para que o usuário possa visualizar melhor o seu projeto depois de uma etapa. Este recurso permite que o usuário amplie o desenho e veja detalhes que ele não consegue ver durante uma etapa normal de inserção.

3.2 Vergas

Tendo em vista que é uma boa opção passar as tubulações referentes ao projeto elétrico pelos furos das paredes, no módulo "Arquitetônico" foi acrescentada uma função que insere vergas na primeira fiada, nos locais onde há portas e janelas, para auxiliar o usuário e evitar que insira tubulações nestas fiadas, visto que nessas fiadas existirão vergas ou contra-vergas.

Salienta-se que as vergas são inseridas na primeira fiada, e estes são os locais onde não se pode passar eletrodutos, ou seja, nenhum componente poderá ser inserido nos respectivos furos. Desta forma, o usuário poderá fazer a inserção de componentes elétricos nos furos que não tenham vergas, tendo-as como uma limitação. A [figura 3](#) ilustra uma primeira fiada com as respectivas vergas inseridas.

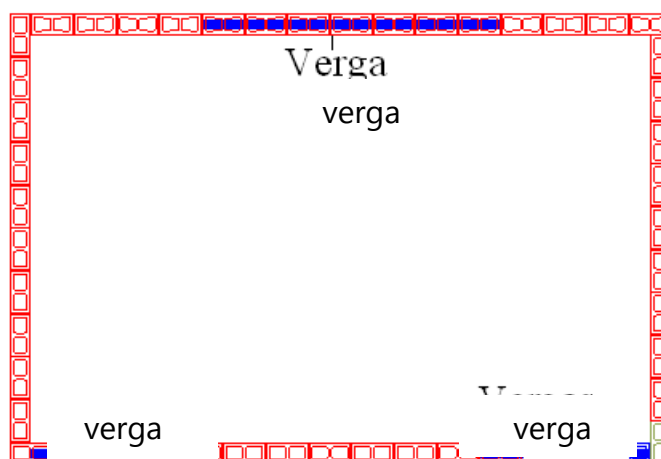


Figura 3: Vergas

3.3 Módulo Elétrico

As rotinas foram criadas com base na forma com que se concebe um projeto elétrico. O usuário deve ter a primeira fiada e as vistas geradas para que possa dar início à etapa referente ao projeto elétrico. Os passos, como mostra a [figura 4](#) são: detalhes iniciais, iluminação, tomadas, Interruptores, blocos especiais, telecomunicação, eletrodutos e condutores, detalhes e quantitativo.

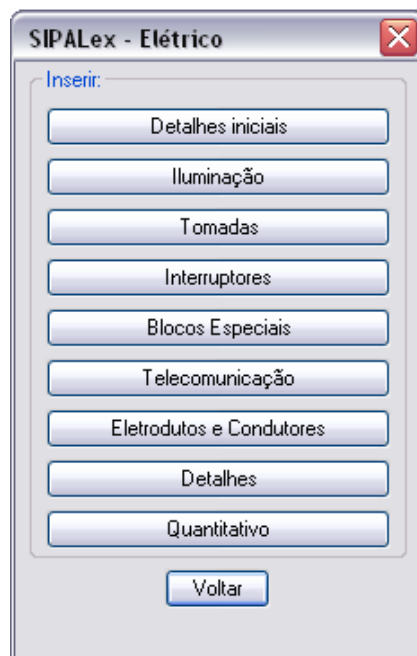


Figura 4: Menu Principal do Módulo Instalações Elétricas

Descrição das rotinas desenvolvidas. Ao clicar no botão "Detalhes iniciais", indicado na [figura 4](#), será ativada uma caixa de diálogo (ver [figura 5](#)) que solicita inicialmente ao usuário a escolha das cores dos blocos (ver [figura 6](#)), para facilitar a identificação destes em planta.



Figura 5: Caixa de diálogo relativa aos detalhes iniciais do projeto

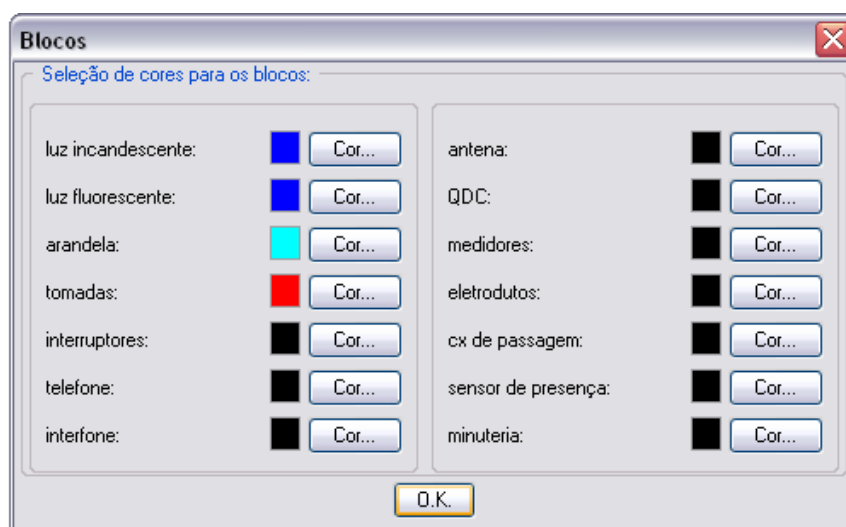


Figura 6: Caixa de diálogo relativa às cores dos blocos

No item "*Paredes não estruturais*", o usuário pode inserir paredes não-estruturais, que podem ser cortadas horizontalmente e permitem a passagem de tubulações de diâmetro maior.

No item "*Cômodos*", o usuário deve selecionar o tipo de cômodo e em seguida ao clicar em ">ponto", clicar dentro do cômodo, para que o programa calcule as áreas e os perímetros desses ambientes e informe a potência mínima de iluminação e o número mínimo de pontos de tomada, segundo critérios normativos.

Ao terminar a etapa "*Detalhes Iniciais*" o usuário de clicar em "*Voltar*" para retornar ao menu principal do programa (ver [figura 4](#)).

Ao clicar no botão "Iluminação", mostrado na figura 4, será ativada a caixa de diálogo destinada à inserção de pontos de Iluminação (ver figura 7). Nesta, o usuário pode optar por inserir um ponto de luz incandescente, fluorescente ou um ponto de luz na parede (arandela).

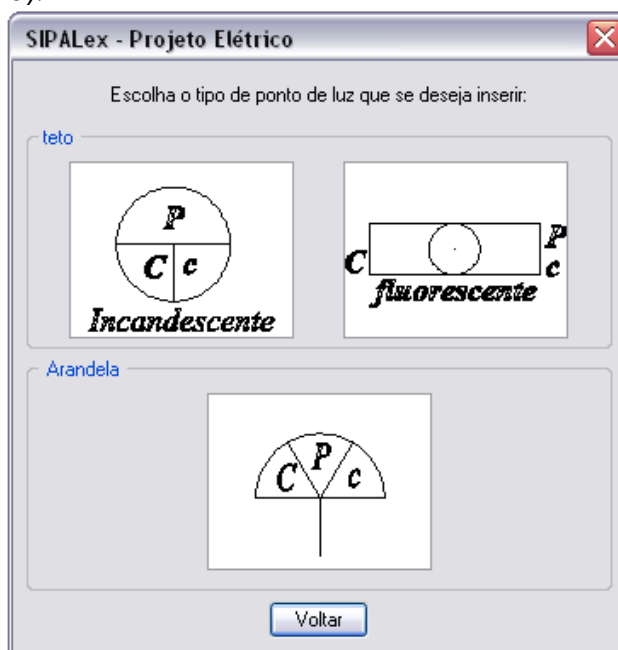


Figura 7: Caixa de diálogo inicial para iluminação

Para selecionar o ponto de luz a inserir, basta clicar sobre a figura do mesmo (ver figura 7). Ao clicar sobre a imagem de "Incandescente" surgirá um novo quadro de diálogo onde o usuário entrará com dados específicos como potência, comando do interruptor, número do circuito. O programa contabiliza automaticamente a potencia total do circuito, a fim de que o usuário tenha uma noção da potência total instalada. Para finalizar basta clicar em "bloco" (ver figura 8) e o programa mostrará os possíveis pontos de inserção, bastando o usuário clicar sobre o ponto que desejar.

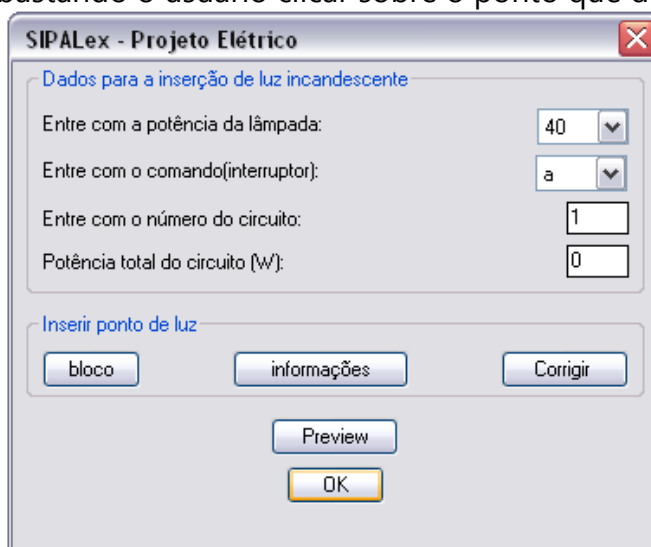


Figura 8: Caixa de diálogo referente a luz incandescente

Ao clicar em "fluorescente" surgirá um quadro de diálogo semelhante ao anterior. As funções são basicamente as mesmas, sendo que as diferenças são o campo de potência unitária e o de número de lâmpadas por ponto.

Ao clicar em "arandela" surgirá um quadro de diálogo semelhante ao anterior. As funções são basicamente as mesmas, sendo que a diferença é que agora o usuário deve indicar o ponto e a direção de inserção da mesma em planta, sendo que este deverá coincidir com o furo dos blocos.

Terminada a etapa "iluminação" o usuário de clicar em "OK" e depois em "Voltar" para retornar ao menu principal do programa (ver figura 4).

Clicando no botão "tomadas" abre a caixa de diálogo mostrada na figura 9. O usuário deve selecionar inicialmente o tipo de tomada (alta, média ou baixa), o uso (geral ou específico) e a tensão (127 ou 220 V). Em seguida deve clicar em ">ponto" e indicar o ponto e a direção de inserção. Em seguida ele deve escolher a potência, o número do circuito e marcar ou não as seguintes opções:

- "inserir componentes numa mesma prumada ou caixa";
- "não cotar tomadas de potência igual a 100 w";
- "digitar altura de inserção do bloco", sendo que deve tomar cuidado para digitar alturas que coincidam com o meio dos blocos.

Para concluir a inserção, o usuário deve clicar no botão "bloco". O programa conta ainda com o botão "informações", que serve para informar a potência mínima de iluminação e o número mínimo de pontos de tomada por cômodo.



Figura 9: Caixa de diálogo referente à inserção de tomadas

Terminada a etapa "Tomadas" o usuário deve clicar em "Voltar" para retornar ao menu principal do programa (ver [figura 4](#)).

Ao clicar em "Interruptores" o programa exibirá o quadro de diálogo que se encontra na [figura 10](#). Primeiramente o usuário deve escolher o tipo de interruptor, simples, paralelo ou intermediário. Em seguida ele deverá clicar em ">ponto" e indicar o ponto e a direção de inserção, entrar com o comando do interruptor e clicar em "bloco" para concluir a inserção.

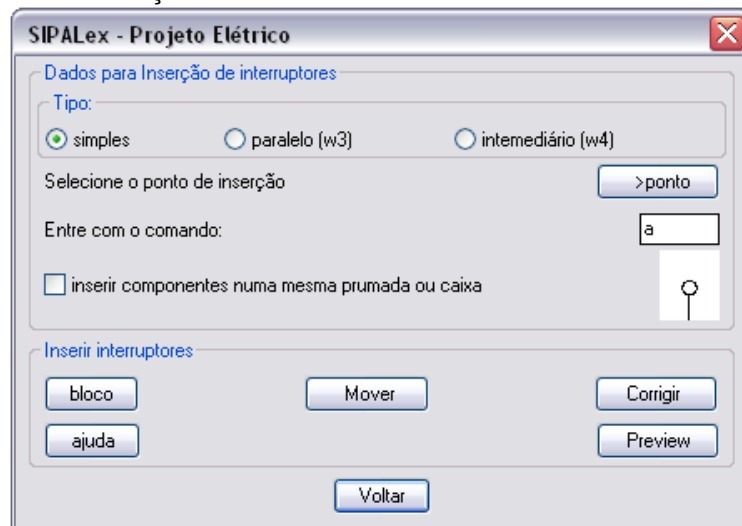


Figura 10: Caixa de diálogo referente a inserção de interruptores

Terminada a etapa "Interruptores" o usuário deve clicar em "Voltar" para retornar ao menu principal do programa (ver [figura 4](#)).

Clicando em "Blocos especiais" o programa exibirá o quadro de diálogo que se encontra na [figura 11](#). Neste quadro, o usuário deve escolher primeiramente o tipo de bloco que se deseja inserir. Os blocos disponíveis são apresentados na [figura 11](#):

- QDC (Quadro de distribuição de circuitos);
- Medidores;
- Caixa de passagem;
- Sensor de presença;
- Eletroduto que sobe;
- Eletroduto que desce;
- Eletroduto que passa descendo;
- Eletroduto que passa subindo.

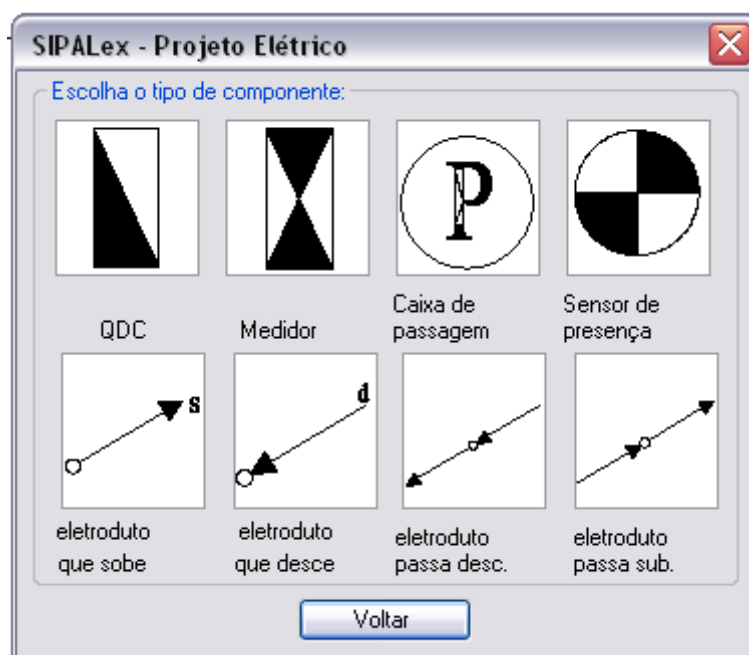


Figura 11: Caixa de diálogo referente à inserção de blocos especiais

Para a inserção de um componente, basta que o usuário clique no desenho do bloco que o programa passará para o quadro de diálogo referente à inserção deste componente.

Os componentes "*Caixa de passagem*" e "*Sensor de presença*" apresentam algumas funções adicionais, como mostram a [figura 12](#) e a [figura 13](#). Os demais apresentam um quadro de diálogo em comum, como mostra a [figura 14](#).

Para o "*sensor de presença*" (ver [figura 12](#)), fez-se necessário dar a opção de escolha quanto ao local, podendo a inserção ser:

- Na parede, onde o usuário entrará com o ponto e a direção de inserção;
- No teto, onde o usuário fornecerá somente o ponto de inserção;

Para a "*caixa de passagem*" (ver [figura 13](#)), fez-se necessário dar a opção de escolha do tamanho e da altura de inserção.

Para os demais blocos (ver [figura 14](#)), as principais rotinas apresentadas na caixa de diálogo são:

- "*>ponto*", onde o usuário fornece o ponto e a direção de inserção;
- "*bloco*", onde o usuário deve clicar para inserir o componente, depois de ter escolhido o ponto de inserção;
- "*Inserir Texto*", onde o usuário poderá inserir um texto referente ao componente inserido, ao marcar a caixa;
- "*Corrigir*", que é útil para apagar o componente escolhido e atualizar esta exclusão no banco de dados e em vista.



Figura 12: Caixa de diálogo referente à inserção de Sensor de Presença

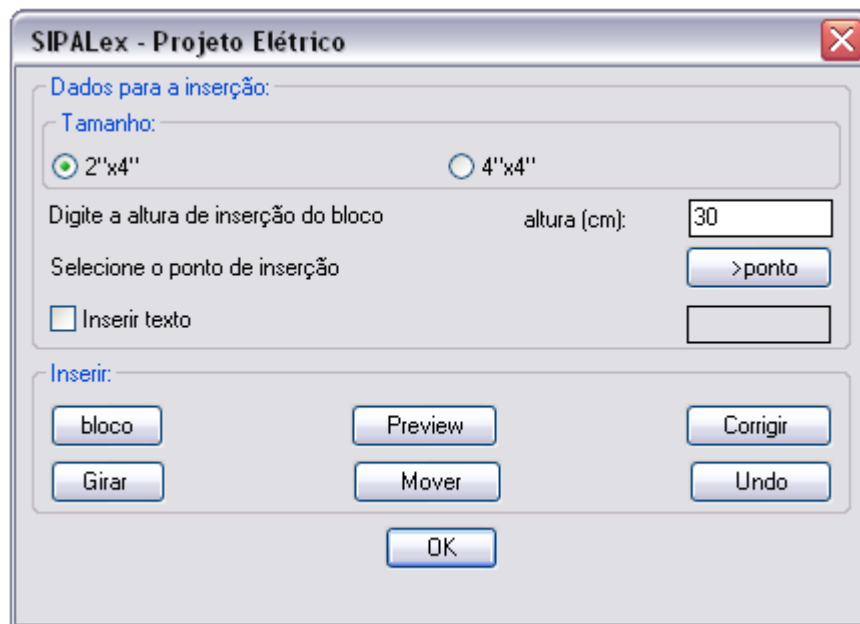


Figura 13: Caixa de diálogo referente à inserção de caixa de passagem

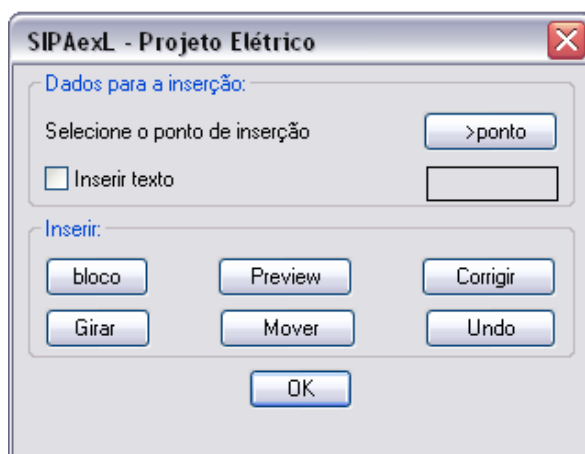


Figura 14: Caixa de diálogo referente à inserção dos demais blocos especiais

Terminada a etapa "*Blocos especiais*", o usuário deve clicar em "OK" e depois em "Voltar" para retornar ao menu principal do programa (ver [figura 4](#)).

Ao clicar em "Telecomunicação", o programa exibirá o quadro de diálogos apresentado na [figura 15](#). Salienta-se que o projeto de telecomunicação é independente do projeto elétrico e que apenas foram criadas rotinas de inserção de blocos e atualização em vista dos componentes.

Primeiramente, o usuário deverá escolher qual o tipo de ponto de telecomunicação que são os seguintes possíveis: telefone, interfone e antena. Assim como nas inserções anteriores, é necessário fornecer o ponto e a direção de inserção, ao clicar em ">ponto". Para confirmar a inserção basta clicar em "bloco".

A função "Corrigir" deve ser usada da seguinte maneira:

- Inicialmente, o usuário deve selecionar o objeto a ser apagado.
- Em seguida, ele deverá apertar "ENTER" para confirmar.



Figura 15: Caixa de diálogo referente à inserção dos pontos de telecomunicação

Ao terminar a etapa "Telecomunicação" o usuário deve clicar em "OK" para retornar ao menu inicial do programa (ver figura 4).

Clicando em "Eletrodutos e Condutores", o programa exibirá o quadro de diálogos apresentado na figura 16.

No menu "Eletrodutos", o usuário primeiramente deve escolher a forma de representar o eletroduto, se será por meio de uma reta ou de uma curva, além de optar entre embutir no teto ou no piso.

Em seguida, ele deve escolher o diâmetro nominal (mm) do eletroduto e, por fim, deve clicar em "Obter" e seguir os seguintes passos:

- Caso seja uma reta, clique no ponto inicial e final do eletroduto.
- Caso seja uma curva, clique nos pontos que definem a curva. Salienta-se que para a curva é necessário fornecer três pontos.
- Além de definir os pontos da reta ou curva, é necessário clicar sobre os blocos a partir dos quais o eletroduto sai e chega respectivamente.

No menu "Condutores", o usuário deve primeiramente escolher os condutores que serão inseridos.

Em seguida, ele deve escolher o número do circuito e a letra de comando e, por fim, deve clicar em ">ponto" e seguir os seguintes passos:

- clique no ponto de inserção do condutor.
- Indique a direção de inserção do condutor, esta que será perpendicular em relação ao condutor.

The image shows a software dialog box titled "SIPALex - Projeto Elétrico-Eletrodutos e Condutores". It is divided into two main sections: "Eletrodutos" and "Condutores".

Eletrodutos section:

- Label: "Escolha a forma de representar o eletroduto :"
- Options: reta, curva
- Dropdown menu: "embutido-teto"
- Text: "Entre com o diâmetro nominal do eletroduto em mm:"
- Input field: "20"
- Text: "Caso seja uma reta, clique no ponto inicial e final do eletroduto. Caso seja uma curva, clique nos pontos que definem a curva (3 pontos)."
- Button: "Obter"

Condutores section:

- Label: "Escolha os condutores: Fase - Neutro - Terra - Retorno Simples e Duplo :"
- Options: F, F, F, N, T, RS, RD
- Text: "Entre com o número do circuito"
- Input field: "1"
- Text: "Entre com o comando"
- Input field: "a"
- Text: "Selecione o ponto de inserção"
- Button: ">ponto"

Bottom section:

- Buttons: "OK", "Preview", "corrigir"

Figura 16: Caixa de diálogo referente à inserção de eletrodutos e condutores

Ao terminar a etapa "Eletrodutos e Condutores" o usuário deve clicar em "OK" para retornar ao menu inicial do programa (ver figura 4).

Clicando em "Detalhes" o programa exibirá o quadro de diálogos apresentado na figura 17. Primeiramente, o usuário deverá escolher o bloco, selecionando um dos disponíveis na caixa de listagem. Assim como nas inserções anteriores, é necessário fornecer o ponto e a direção de inserção, ao clicar em ">ponto". Para confirmar a inserção, basta clicar em "bloco".

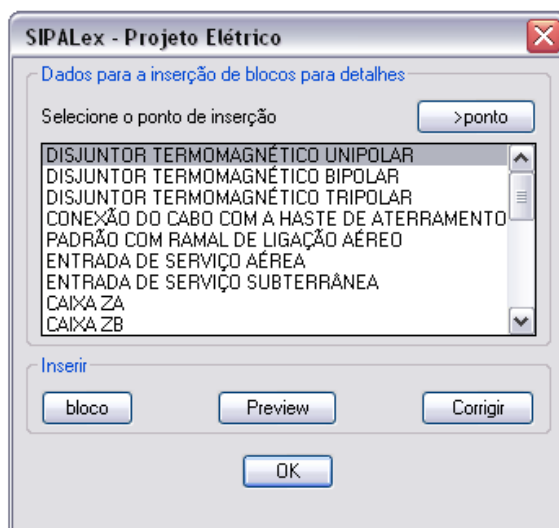


Figura 17: Caixa de diálogo referente à inserção de blocos para detalhe

Ao terminar a etapa "Detalhes" o usuário deve clicar em "OK" para retornar ao menu inicial do programa (ver figura 4).

Clicando em "Quantitativo", o programa exibirá o quadro de diálogos como mostrado na figura 18. Ao clicar no botão "Obter polígono", o usuário deverá clicar em dois pontos, de forma a criar um retângulo envolvendo todas as vistas geradas e a planta baixa. Para evitar erros, orienta-se que os pontos estejam devidamente afastados dos contornos externos de aproximadamente 50 cm.

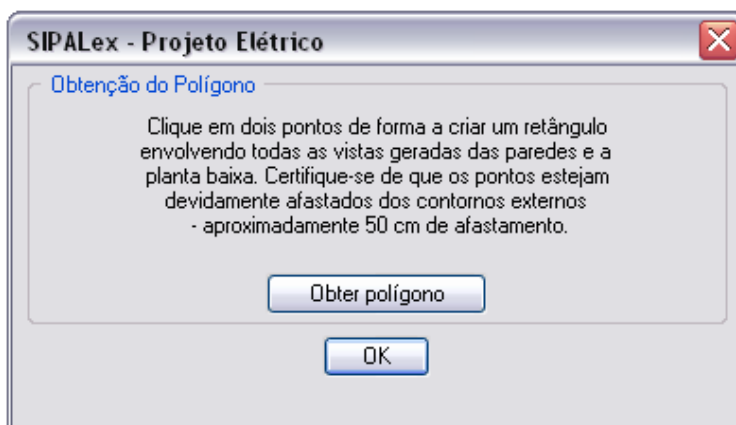


Figura 18: Caixa de diálogo referente a quantitativo

Resultados apresentados pelo SIPALex. Seguem alguns resultados finais de um pequeno projeto elétrico (ver figura 19, figura 20, figura 21, figura 22, figura 23) feito com o auxílio do SIPALex. Como em um projeto elétrico o nível de detalhes é um fator significativo, optou-se por abordar um projeto simples onde os detalhes poderiam ser mais evidenciados.

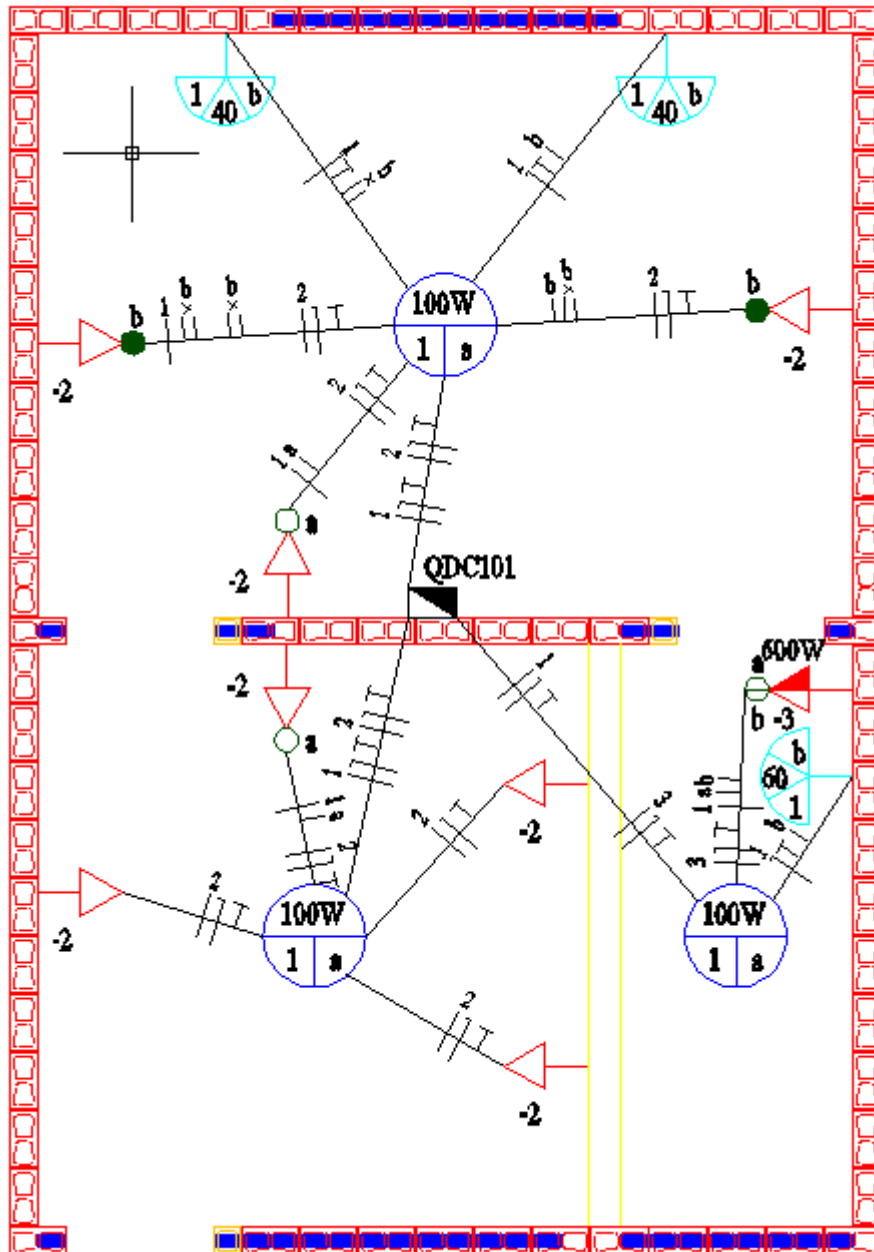


Figura 19: Projeto elétrico – Planta baixa

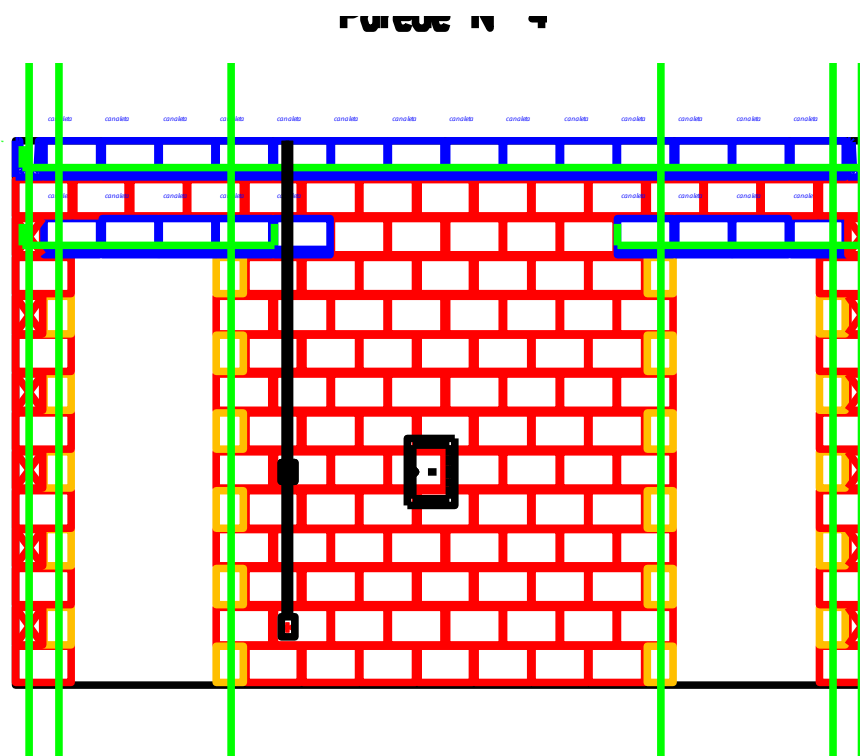


Figura 20: Vista de uma parede gerada pelo programa







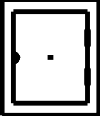
IDENTIFICAÇÃO DOS BLOCOS- VISTAS	
Coíxo de ferro esmaltado octogonal com orelhas estompos, Knockout de "3/4" e "1/2", fundo e lombo móvel	
Coíxo de passagem 2"x4"	
Tomodo padrão 2P+T (127-220V; 10-20A)	
Um interruptor simples ou paralelo	
Dois interruptores simples ou paralelo mais um Tomodo padrão 2P+T (127-220V; 10A)	
Arandelo	
Quadro de Distribuição de Circuitos	

Figura 21: Identificação dos blocos em vista

QUANTITATIVO FINAL POR PAVIMENTO	
TIPO	QUANT.
Coixa de ferro esmaltado octogonal com orelhas estampadas, Knockout de "3/4" e "1/2", fundo e tampo móvel	3
Coixa de passagem 2"x4"	15
Tomada padrão 2P+T 10A-127V	7
Um interruptor simples	2
Um interruptor paralelo	2
Dois interruptores paralelo + uma tomada 2P+T 10A-127V	1
Arandelo	3
Quadro de Distribuição de Circuitos	1

Figura 22: Quantitativo final por pavimento

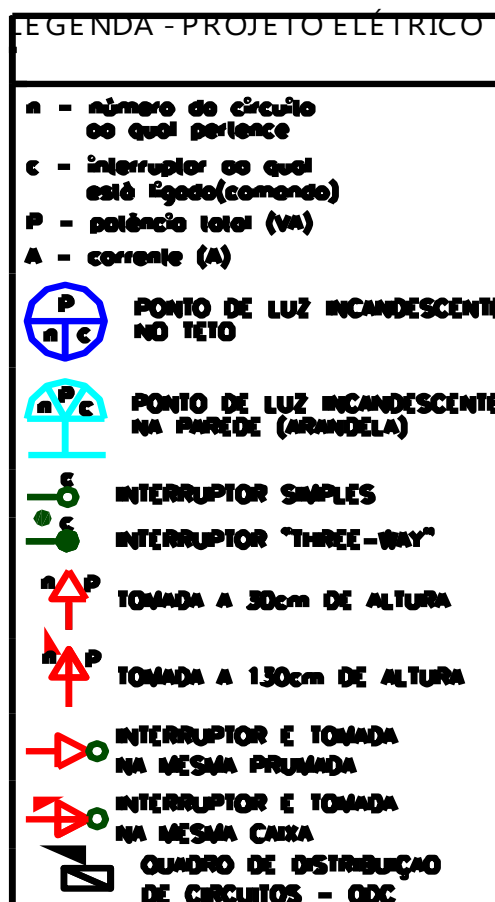


Figura 23: Legenda – Projeto elétrico

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentou-se neste trabalho o desenvolvimento do aplicativo *SIPALex: Módulo Elétrico*, para representação do projeto elétrico em alvenaria estrutural, com vistas à obtenção de um projeto executivo.

A utilização do *SIPALex* propicia ganhos em tempo de execução e precisão no projeto, visto que o programa gera as vistas das paredes com os componentes elétricos nos seus lugares exatos, o que facilita o processo construtivo ao auxiliar a elevação, evitando cortes inapropriados.

A facilidade na utilização do software permite que, em poucas horas, se consiga a conclusão de projetos que levariam vários dias para serem terminados. Além disso, o programa fornece dados de grande importância para o orçamento e a execução de obras, como o quantitativo de materiais e os mecanismos de identificação dos blocos utilizados.

O sucesso nos resultados obtidos permite confirmar a viabilidade da implementação de programas desenvolvidos em linguagem Auto LISP, com o auxílio da linguagem DCL, para projetos de edifícios de alvenaria estrutural, o que torna o programa AutoCAD uma ferramenta não apenas para construção gráfica, mas também para projetos em geral.

Pretende-se dar continuidade ao módulo "*Instalações Elétricas*", efetuando também o dimensionamento, possibilitando gerar uma lista de materiais mais detalhada, além de acrescentar detalhes pertinentes que ainda não são possíveis.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCI (1990) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA (1990). *Manual técnico de alvenaria*. São Paulo, ABCI/Projeto.
- ACETTI, K. M. (1998). *Contribuição ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria*. São Carlos. 247 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ALVARENGA, R. C. S. S.; MAIA, W.F. ; COUTO, L. G.; FASSONI, D. P.; *O Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural*. Notas de aulas, UFV:DEC, 2002.
- ALVARENGA, R. C. S. S.; CARVALHO, J. M. F.; PAIVA, L. M.; *Alvenaria Estrutural: Projeto Piloto de um edifício*. Notas de Aulas , UFV:DEC, 2002.
- ALVARENGA, R. C. S. S.; SANTOS, A. P.; Carvalho, J. M. F. ; PAES, J. L. R.; SILVA, R.C.; CÉSAR JÚNIOR, K. M. L. *Ferramenta para Análise de Edifícios em Alvenaria Estrutural*. UFV: DEC, 2005.
- ALVARENGA, R. C. S. S.; SERON, C. S.; PAES, J. L. R.; SILVA, R.C.; *Ferramenta Computacional para modulação de edifícios em alvenaria estrutural em plataforma*

CAD. UFV:DEC, 2006.

AMRHEIN, J. E. (1978). *Reinforced masonry engineering handbook: clay and concrete masonry*. Los Angeles, Institute of America, 445 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1982). *NBR 7186 - Bloco vazado de concreto simples para alvenaria com função estrutural*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1980). *NBR 6120 - Cargas para cálculo de estruturas de edificações*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1989). *NB 1228 - Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto*. Rio de Janeiro, ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1989). *NBR 10837 - Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994). *NBR 6136 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1985). *NBR 8798 - Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1989). *NBR 5444 - Símbolos elétricos*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2005). *NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão*. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1992). *NBR 5413 - Iluminação de Interiores*. Rio de Janeiro.